

BERLINER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN

Herausgegeben von Margot Böse, Peter-Jürgen Ergenzinger, Dieter Jäkel, Hans-Joachim Pachur
und Wilhelm Wöhlke

Schriftleitung: Dieter Jäkel

Heft 64

Jürgen Hofmann

**Geoökologische Untersuchungen der Gewässer
im Südosten der Badain Jaran Wüste
(Aut. Region Innere Mongolei / VR China) -
Status und spätquartäre Gewässerentwicklung**

247 Seiten, 61 Abbildungen, 43 Tabellen, 13 Fototafeln, 5 Beilagen

1999

Im Selbstverlag des Instituts für Geographische Wissenschaften der Freien Universität Berlin

ISBN 3-88009-065-3

Jürgen Hofmann

Geoökologische Untersuchungen der Gewässer im Südosten der Badain Jaran Wüste (Aut. Region Innere Mongolei / VR China) - Status und spätquartäre Gewässerentwicklung

Berliner Geogr. Abh., Heft 64: 1-247, Berlin 1999.

Satz & Layout:

Jürgen Hofmann

Institut für Geographische Wissenschaften Fachrichtung Physische Geographie
Freie Universität Berlin Malteserstr. 74-100 D-12249 Berlin

Druck:

Zentrale Universitäts-Druckerei, Kelchstr. 31, D-12169 Berlin

BERLINER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN

Herausgegeben von Margot Böse, Peter-Jürgen Ergenzinger, Dieter Jäkel, Hans-Joachim Pachur
und Wilhelm Wöhlke

Schriftleitung: Dieter Jäkel

Heft 64

Jürgen Hofmann

**Geoökologische Untersuchungen der Gewässer
im Südosten der Badain Jaran Wüste
(Aut. Region Innere Mongolei / VR China) -
Status und spätquartäre Gewässerentwicklung**

247 Seiten, 61 Abbildungen, 43 Tabellen, 13 Fototafeln, 5 Beilagen

Habilitationsschrift am FB Geowissenschaften der FU Berlin

1999

Im Selbstverlag des Instituts für Geographische Wissenschaften der Freien Universität Berlin

ISBN 3-88009-065-3

Vorwort

Die Anregung zu der vorliegenden Arbeit erfolgte auf einer Expedition in die Badain Jaran Wüste, die im Jahre 1993 unter Leitung von Prof. Dr. Dieter JÄKEL (FU Berlin) in Zusammenarbeit mit dem Wüstenforschungsinstitut Lanzhou (IDRAS) durchgeführt wurde. Herrn Prof. Dr. JÄKEL sei herzlich für die Möglichkeit der Teilnahme an dieser Expedition, für seine Unterstützung bei den Vor- und Nachbereitungen sowie für zahlreiche Diskussionen gedankt. Ein Jahr darauf konnten die Untersuchungen zur Erkundung der Gewässer im Südosten der Badain Jaran Wüste unter meiner Leitung dank der großzügigen Finanzierung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG-Forschungsvorhaben Ho 1683/1-1 bis 1-3) beginnen und 1995 während einer zweiten Expedition abgeschlossen werden. Zusätzlich übernahm die Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften einen erheblichen Teil der Reisekosten. Beiden Institutionen sei dafür herzlich gedankt.

Die Geländearbeit wurde vom Institut für Wüstenforschung in Lanzhou (IDRAS) sowie vom Geographischen Institut der Universität Lanzhou administrativ und logistisch unterstützt. Hier gilt insbesondere den Herren Prof. Dr. LI Baosheng, Prof. Dr. LU Jinhua, Dr. YAN Mancun, Prof. Dr. LI Jijun und Prof. Dr. CHEN Fahu mein Dank.

Stellvertretend für die vielen Personen, die zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben, möchte ich folgenden namentlich danken:

Herrn Dipl.-Geogr. Steffen MISCHKE für seinen unermüdlichen Einsatz während der Geländearbeiten sowie der Vor- und Nachbereitung und für die Bearbeitung zahlreicher Proben, insbesondere der Bestimmung von Ostrakoden;

Herrn Prof. Dr. LI Baosheng, Herrn Dr. YAN Mancun (beide Guangzhou) und Herrn Dr. YANG Xiaoping für die Unterstützung und Begleitung während der Expedition im Jahre 1994;

unseren mongolischen und chinesischen Begleitern, insbesondere den Herren TSUN DUE und JI CHU TUN, für das sichere Geleit während der Kamelexpeditionen;

Herrn Dr. MAILAHN, Herrn Dipl.-Ing. MÖLMANN und Herrn GABRIEL (Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene) für die Analysen der Wasserproben;

Herrn Dipl.-Ing. BECKMANN (Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene) für die gamma-spektrometrischen Analysen zahlreicher Bodenproben;

Herrn Dr. Frank RIEDEL (FU Berlin) und Herrn PD Dr. Michael SCHUDACK (Universität Halle) für die Bestimmung und zahlreiche REM-Aufnahmen von Mollusken und Charophyten;

Herrn Dipl.-Geol. Gernot ARP (Universität Göttingen) für Laboranalysen an mikrobiellen Matten und Mikrobialithen sowie Herrn Prof. Dr. REITNER für anregende Diskussionen;

Herrn Prof. Dr. Mebus A. GEYH (NLFb, Hannover) für die Altersbestimmungen nach der ¹⁴C-Methode sowie für zahlreiche Anregungen;

Herrn Dipl.-Geogr. Thomas HEYMEL und Frau Dipl.-Geogr. Sabine ALTMÜLLER für Analysen von Bodenproben;

Frau Dipl.-Biol. Andrea HAHN (FU Berlin) für die diatomeenanalytischen Untersuchungen an Wasser- und Bodenproben;

Frau Birgit DYBOWSKI und Herrn Dipl.-Geogr. Roy HEINZ für die Digitalisierung der Daten des Gewässerkatasters sowie die Herstellung thematischer Karten mit Hilfe des Programms THEMAK 2 sowie SURFER ©;

meinem Freund Herrn Dipl.-Geogr. Rainer TESCHNER-STEINHARDT für anregende Diskussionen;

meinem Bruder Herrn Andreas HOFMANN für die wertvolle Arbeit des Korrekturlesens

und schließlich allen Fachkollegen, die meine Arbeit durch ihr Interesse und ihre Hilfsbereitschaft förderten.

Ganz besonders danke ich meiner Frau Caroline für ihre tatkräftige Mithilfe und ihr geduldiges Verständnis, das sie mir insbesondere in der Schlußphase der Arbeit entgegenbrachte.

Berlin, im Februar 1999

JÜRGEN HOFMANN

INHALTSVERZEICHNIS

0 Vorwort	5
1. Einleitung	9
1.1 Problemstellung.....	9
1.2 Stand der Forschung.....	9
1.3 Gang der Untersuchungen.....	12
2. Das Arbeitsgebiet	13
2.1 Lage des Arbeitsgebietes.....	13
2.2 Geologische Verhältnisse.....	13
2.2.1 Allgemeine Geologie und Tektonik der Badain Jaran Wüste und ihrer Randbereiche.....	13
2.2.2 Regionale Geologie und Tektonik im Südosten der Badain Jaran Wüste.....	17
2.3 Geomorphologische Verhältnisse.....	20
2.4 Hydrographische Verhältnisse.....	22
2.5 Klimatische Verhältnisse.....	22
2.5.1 Meteorologische Beobachtungen und Messungen während der Geländeaufenthalte.....	28
2.6 Vegetation.....	30
2.7 Böden.....	32
3. Rezente geökologische Verhältnisse der Gewässer	33
3.1 Erstellung eines Gewässerkatasters.....	33
3.2 Hydrographie der Gewässer.....	33
3.3 Hydrochemische Verhältnisse.....	38
3.3.1 Probenahme und -bearbeitung.....	38
3.3.2 Ionenbilanzfehler.....	40
3.3.3 Statistische Kenndaten der Probengruppen.....	40
3.3.4 Klassifizierung der Wässer.....	42
3.3.4.1 Salzgehalt.....	42
3.3.4.2 Einteilung der Probengruppen nach der chemischen Zusammensetzung.....	43
3.3.4.2.1 Oberflächengewässer.....	45
3.3.4.2.2 Grundwasser.....	46
3.3.4.2.3 Quellwasser.....	46
3.3.4.2.4 Regenwasser.....	46
3.3.4.3 Einteilung nach der Gesamthärte.....	46
3.3.4.4 Spurenstoffe.....	51
3.4 Limnologische Verhältnisse.....	51
3.4.1 Vertikalgradienten von Temperatur, Sauerstoff, Leitfähigkeit und Trübung.....	51
3.5 Fauna und Flora der Gewässer.....	54
3.5.1 Diatomeen.....	55
3.5.2 Charophyten.....	59
3.5.3 Mikrobielle Matten.....	62
3.5.4 Ostrakoden.....	63
3.5.5 Crustaceen (Anostraca).....	64
3.5.6 Ichthyofauna.....	64
3.6 Sedimentologie und Geochemie der subhydrischen Sedimente.....	65
3.6.1 Das Gefüge der subhydrischen Sedimente.....	65
3.6.1.1 Granulometrie.....	65
3.6.1.2 Schichtung.....	70
3.6.1.3 Zur Abschätzung der Sedimentationsraten.....	73
3.6.2 Chemische und mineralogische Charakterisierung.....	75
3.6.2.1 Der Wassergehalt.....	75
3.6.2.2 Der organische Kohlenstoff.....	75
3.6.2.3 Die Carbonate.....	75
3.6.2.3.1 Kalktuff-Bildungen (Mikrobialithe).....	75
3.6.2.4 Der Schwefelgehalt.....	77
3.6.2.5 Salzmineralien.....	77
3.6.2.6 Mineralbestand und chemische Zusammensetzung.....	78
3.6.3 Pollenanalysen.....	79
3.7 Zusammenfassung.....	81

4. Faziesanalysen spätquartärer Sedimente im Randbereich der Gewässer.....	82
4.1 Vorbemerkung zur methodischen Vorgehensweise.....	82
4.2 Befunde aus dem nördlichen Gewässergebiet.....	82
4.2.1 Lokalität Cheligeri (S 09).....	82
4.2.1.1 Profil P 09/1.....	82
4.2.1.2 Profil P 09/2.....	84
4.2.1.3 Interpretation.....	85
4.2.2 Lokalität Huhejaran (S 11).....	85
4.2.2.1 Profil P 11/1.....	85
4.2.2.2 Profil P 11/2.....	86
4.2.2.3 Profil P 11/3.....	86
4.2.2.4 Profil P 11/4.....	87
4.2.2.5 Interpretation.....	87
4.2.3 Lokalität Maigetü (S 18).....	87
4.2.3.1 Profil P 18/1.....	87
4.2.3.2 Interpretation.....	87
4.2.4 Lokalität Zhalate (S 25).....	88
4.2.4.1 Profil P 25/1.....	88
4.2.4.2 Profil P 25/2.....	89
4.2.4.3 Interpretation.....	89
4.2.5 Lokalität Nuoertu (S 34).....	89
4.2.5.1 Profil P 34/1.....	90
4.2.5.2 Profil P 34/2.....	90
4.2.5.3 Profil P 34/3.....	91
4.2.5.4 Profil P 34/4.....	91
4.2.5.5 Interpretation.....	92
4.3 Befunde aus dem südlichen Seengebiet.....	93
4.3.1 Lokalität Womenjaran (S 59).....	93
4.3.1.1 Profil P 59/1.....	93
4.3.1.2 Interpretation.....	95
4.3.2 Lokalität Sayinwusu (S 70).....	95
4.3.2.1 Profil P 70/1.....	95
4.3.2.2 Profil P 70/2.....	96
4.3.2.3 Profil P 70/3.....	99
4.3.2.4 Interpretation.....	100
4.4 Zusammenfassung: Fazies-Typen spätquartärer Sedimente.....	100
5. Rekonstruktion der spätquartären Gewässerentwicklung und Vergleich mit den rezenten Verhältnissen.....	104
5.1 Zum Problem der Seebeckengenese.....	104
5.2 Wasserhaushalt und Ablagerungsmilieu der rezenten Gewässerökosysteme.....	105
5.2.1 Wasserhaushalt.....	105
5.2.2 Ablagerungsmilieu.....	110
5.3 Rekonstruktion des Ablagerungsmilieus fossiler lakustriner und semilakustriner Ökosysteme.....	112
5.4 Geochronologische Einordnung der Befunde unter Berücksichtigung des ¹⁴ C-Reservoireffekts.....	114
5.4.1 Der ¹⁴ C-Reservoireffekt.....	114
5.4.2 Kalibrierung der ¹⁴ C-Zeitskala für den See Nuoertu.....	116
5.4.3 Gesamtschau der Altersbestimmungen im Arbeitsgebiet und ihre geochronologische Einordnung.....	117
5.5 Überregionaler Vergleich mit paläolimnologischen Befunden aus Zentralasien.....	119
5.6 Rekonstruktion der Gewässerentwicklung.....	121
6. Zusammenfassung./Summary.....	124
7. Methoden-Anhang.....	128
7.1 Karten- und Luftbildauswertung mit Geländekontrolle.....	128
7.2 Geländemethoden.....	128
7.2.1 Messung von Tiefenprofilen in Gewässern.....	128
7.2.1.1 Temperatur- und Leitfähigkeits-Tiefenprofile.....	128
7.2.1.2 Sauerstoff-Tiefenprofile.....	128
7.2.1.3 Sichttiefe.....	128
7.2.1.4 Bestimmung des pH-Werts.....	128
7.2.2 Kerngewinnung subhydrischer Sedimente.....	128
7.2.3 Bodenkundliche Profilaufnahme.....	129
7.2.4 Beprobung und Bestimmung des biologischen Materials.....	129

7.3 Labormethoden.....	130
7.3.1 Laboranalysen an Feststoffproben.....	130
7.3.1.1 Bestimmung des Wassergehalts.....	130
7.3.1.2 Bestimmung des Glühverlusts.....	130
7.3.1.3 Korngrößenanalyse.....	130
7.3.1.4 Schwermineralanalyse.....	130
7.3.1.5 Röntgendiffraktometrie.....	130
7.3.1.6 Gammaskpektrometrie.....	131
7.3.1.7 Bestimmung des organischen und anorganischen Kohlenstoffs.....	131
7.3.1.8 Bestimmung des Gesamtgehalts an Schwefel.....	131
7.3.1.9 Multi-Element-Bestimmung mittels ICP.....	131
7.3.1.10 Altersbestimmungen nach der ¹⁴ C-Methode.....	131
7.3.1.11 Pollenanalyse.....	131
7.3.1.12 Dünnschliffe.....	132
7.3.2 Laboranalysen der Wasserproben.....	132
7.3.2.1 Probenahme und Vorbehandlung.....	132
7.3.2.2 Bestimmung der Kationen und Anionen.....	132
7.3.2.3 Vor-Ort-Analytik mittels Photometer.....	132
8. Quellenverzeichnis.....	133
8.1 Literaturverzeichnis.....	133
8.2 Verzeichnis der verwendeten Karten und Satellitenbilder.....	139
8.3 Abbildungsverzeichnis.....	139
8.4 Tabellenverzeichnis.....	141
8.5 Beilagenverzeichnis.....	141
9. Anhang.....	142
9.1 Fototafeln.....	142
9.2 Tabellen der analysierten Bodenproben.....	162
9.3 Tabellen der analysierten Wasserproben.....	169
Labordatenblätter der Wasserproben aus dem nördlichen Gewässergebiet.....	176
Labordatenblätter der Wasserproben aus dem südlichen Gewässergebiet.....	215

1. Einleitung

1.1 Problemstellung

Die Badain Jaran Shamo¹ ist als drittgrößte Wüste Chinas durch besondere hydrologische Verhältnisse geprägt, als deren sichtbarer Ausdruck die Existenz von mehr als 100 perennierender Oberflächengewässer im Südosten der Wüste gilt (Abb. 1)². In diesem Bereich der Wüste treten auch mit relativen Höhen bis zu 430 m (eigene Messungen mittels Höhenmesser der Fa. THOMMEN) die höchsten Megadünen Zentralasiens, möglicherweise sogar der ganzen Erde auf³. Da die Gewässer ganz überwiegend in den Düentalungen der NE-SW streichenden Megadünen vorkommen, ist ein kausaler Zusammenhang der Gewässerverteilung und der Megadünen zu erwarten. Es ist Ziel, mit der vorliegenden Arbeit die rezenten und vorzeitlichen geökologischen Verhältnisse lakustriner Systeme am Beispiel der Badain Jaran Wüste und ihres südöstlichen Vorlandes darzulegen und zu deuten sowie einen aktualistisch orientierten Beitrag zur Kenntnis zentralasiatischer Seen und ihrer Veränderungen zu leisten.

Die Existenz von Gewässern unterschiedlicher Salinität unter voll ariden Klimabedingungen, zumal in unmittelbarer Nähe vorzeitlicher Seeböden, kann als eine von der Natur geschaffene Versuchsanordnung für aktualistische Studien beschrieben werden, die im Vergleich zu anderen Wüsten Zentralasiens einzigartig ist. Um die paläolimnologischen Verhältnisse während des Holozäns und ihre Veränderungen interpretieren zu können, mußte zuerst eine Bestandsaufnahme der Gewässer und ihrer aktuellen limnologischen Bedingungen in Gestalt eines Gewässerkatasters durchgeführt werden. Neben den Messungen von Tiefenprofilen verschiedener Parameter (Temperatur, Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt) galt es, das Seewasser und die subhydrischen Sedimente zu beproben und zu analysieren. Zusätzlich wurden auch die Uferbereiche der Gewässer durch Nivellements wichtiger Aufschlüsse, Analytik des Quell- und Grundwassers sowie vegetationskundliche Kartierungen in die Untersuchung einbezogen.

¹ Bei der Schreibweise aller chinesischen Orts-, Personen- und Eigennamen wurde die in der VR China heute übliche offizielle Pinyin-Transkription verwendet. Die Badain Jaran Shamo wird in der älteren Literatur mit den nicht mehr gebräuchlichen Schreibweisen Pa-tan-chi-lin; Batan Kirin, Baden Jiryn, Badan Jirin und Badanjin benannt. Das chinesische Wort „Shamo“ bedeutet Sandwüste, während „Badain Jaran“ der mongolische Name der Wüste ist. Im folgenden wird der Begriff Badain Jaran Wüste benutzt.

² Soweit nicht anders angegeben, wurden alle Abbildungen, Tabellen und Beilagen sowie Photographien vom Verfasser entworfen und gezeichnet bzw. aufgenommen.

Die Untersuchungen konzentrieren sich daher auf vier Problemstellungen:

- Welche geökologischen Verhältnisse sind in den Gewässern unter rezenten klimatischen und hydrologischen Bedingungen im Arbeitsgebiet ausgeprägt?
- Gibt es Belegmaterial für eine vorzeitliche, insbesondere holozäne Vergrößerung der Gewässerflächen und Änderungen der hydrochemischen Verhältnisse?
- Welche Entwicklung läßt sich anhand des Belegmaterials und der Datierungen für die Gewässer rekonstruieren?
- Wie fügt sich das Modell der Gewässerentwicklung in einen überregionalen Zusammenhang?

Während die aktuellen Verhältnisse der Gewässer durch Messungen, Bohrungen, Probenahmen, Vor-Ort-Analytik und Laboranalytik erfaßt wurden, stützen sich die Aussagen zur jüngsten sowie zur holozänen Gewässerentwicklung auf die Kartierung, Nivellierung, Beprobung und Analyse vorzeitlicher Seeböden sowie die geochemische und sedimentologische Analytik dieser Ablagerungen und ihrer Fossilinhalte. Für die Altersbestimmungen wurde Probenmaterial nach der ¹⁴C-Methode und der Thermolumineszenz-Methode entnommen.

Aufgrund der zeitlichen und logistischen Rahmenbedingungen wurden zunächst die Luftbilder des relativ großen und nur mittels Kamelkarawanen zugänglichen Arbeitsgebietes ausgewertet. Auf dieser Basis war es in der anschließenden Geländekontrolle möglich, neben der angestrebten flächenhaften Bestandsaufnahme der Gewässer auch Schwerpunkte für detaillierte Gewässeruntersuchungen zu setzen.

1.2 Stand der Forschung

Die ersten wissenschaftlichen Forschungsreisen unternahm vornehmlich Archäologen gegen Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts in die Randbereiche der Badain Jaran Wüste. Dabei querte der russische Forschungsreisende KOSLOW im Jahre 1899 die Badain Jaran Wüste, um Ausgrabungen im Bereich der verlassenen Stadt Khara Khoto (20 km SSE vom heutigen Ejina Qi gelegen) durchzuführen. Die interdisziplinäre Erforschung der Inneren Mongolei durch die berühmten Sino-Schwedischen Gemeinschaftsexpeditionen in der Zeit von 1927 bis 1935 unter der Leitung von Dr. Sven HEDIN konzentrierten sich auf den Schwemmfächerbereich des Ruo Shui westlich der Wüste (HEDIN 1927, 1943; TEICHMAN 1936). Die geowissenschaftliche Erforschung der Badain Jaran Wüste setzte erst in den 50er und 60er Jahren dieses Jahrhunderts ein. In diesem Zusammenhang

³ Nach Angaben von ZHU Zhenda (1986: 92) sind die höchsten Dünen in der Badain Jaran Wüste 500 m hoch.

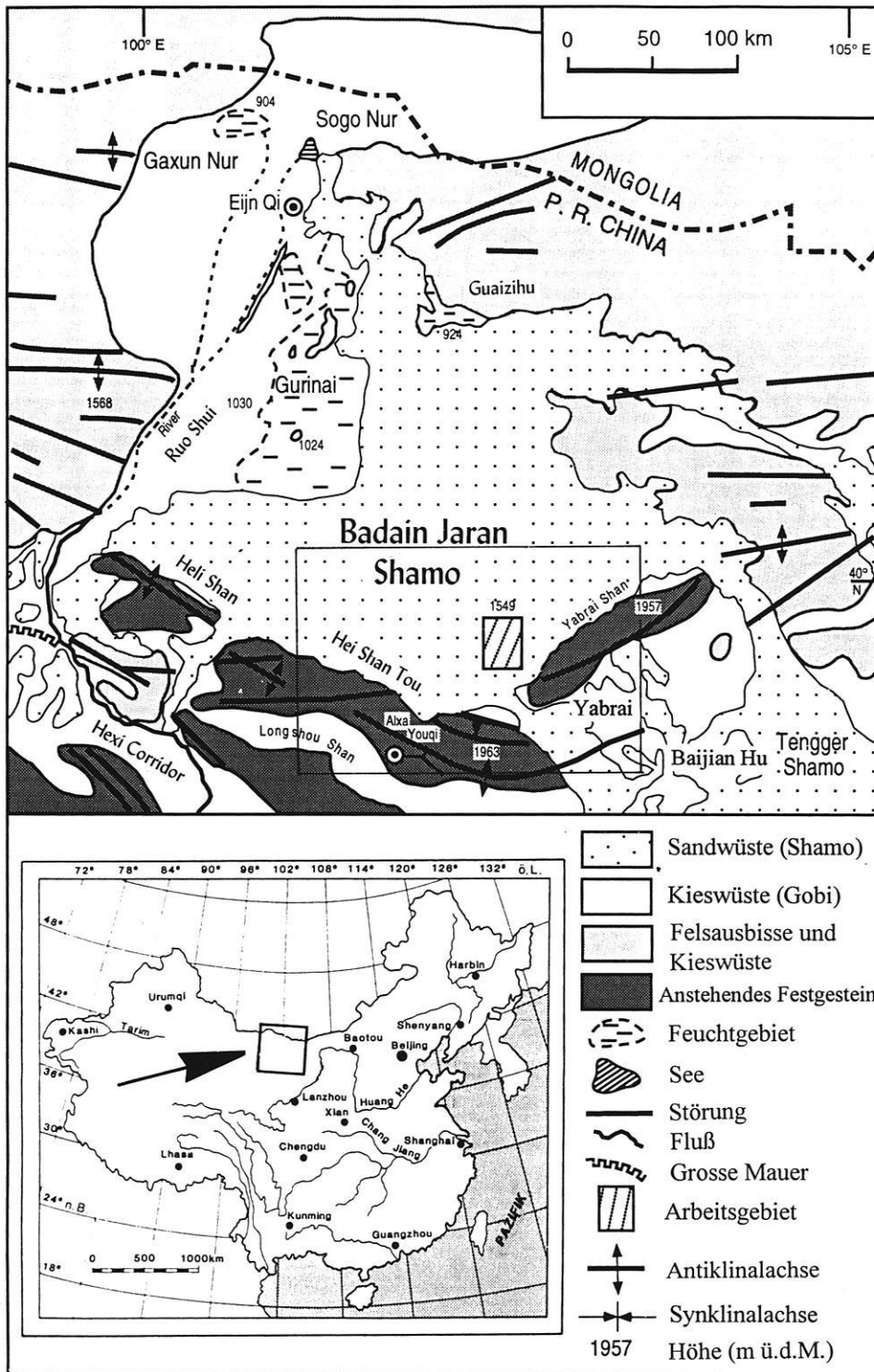


Abb. 1: Übersichtskarte der Badain Jaran Wüste und angrenzender Gebiete mit der Lage des Arbeitsgebietes. Der Pfeil gibt die Lage der oberen Karte in der Übersichtskarte von China (untere Karte) an. Das in der oberen Karte eingetragene Rechteck bezeichnet die in den Beilagen 1 bis 3 dargestellte Fläche der südöstlichen Badain Jaran Wüste und Umgebung.

sind die in den Jahren 1957 bis 1959 durchgeführten chinesisch-sowjetischen Expeditionen zu nennen, in deren Verlauf insbesondere vegetationskundliche Studien über das Alashan-Plateau entstanden (PETROV 1959, 1966). Zeitgleich erfolgte damals die kartographische Aufnahme der Badain Jaran Wüste, zunächst in den Maßstäben 1 : 500 000 und 1 : 200 000. Nach dem Bruch der sowjetisch-chinesischen Beziehungen im Jahre 1960 gewann die Wüste wegen der Nähe zur mongolischen Grenze eine zunehmende strategische Bedeutung. Für den möglichen Fall einer sowjetischen Invasion ließ die chinesische Volksbefreiungsarmee eine flächendeckende Luftbildbefliegung durchführen, um Grundlagen für die Herstellung topographischer Karten im Maßstab 1 : 50 000 zu schaffen. Als Ergänzung untersuchten Spezialisten der Armee und des in Lanzhou ansässigen Instituts für Wüstenforschung der Academia Sinica die Gewässersituation in Hinblick auf die Ergiebigkeit und Wasserqualität für die Versorgung von Armee-Einheiten mit Trinkwasser. Diese Untersuchungsergebnisse unterliegen nach wie vor der Geheimhaltung. Dies gilt leider auch für die Ergebnisse geologischer und lagerstättenkundlicher Forschungen, die in den angrenzenden Gebirgen des Yabrai Shan und Hei Shan Tou sowie in der Salzpfanne bei Saerte bereits seit den 60er und 70er Jahren vorliegen. Insbesondere die Salzlagerstätte bei Saerte, in der hauptsächlich Halit abgebaut wird, ist durch ein dichtes Bohrraster intensiv erkundet worden.

Aus dieser Zeit stammen auch die ersten zugänglichen Veröffentlichungen über die Gliederung und Landschaftsentwicklung der Badain Jaran Wüste (TAN Jianan 1964; YU Shouzhong 1962) sowie Problemen der Landnutzung (LOU 1962). In der kompilatorischen Arbeit von ZHU Zhenda (1986: 93) über die Wüsten Chinas wird die Zahl der Gewässer im Südosten der Badain Jaran Wüste mit 144 angegeben, wobei eine max. Wassertiefe von 6,20 m gemessen wurde. Für den Salzgehalt finden sich max. Werte von 8,64 g/l. Im Gegensatz dazu sind in den Arbeiten von SUN Dapeng (1987, 1990) mit 200 bis 300 g/l wesentlich höhere Werte des Salzgehalts zu finden, wobei die genaue Lokalität der beprobten Gewässer leider nicht genannt wird. ZHENG Mianping et al. (1993: 27) beschreiben kurz die regelhafte Verteilung der Gewässer im Südosten als ein Netz sich rechtwinklig kreuzender Störungslinien und sind der Ansicht, daß die Seen in den Kreuzungspunkten dieser Störungslinien entstanden sind. Mit der Verfügbarkeit von LANDSAT-Satellitenbildern hoher Auflösung war es westlichen Forschern erstmals möglich, flächendeckend die Dünenmorphologie der Badain Jaran Wüste zu erfassen. Die Arbeiten von BREED & GROW (1979) sowie von WALKER (1982) wurden ausschließlich auf der Basis der Auswertung der Fernerkundungsdaten erstellt, da zu jener Zeit aus politischen Gründen kaum Forschungsgenehmigungen für Ausländer erteilt wurden. Die lineare Ausrichtung der als „desert pearls“ beschriebenen Wüstenseen in NW-SE Richtung veranlasste insbesondere WALKER (1982) zur Annahme tektonischer Störungssysteme als Ursache der Gewässerverteilung. Da beide Autoren zu jener Zeit keine Geländearbeiten durchführen konnten, handelt es sich um rein spekulative Äußerungen. Durch den Einsatz des

Seitensicht-Radars (SIR-A) an Bord des Space Shuttles war es möglich, weitere Informationen über den oberflächennahen Untergrund zu gewinnen (GUO et al. 1985; WALKER et al. 1987). So konnten beispielsweise die Reflexionssignale sekundärer Dünen sowie von vegetationsbewachsenen Dünenhängen identifiziert werden.

Nachdem China in den 80er Jahren sich zunehmend für eine Öffnung zum Westen ausgesprochen hatte, begann die Phase der interdisziplinären Gemeinschafts-Expeditionen (JÄKEL & ZHU Zhenda 1991; JÄKEL 1995a, 1995b). Im Jahre 1988 untersuchte das Expeditionsteam der chinesisch-deutschen Qilian Shan-Badain Jaran Shamo Expedition unter Leitung von Prof. ZHU Zhenda, Prof. Dr. HÖVERMANN (Göttingen) und Prof. Dr. JÄKEL (Berlin) einige Seen im Südostteil der Wüste. Da sich der Zeitrahmen dieser Untersuchungen auf wenige Tage beschränkte, konnten nur einige Wasserproben in Ufernähe gezogen und schematische Landschaftsprofile aufgenommen werden. Einige Ergebnisse wurden von YANG Xiaoping (1991: 15ff) veröffentlicht.

Ein weiterer Vorstoß in das logistisch nur mittels Kamelexpeditionen erreichbare Gelände gelang einer chinesisch-deutschen Gemeinschaftsexpedition unter der Leitung von Prof. Dr. JÄKEL (FU Berlin) und Prof. DONG Guangrong (IDRAS, Lanzhou) im Oktober 1993, an der auch der Autor teilnehmen konnte. Hierbei wurden Fragestellungen zur Morphologie und Entstehung der Megadünen (JÄKEL 1996) sowie zu archäologischen Funden insbesondere der neolithischen Keramik (WAGNER 1995) bearbeitet. Diese Vorarbeiten, die Erkundung der logistischen Möglichkeiten sowie die Drucklegung der Karte „Map of landscape of typical megadunes in Badain Jaran Desert, Scale 1 : 100 000 (LU Jinhua & JÄKEL 1996; s. Beilage 4) waren die Grundlage für die nachfolgenden Expeditionen unter Leitung des Autors in den Jahren 1994 und 1995, die sich ausschließlich auf die Seen und deren unmittelbare Umgebung konzentrierten (HOFMANN 1996). Im Jahre 1995 erkundete Prof. Dr. JÄKEL (Berlin) zusammen mit Prof. Dr. GEYH (Hannover), Prof. GU Weizu (Nanjing) und Dr. M. WAGNER zeitgleich zu den Geländearbeiten des Autors den nördlichen Teil der Badain Jaran Wüste, wobei Fragen der Dünenformung, isotopehydrologische und archäologische Untersuchungen im Mittelpunkt standen.

Insgesamt gehört die Badain Jaran Wüste nach heutigem Kenntnisstand der zugänglichen Literatur einem bislang noch weitgehend unerforschten Bereich der Inneren Mongolei an. Dies gilt insbesondere für die limnologischen Verhältnisse der Gewässer, zu denen sich nur einige Randbemerkungen in der Arbeit von ZHENG Xiyu (1983) und WILLIAMS (1991: 51) finden lassen. ZHENG Mianping et al. (1993: 30) fassen die Kenntnisse zur Verbreitung und dem Chemismus chinesischer Salzseen in einer Karte zusammen, der zufolge die Badain Jaran Wüste der Zone hochsaliner Seen des Na-SO₄-Typs zugeordnet wird. In der näheren Umgebung der Badain Jaran Wüste wurden paläolimnologische Studien zur Gewässerentwicklung der Tengger Wüste (PACHUR et al. 1995) sowie zur Seengeschichte der Endseen Sogo Nur und Gaxun Nur (HEDIN 1927) durchgeführt, deren Forschungsgeschichte MISCHKE (1996) detailliert beschrieben hat.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß in jüngster Zeit geophysikalische Meßkampagnen zur Klärung lagerstättenkundlicher und insbesondere erdölgeologischer Fragestellungen von chinesischen Prospektionsfirmen durchgeführt wurden. Aufgrund von Sicherheitsbestimmungen ist die Einsichtnahme in diese Ergebnisse bisher leider noch nicht möglich.

1.3 Gang der Untersuchungen

Die Untersuchungen umfassen insgesamt eine 10tägige Vorerkundung im Oktober 1993 sowie zwei jeweils zweimonatige Geländekampagnen in den Jahren 1994 und 1995 mit einer dazwischen liegenden sowie einer abschließenden Auswertungsphase in Berlin. Auf der Basis der Vorerkundung, insbesondere von Luftbild- und Kartenauswertungen, bestand die erste Phase der Detailerkundung (August bis Oktober 1994) in der Kartierung, Profilaufnahme und Beprobung vorzeitlicher Seesedimente sowie limnologischer und hydrochemischer Untersuchungen im Norden und Süden des Arbeitsgebietes. Das dadurch geschaffene Raster von Probenahmepunkten wurde während der zweiten Phase der Detailerkundung (August bis Oktober 1995) systematisch verdichtet. Hierbei wurden die Seen Nuertu, Huhejaran, Cheligeri, Womejjaran und Badan intensiv untersucht. Die graphische und inhaltliche Umsetzung der Gelände- und Labordaten in ein Gewässerkataster soll über die Bestandsaufnahme hinaus eine Arbeitsgrundlage für zukünftige Expeditionen sein.

Für die Bearbeitung der geologischen Verhältnisse wurde zunächst eine flächendeckende Luftbildauswertung (Maßstab 1 : 40 000) und Satellitenbildinterpretation (Maßstab 1 : 200 000) durchgeführt, da nur geologische Karten des Maßstabs 1 : 1 500 000 zur Verfügung standen. Auf diese Weise konnten Aufschlüsse kartiert und gezielt im Gelände aufgesucht werden, um die geologischen Verhältnisse, die vorkommenden Gesteinsarten und deren Lagerungsverhältnisse sowie Störungssysteme zu erkunden.

Der Problemstellung entsprechend erstreckte sich das Hauptaugenmerk zuerst auf die Bestandsaufnahme der Gewässersituation, wobei neben sedimentologischen, hydrochemischen und morphologischen Untersuchungen auch die Erfassung vegetationskundlicher und faunistischer Merkmale des Seeufers und des Seebodens erfolgte. Hierzu wurde eine Belegsammlung angelegt. Da der Schwerpunkt dieser Arbeit auf dem Vergleich aktuoökologischer und paläoökologischer Untersuchungen liegt, ist insbesondere das Artenspektrum und die Verbreitung von Charophyten, Ostrakoden und Gastropoden eine wertvolle Information für die Rekonstruktion der holozänen Gewässerentwicklung.

Erste Anhaltspunkte für vorzeitliche Seespiegelschwankungen ergaben sich aus der Kartierung und Nivellierung von Seeböden, z. T. im unmittelbaren Uferbereich der Gewässer gelegen, deren Sedimente und Fossilinhalte auf

gravierende Milieuveränderungen hinwiesen. Um eine zuverlässige zeitliche Einordnung der vorzeitlichen Seeböden unter Berücksichtigung des Reservoireffekts vornehmen zu können, wurden Altersbestimmungen mittels der ¹⁴C-Methode sowohl an der carbonatischen als auch an der organischen Fraktion ausgewählter Proben vorgenommen. Das methodische Problem des Reservoireffekts ist für zukünftige Arbeiten zur Gewässerrekonstruktion von grundsätzlicher Bedeutung. Um Informationen über die Schichtenfolge des tieferen Untergrundes zu erhalten, wurden im Bereich der Fußflächen des Hei Shan Tou und Yabrai Shan sowie im engeren Arbeitsgebiet des Seenkatasters charakteristische Aufschlüsse von Festgesteinen bearbeitet. Bedeutsam war dabei die Lokalität Yikeliaobao mit mehreren Festgesteinaufschlüssen, an denen stratigraphische, lithofazielle und neotektonische Merkmale dokumentiert werden konnten (Kap. 2.2.2).

Die Ergebnisse der Geländekampagnen wurden im Anschluß an die Expedition in den Jahren 1996 und 1997 in Berlin ausgewertet. Anhand der Laborbefunde, der Auswertung der Feldbücher und der daraus erstellten Karten wurde die Arbeitsgrundlage für ein Gewässerkataster geschaffen. Die Rekonstruktion der Gewässerentwicklung konzentrierte sich auf die Typisierung fazieller Einheiten und daraus abgeleiteter paläolimnologischer Milieubedingungen. Bei der Auswahl der zu datierenden Proben wurde besonderer Wert auf eine systematische Untersuchung zum Problem von Reservoireffekten gelegt. Hierzu bot der See Nuertu die beste Voraussetzung, da hier rezentes Material und vorzeitliche Seeböden verschiedener Fazies-Typen systematisch beprobt und datiert werden konnten. Statt einer weitflächigen Verteilung einzelner, isolierter ¹⁴C-Daten im Arbeitsgebiet wurde daher eine Konzentration auf bestimmte Gebiete angestrebt.

Die Arbeit ist in fünf Abschnitte unterteilt. Nach der ausführlichen Vorstellung des Arbeitsgebietes (Kap. 2) werden die rezenten geoökologischen Verhältnisse in Form eines Gewässerkatasters vorgestellt, wobei der Hydrochemie und der Sedimentologie eine besondere Gewichtung zukommt (Kap. 3). Die im Anschluß daran behandelten Profile dokumentieren vorzeitliche lakustrine, semilakustrine und äolische Sedimente (Kap. 4), die zu verschiedenen faziellen Einheiten zusammengefaßt werden. In Kap. 5 erfolgt eine Beurteilung der Befunde als Indikatoren der vorzeitlichen Gewässer- und Landschaftsentwicklung. Auf dieser Grundlage werden anschließend die Rekonstruktion der Gewässerentwicklung und insbesondere das Problem der chronostratigraphischen Zuordnung behandelt. Hier wird die Zuverlässigkeit von ¹⁴C-Daten thematisiert, die durch Reservoireffekte (z.B. Hartwasser-Effekt) u. U. entscheidend beeinflußt werden kann (Kap. 5.4). Die Gesamtbeurteilung der Ergebnisse und Schlußfolgerungen werden durch einen überregionalen Vergleich (Kap. 5.5) ergänzt und ein Modell der Gewässerentwicklung vorgestellt (Kap. 5.6).

2. Das Arbeitsgebiet

2.1 Lage des Arbeitsgebietes

Die Badain Jaran Wüste (39°30' bis 41°30' nördl. Breite; 100° bis 103°30' östl. Länge) befindet sich auf dem westlichen Teil des Alashan-Plateaus in der Inneren Mongolei. Mit einer Fläche von 44 000 km² ist sie die drittgrößte Wüste in China, wobei die maximale Nord-Süd-Erstreckung 270 km beträgt bei einer maximalen Ost-West-Erstreckung von 330 km Länge. An der schmalsten Stelle beträgt die Ost-West-Erstreckung in Höhe von 40°30'N nur noch 120 km. In der westlichen Literatur werden die Badain Jaran Wüste und die Tengger Wüste mit dem mißverständlichen Begriff „Ala Schan Wüste“ zusammengefaßt (McKEE 1979). Im Süden ist die Badain Jaran Wüste umgrenzt von den Gebirgszügen des Hei Shan Tou (max. Höhe 1963 m ü.d.M.), - einem Ausläufer des Heli Shan - sowie im Südosten durch den bis 1957 m ü.d.M. aufragenden Yabrai Shan. Die beiden Gebirge bilden einen nach Norden und Westen offenen Winkel. Südlich des Hei Shan Tou schließt sich der Hexi-Korridor im Vorland des Qilian Shan an. Die Gletscher des über 5000 m hohen Qilian Shan liegen nur 220 km SW des Arbeitsgebietes. Im Westen und Norden grenzt die Wüste an die Sumpf- und Steppenebenen von Gurinai bzw. Guaizi Hu in Höhen um 1000 m ü.d.M. Im Gegensatz zu anderen Wüsten Zentralasiens sind mehr als 50 % der Gesamtfläche von Megadünen geprägt, deren relative Höhe 200 bis 300 m, im Südosten sogar bis zu 430 m beträgt.

Hydrographisch ist die Badain Jaran Wüste ein abflußloses Gebiet des Alashan-Plateaus. Mit Ausnahme der Gebirgsumrahmungen im Süden und Osten gibt es keine Erhebungen im Einzugsgebiet, die als Niederschlagsfänger fungieren könnten. Daher fehlen auch perennierende oberirdische Zuflüsse in jeglicher Form.

In vegetationskundlicher Hinsicht vollzieht sich der Übergang vom semiariden Steppen- bzw. Graslandgürtel zu den vollariden Sand- und Kieswüsten.

Geotektonisch liegt die Badain Jaran Wüste im Grenzbereich zwischen dem durch Bruchfalten-Gürteln vom Typ der Plattform charakterisierten Ostchina und dem aus stark gefalteten paläozoischen geosynklinalen Gürteln bestehenden Westchina.

Klimageographisch ist die Badain Jaran Wüste der Klimaregion der nordwestlichen Binnenwüsten mit einem ausgeprägten winterkalten Wüstenklima (BWK-Klima nach KÖPPEN 1936) zuzuordnen. Dieser Raum unterliegt primär den Einflüssen zyklonaler Wetterlagen der außertropischen Westwindzone. Die Verwirbelung zyklonaler Kaltluft mit feuchtwarmen monsonalen Luftmassen kann dabei - wie im Spätsommer 1995 (Kap. 2.5.1) - zu außergewöhnlichen Niederschlägen führen.

Hinsichtlich der administrativen Gliederung Chinas gehört die Badain Jaran Wüste zum Autonomen Gebiet Innere Mongolei (Nei Mongol Zizhiqu) mit den Verwaltungseinheiten Ejina Qi und Alxa Youqi. Der südlich gelegene Hexi-Korridor liegt bereits in der Provinz

Gansu. Auf dem LANDSAT-Satellitenbildmosaik in Beilage 2 sind verschiedene Landschaften zu unterscheiden:

Den weitaus größten Teil nehmen die Megadünen der Badain Jaran Wüste ein, deren Dünenkämme in etwa von NE nach SW streichen. In den Dünenalungen sind die Gewässer als schwarze, scharf umgrenzte Flächen gut zu erkennen. Das Verteilungsmuster der kleineren Seen erinnert vor allem im westlichen Bereich an eine perlschnurartige Aufreihung von Gewässern, während die großen Seen eher schachbrettartig angeordnet sind.

Im Süden und Südosten schließen sich die Gebirgsvorländer des Yabrai Shan und Hei Shan Tou an. Beide Festgesteinskomplexe sind durch ein Netz von Störungen gegliedert, die sich über viele Kilometer verfolgen lassen. Südöstlich des Yabrai Shan existiert eine Grabenbruchzone, die sich durch die weiß erscheinenden Salztonebenen gut von der Umgebung abhebt. In südöstlicher Verlängerung des Grabens sind die Salzpfannen von Saerte zu erkennen, die für den Salzabbau genutzt werden. Südlich des Hei Shan Tou befindet sich ein weitgespanntes Becken, dessen tiefster Bereich weiße Salzionflächen als Relikte episodisch existierender flacher Wasserkörper erkennen läßt.

Das dem Autonomen Gebiet Innere Mongolei zugehörige Arbeitsgebiet (39°26' bis 40°00' nördlicher Breite; 102°00' bis 102°33' östl. Länge) umfaßt den Bereich im Südosten der Wüste, der durch die höchsten Megadünen und zahlreiche Seen gekennzeichnet ist. Die Fläche des Arbeitsgebietes ist identisch mit der Karte „Map of typical Megadunes in Badain Jaran Desert, 1:100 000“ (Beilage 4). Es umspannt eine Fläche von 62 x 46 km, entsprechend 2852 km². Die Vertikalerstreckung des Arbeitsgebietes beträgt 454 m (1130 bis 1584 m ü.d.M.), wobei sich die Angaben über die absoluten Höhen der Megadünen auf den Bearbeitungsstand der Kartenaufnahme in den 60er Jahren beziehen.

2.2 Geologische Verhältnisse

2.2.1 Allgemeine Geologie und Tektonik der Badain Jaran Wüste und ihrer Randbereiche

Der Kenntnisstand zur Geologie und Tektonik der Badain Jaran Wüste beruht im wesentlichen auf den Publikationen der Ministerien für Geologie und Lagerstätten des Autonomen Gebietes Innere Mongolei und der Provinz Gansu. Die geologischen Karten stehen in den Maßstäben 1:1 500 000 (Ministry of Geology and Mineral Resources of Nei Mongol Aut. Region 1991) sowie 1:1 000 000 (Ministry of Geology and Mineral Resources of Gansu Province 1989) mit Erläuterungen in chinesischer Sprache zur Verfügung. Zusammenfassende Übersichten zur Paläogeographie (WANG Hongzhen 1985), zur Dynamik

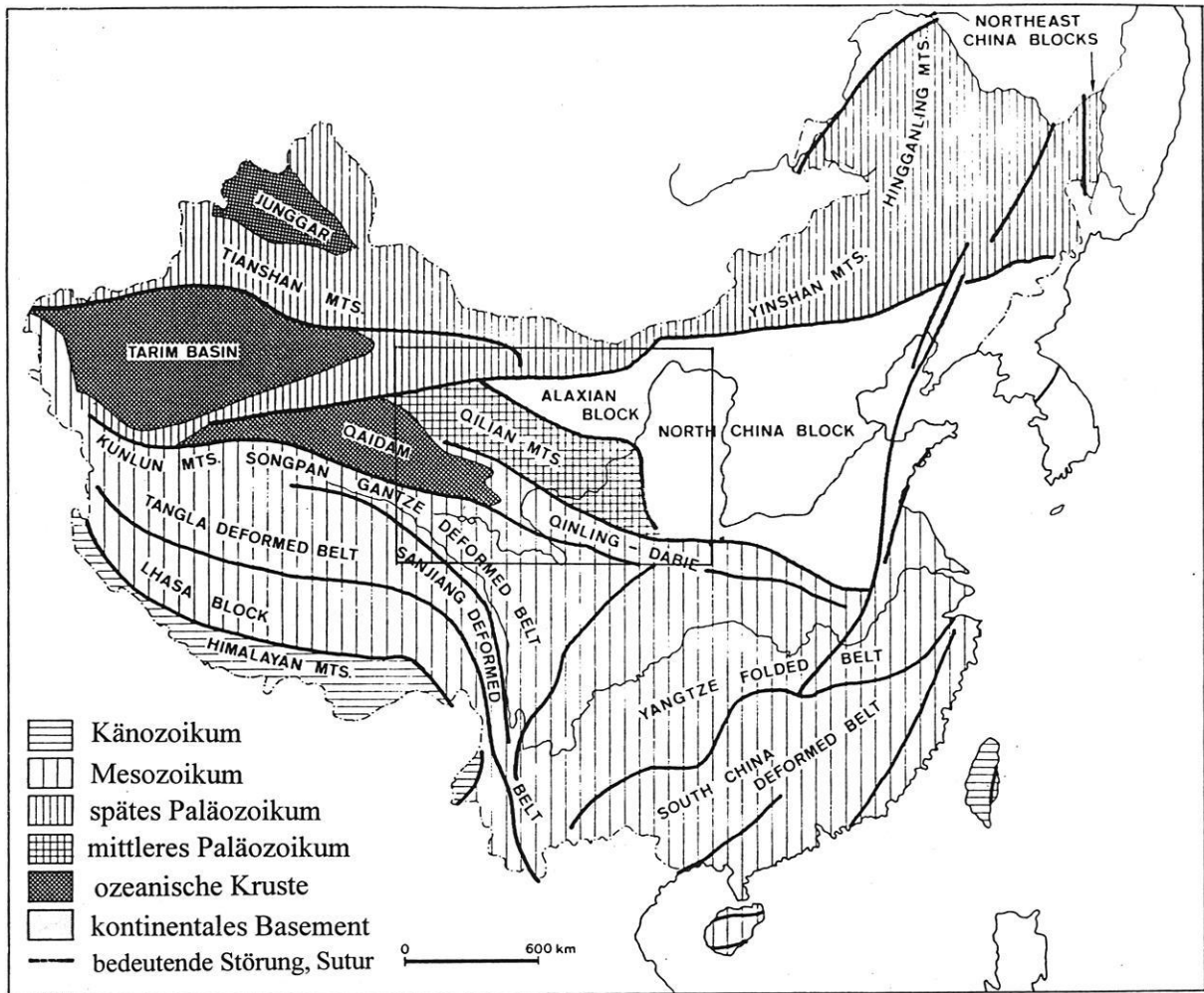


Abb. 2: Geotektonische Einheiten von China (HSÜ 1989: 211, verändert). Das Rechteck gibt die Lage der Abb. 3 an.

der Lithosphäre (MA Xingyuan 1989) und zur Geophysik (YUAN Xuecheng 1996) finden sich in den entsprechenden Atlanten der geologischen, geophysikalischen und insbesondere der seismologischen Dienste. Die genannten Karten bildeten in Verbindung mit LANDSAT-Szenen (Maßstab 1 : 500 000) und Luftbildern (Maßstab 1 : 40 000) die Arbeitsgrundlage für die folgenden Ausführungen.

Naturräumlich ist die Badain Jaran Wüste dem westlichen Alashan-Plateau zuzuordnen. In geotektonischer Hinsicht besteht das Plateau jedoch aus zwei verschiedenen Einheiten, wobei die Grenzlinie in Gestalt der Altyn-Tagh-Lithosphären-Bruchzone (TAPPONIER et al. 1986) etwa in Höhe des 40. Breitengrades verläuft (Abb. 2).

YUAN Xuecheng (1996) deutet sie als fossile Kontaktzone innerhalb eines neu entstandenen Intraplattenbereichs zwischen der indischen und eurasischen Platte im Sinne

einer Geosutur. Nördlich dieser Linie gehört das Alashan-Plateau zum variskisch angelegten Tianshan-Khingan Faltenystem, das von anderen Autoren auch als Xing-Meng Falteingürtel benannt wird (XU, Wang et al. 1989). Südlich dieser Linie ist die Badain Jaran Wüste und damit das Arbeitsgebiet Teil des Alashan-Blocks (Alaxian block), dessen Basement aus Metamorphiten des Proterozoikums besteht. Nach neueren plattentektonischen Vorstellungen (HSÜ 1989) grenzt der Alashan-Block im Osten an den Nordchina-Block, der ältesten geologischen Einheit Chinas. In herkömmlichen chinesischen Vorstellungen zur Tektogenese werden sie auch als Alashan-Plattform bzw. Sino-Korea-Paraplattform bezeichnet (HUANG Chi-Ching 1978). Im Süden schließt sich das kaledonische Qilian Shan Faltenystem an, wobei auch hier eine tiefreichende Lithosphären-Bruchzone (nördliche Nanshan Bruchzone) die übergeordnete Grenzlinie darstellt. Beide Bruchzonen des Altyn-Tagh

und des Nan Shan durchziehen die gesamte Lithosphäre und sind seit dem Paläozoikum polyzyklisch durch Kompressions- und Scherbewegungen aktiv. Eine genauere Beschreibung der präkänozoischen Tektogenese findet sich in der Arbeit von HUANG (1978) sowie von MISCHKE (1996).

Die geodynamischen Prozesse des Alashan-Plateaus wurden seit dem Übergang Mesozoikum/Känozoikum durch zwei bedeutende Tektogenesen geprägt, der Yenshan-Tektogenese und der Kollision der Kontinentalmassen von Indien und Eurasien seit dem Eozän. Während der Yenshan-Tektogenese (Jura/Kreide) entstanden am südlichen Rand des Alashan-Blocks im Bereich des Hexi-Korridors entlang einer ENE-WSW streichenden divergenten Blattverschiebung mehrere tektonische Becken in Gestalt von „pull-apart-Strukturen“ (Abb. 3).

Der Hexi-Korridor mit einer Gesamtfläche von ca. 100 000 km² weist mehr als 20 Becken auf, deren bis zu 7000 m mächtige Sedimentfüllungen bedeutende Erdöl- und Kohlelagerstätten sind (XU Wang et al. 1989). Von industrieller Bedeutung sind insbesondere jurassische Ablagerungen. Als Resultat der Deformationsereignisse der Yenshan-Tektogenese bildeten sich am Südrand des Alashan-Blocks bedeutende West-Ost verlaufende Störungszonen und Senken aus. Das Chaoshui-Becken als eine der größten Strukturen des Hexi-Korridors wird im Norden durch den Longshou Shan und den Hei Shan Tou begrenzt und ist wegen der räumlichen Nähe zum Arbeitsgebiet ein geeignetes Beispiel für die geologischen Verhältnisse des tieferen Untergrundes. Der Schnitt in Abb. 4 zeigt nördlich des Longshou Shan das Basement der Alashan-Plattform, das aus präsinischen Metamorphiten und lokal begrenzten Granitintrusionen besteht.

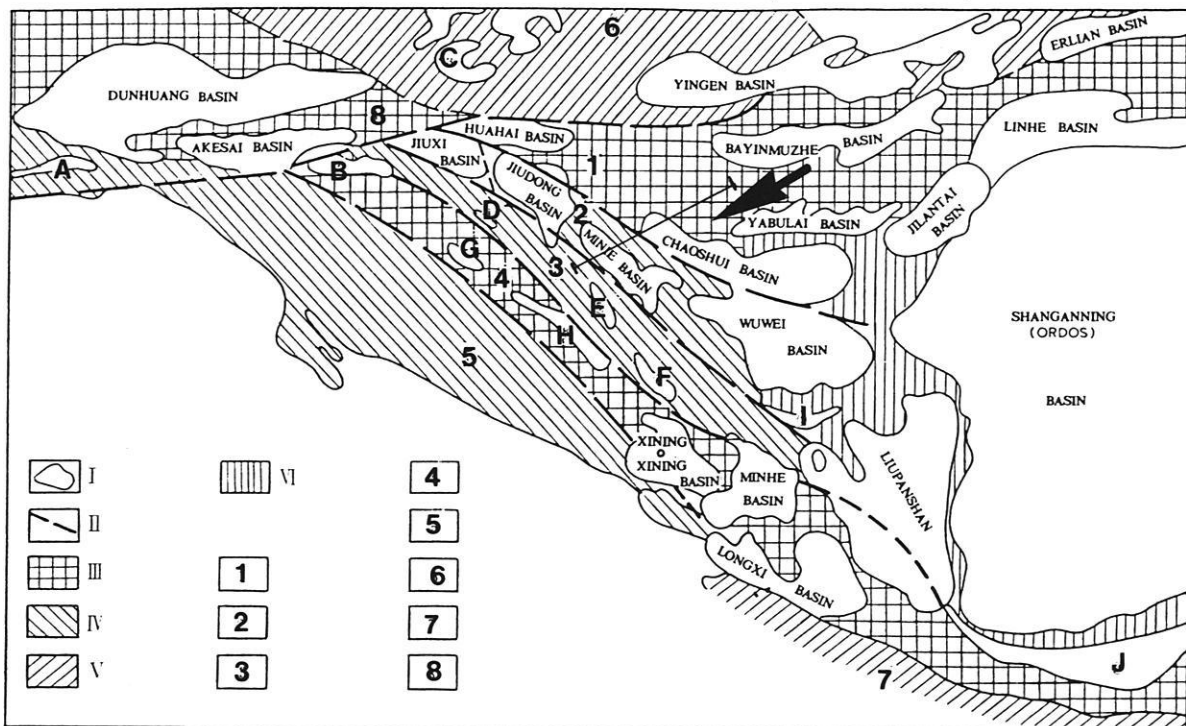


Abb. 3: Tektonische Übersichtskarte des Hexi-Korridors mit Darstellung der wichtigsten Sedimentbecken (XU Wang et al. 1989: 54, verändert). Der Pfeil gibt die Lage des Arbeitsgebietes an. Die Profilinie des Geologischen Schnitts in Abb. 4 ist links neben dem Pfeil eingezeichnet.

Erläuterungen:

I = Sedimentbecken; II = Lineamente; III = präsinische Gesteine; IV = kaledonischer Falteingürtel; V = herzynischer Falteingürtel; VI = paläozoische Gesteine;

1 = Alashan Massiv; 2 = Hexi-Korridor; 3 = Falteingürtel des nördlichen Qilian Shan; 4 = Hebungsbereich des Zentralen Qilian Shan; 5 = Falteingürtel des südlichen Qilian Shan; 6 = herzynischer Falteingürtel des Xing Meng; 7 = Falteingürtel des Qinling Shan; 8 = Tarim Massiv;

Namen der Sedimentbecken: A = Kuerkuli Becken; B = Changma Becken; C = Zhongkouzi Becken; D = Taolai Becken; E = Jilian Becken; F = Menjuan Becken; G = Shule Becken; H = Muli Becken; I = Jiutiaoling Becken; J = Weihe Becken.

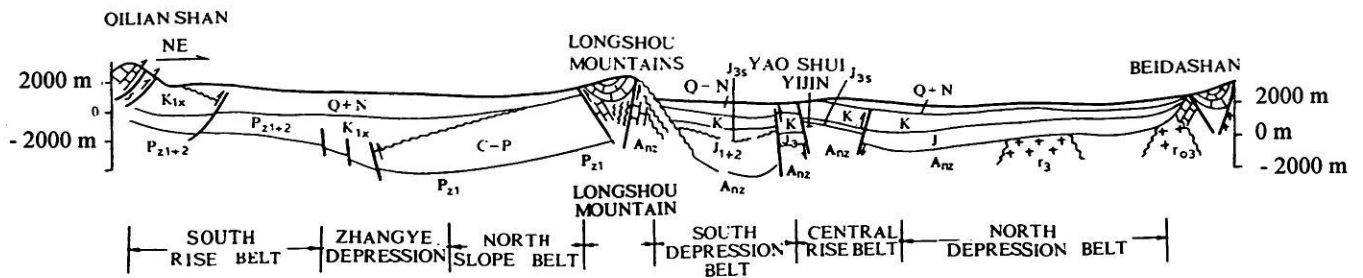


Abb. 4: Geologischer Schnitt von SW nach NE durch das Minluo-Chaoshui Becken (XU Wang 1989: 58, verändert). Zur Erläuterung der Stratigraphie s. Beilage 3. Der Verlauf der Profilinie ist in Abb. 3 eingetragen.

Die darüber lagernden bis zu 2000 m mächtigen mesozoischen und känozoischen Decksedimente sind durch Störungszonen in Senken und Schwellen gegliedert. Neben diesen großen Strukturen bildete sich auf der Alashan-Plattform auch das 12 000 km² große Yabulai-Becken östlich des Yabrai Shan in einer Grabenbruchzone sowie das weiter nördlich gelegene Bayinmuzhe-Becken aus (XU Wang et al. 1989: 56).

Die seit dem Eozän bis zur Gegenwart andauernde Subduktion der indischen Platte unter die eurasiatische Platte und die dadurch verursachte Himalaya-Orogenese verursachte eine intensive Nord-Süd-Kompression und führte neben vertikalen Bewegungen auch zum lateralen Herauswandern stabiler Plattenteile entlang von Ost-West gerichteten Seitenverschiebungen.

Beide Tektogenesen prägten den Alashan-Block bzw. das Alashan-Plateau vor allem an den Plattenrändern, wo sich Grabenbruchzonen bildeten. Hier ist vor allem der Yabulai Grabenbruch östlich des Yabrai Shan zu nennen. Kleinere Grabenbruchzonen wie der 180 km lange und nur 10 km breite, in Nord-Süd-Richtung verlaufende Gurinaj-Graben entstanden am Westrand der Badain Jaran Wüste. Rechtwinklig dazu verläuft am Nordrand der Wüste der 100 km lange und 6 km breite Halbgraben der Guaizihu-Depression in Ost-West Richtung mit einem Vertikalversatz bis zu 70 m (MISCHKE 1996). In den zentralen Bereichen der Badain Jaran Wüste entspricht der Ablagerungsraum der Alashan-Plattform jedoch nicht einer typischen Beckenstruktur, sondern eher einem Plateau, das im zentralen Bereich schwach eingedellt ist. Die Bildung dieser Depression begann an der Wende vom Mesozoikum zum Känozoikum.

Nach Angaben des Geophysikalischen Atlas der VR China (YUAN Xuecheng 1996) beträgt im Bereich des Alashan-Blocks die Tiefenlage der Oberkante von Festgesteinen mit einem hohen Magnetisierungsgrad zwischen 0,5 km bis zu 2 km unter Gelände (YUAN Xuecheng 1996). Daraus kann auf eine geringe Mächtigkeit känozoischer Sedimente geschlossen werden. Der gegenwärtige Temperaturverlauf der zwischen 140-150 km mächtigen Lithosphäre des Alashan-Blocks weist oberflächennahe Gradienten von

1,5° bis 2°C/100 m auf. In 2 km Tiefe herrschen Temperaturen von 40° bis 50°C, die bis zur Moho-Diskontinuität in 46 bis 48 km Tiefe auf Werte zwischen 700° und 750°C ansteigen. Diese Daten sowie die relativ stabile Lage des Alashan-Blocks weisen zwar auf eine Normalkruste mit schwacher tektonischer Aktivität hin, deren regionale Seismizität dennoch in Gestalt von Erdbeben durchaus die Reliefgestaltung und die Lagerungsverhältnisse von Gesteinen prägt. Allein im Zeitraum von 1905 bis 1980 ereigneten sich mindestens vier Erdbeben mit einer Magnitude $M = 5,0$ bis $5,9$ auf der nach oben offenen RICHTER-Skala, deren Epizentren in einem Radius von nur 100 km vom Arbeitsgebiet entfernt waren (Abb. 5).

Generell folgt einer Periode starker Seismizität eine ruhigere Phase. Besonders hervorzuheben ist die Periode starker Seismizität im Zeitraum 1919 bis 1927. Im weiteren Umkreis ist besonders das verheerende Erdbeben mit der Magnitude 8 vom 25. Mai 1927 zu erwähnen, dessen Epizentrum sich 170 km südlich des Arbeitsgebietes bei der Stadt Wuwei im Hexi-Korridor befand. Nach Augenzeugenberichten hatte dieses Beben sogar Auswirkungen auf die Seen der südöstlichen Badain Jaran Wüste, wo am Ufer des Sees Nouertu Erdspalten entstanden. Die Herdtiefe der Beben ist mit Werten bis zu 20 km generell als sehr flach einzustufen. Lediglich die Erdbeben $M > 6$ weisen Herdtiefen von 10 bis 25 km auf. Die Achse der maximalen Kompressionsspannung verläuft etwa von SW nach NE bzw. SSW nach NNE, entsprechend der gegenwärtigen nach NE gerichteten Horizontalbewegung der Qaidam-Platte, die sich mit einer Rate von 8 bis 18 mm/Jahr gegen den Alashan-Block verschiebt. Dieser Gradient der horizontalen Kompression hat sich seit dem Jungtertiär kaum verändert und kennzeichnet das gegenwärtige Spannungsfeld. Insgesamt ist festzustellen, daß sich auf dem Alashan-Block verschieden alte und polyzyklisch aktive Lineamente und Störungszonen überlagern, wobei die Reliefverhältnisse entscheidend durch die Himalaya-Orogenese geprägt wurden.

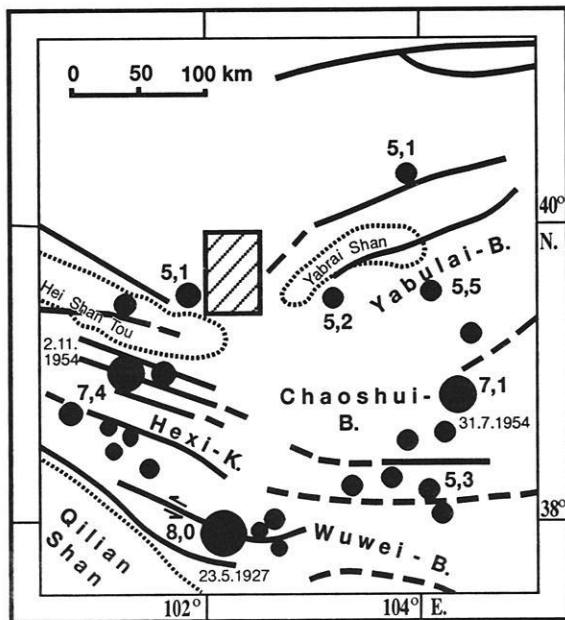


Abb. 5: Erdbeben-Epizentren und bedeutende tektonische Störungssysteme im Hexi-Korridor mit Angabe der Magnitude und des Datums (Datengrundlage: MA, Xingyuan 1989; YUAN Xuecheng 1996)
Erläuterungen:

- ←→ sinistrale Blattverschiebung besonders schwerer Erdbeben ($M > 6,0$)
- Störung, nachgewiesen
- - - Störung, vermutet
- Epizentrum mit Angabe der Magnitude und ggf. des Datums
- ▨ Arbeitsgebiet

2.2.2 Regionale Geologie und Tektonik im Südosten der Badain Jaran Wüste

Eine geologische Übersichtskarte der südöstlichen Badain Jaran Wüste und ihrer Gebirgsumrahmungen zeigt Beilage 3. Die ältesten geologischen Einheiten finden sich im südlichen Bereich des Hei Shan Tou in Gestalt migmatisierter Gneise des Archaikums und Metamorphite des frühen Proterozoikums, die westlich der Straße nach Saerte einige Granitintrusionen als Relikte spät-variszischer Tektonik aufweisen. Die kristallinen Basementkomplexe des Yabrai Shan und Hei Shan Tou bestehen aus paläozoischem Granit und Granodiorit, der durch zahlreiche Lineamente intensiv gegliedert ist. An den dadurch entstandenen Schwächezonen konnten sich eng begrenzte Intrusionskörper basischer Plutonite, insbesondere Gabbros, bilden.

Die weitere Stratigraphie des Raumes wird durch bedeutende Schichtlücken bestimmt. Silurische, devonische, karbonische und triassische Gesteine fehlen in diesem Gebiet. Vereinzelt sind lokal eng begrenzte Gesteine des

Perm (Shang'alxa Formatio, Pt₁sl) in beiden Gebirgen sowie östlich von Alxa Youqi ausgewiesen, die übergeordnet aus kristallinen Schiefen, Gneis und Marmor bestehen.

Von größerer Bedeutung sind jurassische Sedimentgesteine einer fluvio-lakustrinen bis rein lakustrinen Sumpf-Fazies, die in den Becken bedeutende Mächtigkeiten erreichen. Die jurassische Qintujing Formation (J₂qn) erreicht im Chaoshui-Becken Mächtigkeiten von 1000-1500 m und führt bis zu 150 m mächtige Ölschiefer und Kohlevorkommen, die bei der Stadt Alxa Youqi im Untertagebau gefördert werden.

Im Übergang zur Kreidezeit markieren höhere Sedimentationsraten und gröbere klastische Sedimente den Übergang zu einer alluvialen Fazies. Als wüstenrandnahe Bildungen sind klastische Rotsedimente der Miaogou-Formation (Untere Kreide, K₁m) mit erbohrten Mächtigkeiten bis zu 349 m weitflächig im Vorland des Yabrai Shan und Hei Shan Tou verbreitet. Es handelt sich dabei um klastische Sedimente in Gestalt tiefroter grober Konglomerate, Fanglomerate und Sandsteine mit Einschaltungen von schluffigen Lagen. Hinsichtlich der Geröllführung und Körnung der Gesteine ergibt sich eine Differenzierung der morphologischen Wertigkeit, da die Fanglomerate und grobkörnigen Sandsteine eine höhere Verwitterungsresistenz aufweisen als die feinkörnigen Sandsteine. An vielen Stellen kann daher eine Abfolge von mehreren Steilstufen aus Konglomeratbänken beobachtet werden, die durch mehr oder weniger schmale Simse aus Sandstein voneinander getrennt sind. Ein Aufschluß am Nordrand des Hei Shan Tou zeigt eine Abfolge von laminierten Schluff- und Tonlagen im Wechsel mit Sandsteinlagen, die morphologisch als Stufenbildner in Erscheinung tritt (Foto 6 auf Tafel 5, Kap. 9.1). Die Schichtfolge weist interne Verfaltungen (convolute bedding i.S. von PETTIJOHN et al. 1987: 117) und Wülste auf sowie Ballengefüge (ball and pillow structure). Derartige Deformationen konnten auch in anderen Aufschlüssen beobachtet werden. Am Wüstenrand werden sie zunehmend von Dünenansand bedeckt. In Depressionen zwischen den Megadünen im südlichen Arbeitsgebiet sowie am Aufschluß von Yikeliaobao stehen verwitterte tiefrote Fanglomerate an, deren Komponenten hauptsächlich aus stark verwitterten, kantigen bis kantengerundeten metamorphen und plutonischen Geröllen bestehen und Relikte von Fußflächenschüttungen darstellen. Es ist zu vermuten, daß weite Teile der Badain Jaran Wüste von dieser kreidezeitlichen Formation unterlagert werden. Untergeordnet treten in den klastischen Sedimenten auch Gipsablagerungen auf. Da es im Arbeitsgebiet nur bei der Lokalität Yikeliaobao (39°40'34''N, 102°18'36''E) mehrere Festgesteinsaufschlüsse gibt, die im Zuge der Geländearbeiten kartiert und vermessen wurden, sei ein schematisches Profil im folgenden erläutert (Abb. 6).

Die Lokalität ist durch eine WSW-ENE streichende Schichtstufe gekennzeichnet, die auf einer Länge von ca. 3 km morphologisch markant in Erscheinung tritt (Foto 1 auf Tafel 2, Kap. 9.2). Nördlich des Aufschlusses B ist eine weitere Stufe ansatzweise zu erkennen. Durch fluviale Prozesse ist das dicht unter der Oberfläche anstehende

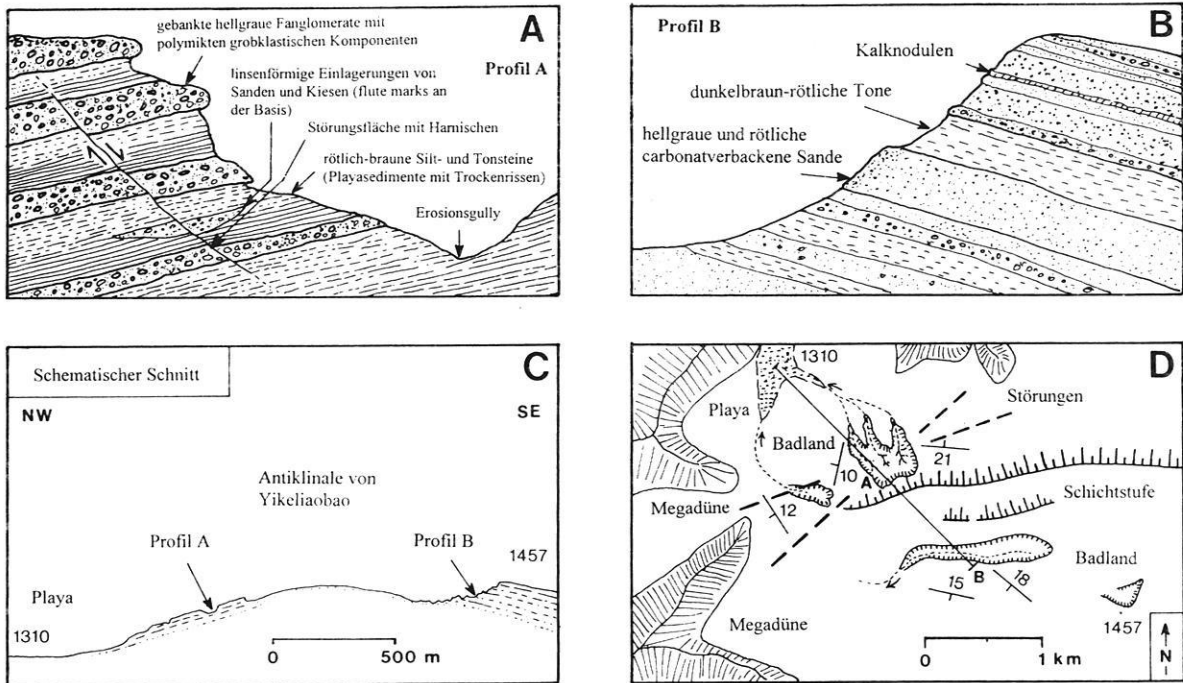


Abb. 6: Aufschluß von Fanglomeraten und schluffig-tonigen Sedimenten bei der Lokalität Yikeliaobao (39°40'N, 102°18'E, zur Lage s. Luftbild in Foto 1 auf Tafel 2). Erläuterungen: A und B = Schichtenfolgen der Fanglomerate und playaähnlicher Sedimente; C = die Aufwölbung von Yikeliaobao im schematischen Querprofil; D = Lageplan zur Gesamtsituation mit Angaben zum Streichen und Fallen der Sedimente sowie eingemessener Störungen (Quelle: eigene Geländeaufnahme).

Gestein an mehreren Stellen zu max. 0,5 km² großen Arealen in Gestalt von Badlands freigelegt (Foto 3 auf Tafel 5, Kap. 9.1). Das Gerinnenetz der Erosionsrinnen läuft nach mehreren hundert Meter in kleinen Playaflächen aus, die aktuell nach außergewöhnlichen Regenfällen kurzfristig Wasser führen. Die Erosionsrinnen sind an einigen Stellen bis zu 20 m tief mit sehr steilen Rändern in das Anstehende eingetieft. In den beiden größten Badland-Arealen konnten die Profile A und B aufgenommen werden.

Die im Profil B (1450 m ü.d.M.) gezeigte Schichtenfolge besteht aus Wechsellagen hellgrauer bis rötlicher Sande mittlerer und grober Körnung mit unterschiedlichen Kiesanteilen, die in einer carbonatischen Matrix verbacken sind. Die Schichten fallen etwa 15° bis max. 20° nach SW ein. Als morphologisch härtere Schichten treten bis zu 15 cm mächtige Kalkkrusten sowie etwa 1 m mächtige Sandsteine mittleren Verfestigungsgrades in Erscheinung. An der Basis folgen 1 bis 2 m mächtige dunkelbraun-rötliche Tonschichten mit hohem Carbonatgehalt. Das Profil A (1370 m ü.d.M.) zeigt eine Wechselfolge von gebankten hellgrauen Fanglomeraten mit rötlich-braunen Silt und Tonsteinen (Foto 4 auf Tafel 5, Kap. 9.1). Die polymikten faust- bis kopfgroßen Klasten sind schlecht sortiert und kantig bis kantengerundet. Auffallend ist der

hohe Verwitterungsgrad, besonders die oberflächennahen Klasten sind stark vergrust. Als größte Klasten treten kantige Granitbrocken (40 x 25 x 20 cm) auf. Die Grundmasse, deren Anteil auf etwa 50 % geschätzt wird, ist sandig bis feinkiesig, sehr carbonatarm und weist quarziti-sche Zemente auf. Die Mächtigkeit der Fanglomeratbänke nimmt vom Top (2 bis 3 m) zur Basis (1 m) ab. Im Gegensatz zum Profil B ist der Anteil der Carbonate an der Grundmasse äußerst gering. Der Basiskontakt zu den tonigen Schichten ist scharf abgesetzt. Die bis zu 7 m mächtigen geschichteten Silte und Tone sind carbonatarm und stark verwittert (Foto 5 auf Tafel 5, Kap. 9.1). Vereinzelt kommen dünne Bänder mit Kalknodulen vor. An einigen Stellen treten lagenweise Trockenrisse von einigen Zentimetern Tiefe auf, die mit Sand verfüllt sind. Linsenartige, bis zu 1,5 m mächtige Einlagerungen von Sandstein und Fanglomerat lassen den Schluß zu, daß es sich um vorzeitliche Rinnenfüllungen handelt. Diese Annahme wird durch die Existenz von Kolkmarken (flute marks) erhärtet, die an der Basisfläche zu den unterlagernden Tonschichten erhalten sind. Durch fluviale Erosion der Tonoberfläche entstanden stromlinienförmige Vertiefungen im Zentimeterbereich, die durch die Verfüllung mit Sandstein erhalten sind. Das erodierte Material findet sich häufig in Gestalt von Tongeröllen in den gröberen Sedimenten wieder. Die Schichten fallen in einem Winkel

von 10° bis 15° nach NW ein. Insgesamt weist die Schichtfolge auf Sedimentation schluffig-toniger Playasedimente im Liegenden hin, die zum Hangenden durch grobklastische Sedimente als Folge rinnenhafter bzw. flächenhafter Abflüsse (Schichtfluten) in Gestalt von Rinnenfüllungen bzw. Flächenschüttungen überlagert werden.

Die Messungen von Streichen und Fallen der Schichten der Aufschlüsse A und B in Abb. 6 lassen den Schluß zu, daß es sich hier um eine Aufwölbung im Sinne einer Antiklinale handelt. Als Stufenbildner treten mittel- und grobklastische Fanglomerate sowie carbonatverbackene Sande im Hangenden auf (Foto 4 auf Tafel 5, Kap. 9.1), während im Liegenden mittel verfestigte Sandsteine und pelitische Sedimente dominieren. Zahlreiche Störungen sowie vertikale Versatzbeträge einzelner Sedimentpakete um bis zu 2 m weisen auf eine aktive neotektonische Überprägung dieses Bereiches hin (Fotos 4 und 7 auf Tafel 5, Kap. 9.1). Sogar in den verfestigten Tonen wurden dezimetergroße Harnischflächen lokalisiert. Die Störungsflächen tauchen in Winkeln zwischen 59° und 71° nach SE bis S ab. Der Antiklinale von Yikeliaobao kommt sowohl in tektonischer wie in geologischer Sicht eine gebietsgliedernde Funktion zu und somit trennt sie das Arbeitsgebiet in einen nördlichen und südlichen Bereich.

Tertiäre Ablagerungen kommen nur vereinzelt im Vorland des Hei Shan Tou vor. Es handelt sich um rötliche klastische Sedimente und Gipsablagerungen des Oligozäns.

Die pleistozänen Ablagerungen (Q 3 und Q 4) bedecken den weitaus größten Teil der Gebirgsfußflächen in Form von alluvialen, lakustrinen und proluvialen Ablagerungen. Die Verbreitung vorzeitlicher lakustriner Sedimente ist besonders im östlichen Vorland des Yabrai Shan in Gestalt ausgedehnter Salzpflannen bei Saerte ausgeprägt, deren Halitvorkommen wirtschaftlich von Bedeutung sind. Die Badain Jaran Wüste wird vollständig von äolischen Sanden eingenommen.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß es bedeutende Schichtlücken in der stratigraphischen Abfolge gibt und hinsichtlich der Petrovarianz klastische Sedimente (insbesondere Fanglomerate) im Vorland bzw. kristalline Gesteine in den Gebirgen dominieren, während lösliche Gesteine in Gestalt von Gipseinschlaltungen vermutlich nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Die tektonische Gliederung ist in den durch zahlreiche Verwerfungslinien gekennzeichneten Festgesteinskomplexen gut sichtbar, während die Lineamente im Vorland - insbesondere im Arbeitsgebiet - durch quartäre Lockersedimente verhüllt sind. Die kristallinen Komplexe des Yabrai Shan und Hei Shan Tou sind durch bevorzugt E-W bzw. NE-SW verlaufende Störungen vielfach durchschert und in einzelne Bruchschollen zerlegt. Die intensive Zerschering steht im Zusammenhang mit der im Sinne einer Geosutur gedeuteten Altyn-Tagh-Lithosphären-Bruchzone, deren Achse etwa bei 39°30'N das Arbeitsgebiet quert. Diese Annahme wird durch die in

Beilage 3 eingetragene Überschiebungslinie erhärtet, deren Ausbißfläche von Alxa Youqi in östlicher Richtung durch den Hei Shan Tou verläuft. Auch im Yabrai Shan ist die Überschiebungsfläche - hier mit einem NE-SW-Verlauf - nachgewiesen. Die Überschiebung bewirkte sowohl eine Einengung als auch vertikale Relativbewegungen der durchscherten Gesteinseinheiten. Die dadurch verursachten Versatzerscheinungen äußern sich in stratigraphischen Sprüngen bzw. Sprunghöhen. Durch Auffächerung und Verzweigung der Überschiebung entstand entlang von Querstörungen eine mosaikartige Anordnung der Schollen. Die eingetragenen Schichtgrenzen - insbesondere der jurassischen Gesteine - und die Störungen deuten auf die Existenz komplex strukturierter Schuppen- bzw. Melangezonen im Sinne von EISBACHER (1996).

Im Yabrai Shan wird die Überschiebung im spitzen Winkel von einer eher E-W gerichteten Hauptverwerfung gekreuzt, die das Gebirge in eine Nord- und Südhälfte gliedert und vermutlich bis in das Arbeitsgebiet reicht. Die Grabenbruchzone östlich des Yabrai Shan hebt sich im Satellitenbild (Beilage 2) durch eine scharf markierte, bis zu 400 m hohe Steilstufe des Gebirgsrandes ab. Der Westrand des Yabrai Shan gleicht dagegen einer schwach nach Westen geneigten Fläche, die ohne bedeutende Reliefunterschiede in die Badain Jaran Wüste übergeht.

Insgesamt sind in der Beilage 3 zwei Störungen im Arbeitsgebiet als vermutete Verwerfungslinien eingetragen, wobei eine nahezu E-W verlaufende Störung die Verlängerung der Yabrai Shan Hauptstörung darstellt. Die andere vermutete Störung verläuft parallel zum Yabrai Shan in NE-SW Richtung und quert dabei die Lokalität Yikeliaobao (Kap. 2.2.2). Im südlichen Arbeitsgebiet biegt sie in eine NW-SE Richtung um. Ihr Verlauf wird durch die perlschnurartige Anordnung der Seen westlich des Arbeitsgebietes (101°30'E, 39°50'N) markiert, die in diesem Sinne auch von WALKER (1987) diskutiert wurde. Ein weiteres wichtiges Lineament ist die seit dem Paläozoikum polyzyklisch aktive Lithosphären-Bruchzone des Altyn-Tagh. Diese Störung durchschneidet den Hei Shan Tou in Ost-West-Richtung und biegt im Arbeitsgebiet nach Nordosten um. Aufgrund ungenauer Angaben ist ihr Verlauf in der Beilage 3 nicht angegeben.

Im östlichen Arbeitsgebiet kreuzen sich die genannten Störungen in verschiedenen Winkeln. ZHENG et al. (1993: 27) führen die dort ausgeprägte schachbrettartige Anordnung der Gewässer und Salzsumpfniederungen (102°25'E, 39°45'N) darauf zurück, daß die rechtwinklig aufeinander treffenden Störungen ein Netzwerk bilden (network fault structure), wobei sie in den Schwächezonen der Kreuzungspunkte bevorzugt Depressionen bilden. Zusammenfassend bleibt festzustellen, daß die Störungen im Arbeitsgebiet und der Umgebung hauptsächlich auf Scherbeanspruchung und Überschiebungen zurückzuführen sind und daß das Verteilungsmuster der Gewässer offensichtlich in einem Zusammenhang mit den genannten Störungen steht.

2.3 Geomorphologische Verhältnisse

Die folgenden Ausführungen über die geomorphologischen Höhenstufen der Badain Jaran Wüste und ihrer Randgebiete einschließlich ihrer Prozesse und Prozeßkombinationen ergänzen den Wissenstand bereits vorliegender Arbeiten (YANG Xiaoping 1991, HÖVERMANN et al. 1998). Anhand der Montage von Satellitenbildszenen in Beilage 2 können auf der Grundlage des Systems der klimatischen Geomorphologie nach HÖVERMANN (1985) mehrere Höhenstufen unterschieden werden. Dies wird anhand der Beilagen 1 und 2 entlang einer Profilinie von Westen nach Osten in Höhe von 39°45'N verdeutlicht, die beginnend vom See Nuortu (39°46'N, 102°28'E) auf einer Horizontalstrecke von 70 km eine max. Reliefenergie von 750 m aufweist.

Den weitaus größten Bereich nimmt die Höhenstufe des aerodynamischen Reliefs (1200-1400 m ü.d.M.) in Gestalt einer Dünenwüste ein. Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß die Klassifizierung von Dünen sehr unterschiedlich in der Fachliteratur gehandhabt wird (BESLER 1980), orientieren sich die folgenden Ausführungen an der Legende der Beilage 4 (JÄKEL & LU Jinhua 1996). Megadünen in Gestalt komplexer Transversaldünensysteme sind der dominierende Dünentyp (Foto 1 auf Tafel 5, Kap. 9.1). Der ausgeprägte Hauptkamm streicht in der Regel NE-SW und verläuft daher quer zur vorherrschenden winterlichen Windrichtung aus NW. Im Grundriß weisen sie eine Längserstreckung von 3-5 km, stellenweise sogar bis 10 km auf, bei einer Breite von 1-3 km. Die Megadünen sind kettenartig aneinander gereiht, wobei jede Megadünenkette durch 1-2 km breite Dünentalungen von der benachbarten Kette getrennt ist (Foto 1 auf Tafel 4, Kap. 9.1) Der Abstand der Kammlinien beträgt dabei ca. 3-5 km. Die relative Höhe zwischen Dünentalung und Megadünenkamm liegt in der Regel bei 250-300 m, kann in Einzelfällen jedoch sogar 430 m (eigene Messung mittels Höhenmesser) erreichen. Die steileren Leehänge weisen Hangneigungen von max. 31° auf, während die Luvhänge zunächst flach (12°-15°), nach einem konkaven Übergang steil ansteigen (24°-27°) (YANG Xiaoping 1991: 11). Die Luvhänge sind von superponierten Sekundärdünen besetzt, die häufig gitterartig angeordnet sind. Im Gegensatz dazu sind die Leehänge als gestreckte Hänge ausgeprägt. Diverse Grabungen am Hang der Megadünen zeigen regelhaft, daß lediglich die oberen Dezimeter (in der Regel ca. 30-50 cm) trocken sind, während die Bodenfeuchte in den tieferen Sandschichten sprunghaft zunimmt. Wie Profilgrabungen an Megadünen ergaben, ist der Dünenkörper durch eine Wechschichtung von Feinsanden und schluffigen Feinsanden gekennzeichnet (Foto 2 auf Tafel 5, Kap. 9.1), wobei die Mächtigkeit der einzelnen Laminen im Millimeter- bis Zentimeterbereich liegt. Die Schluffanteile liegen dabei in der Größenordnung von bis zu 10 % bezogen auf die Gesamtprobe. Der höhere Haftwassergehalt und die feine Laminierung bewirken einen stark verzögerten Transport des Sickerwassers. Gelegentlich kann an den

Dünenflanken das Sickerwasser in Gestalt kleiner Schichtquellen austreten.

Durch Farbe und Form lassen sich drei Dünengenerationen unterscheiden (YANG Xiaoping 1991, JÄKEL 1996, HÖVERMANN et al. 1998). Die älteste Generation ist durch graue Farbtöne gekennzeichnet und als wellige Landoberfläche zu beschreiben, die aus der Abflachung von Dünen hervorgegangen ist. Ihr sitzen Dünen rötlicher Färbung auf. Die jüngste Generation ist durch schnell wandernde kleine Dünen geprägt, deren Höhe um eine Zehnerpotenz kleiner ist als die der Megadünen und deren Sande nur schwach rötlich sind. Die Dünentalungen sind in Becken und Schwellen gegliedert, wobei die Becken häufig von Gewässern in Gestalt perennierender Seen oder Salzpflanzen (Bolsons) eingenommen werden.

Die Dünen sitzen im Bereich des Wüstenrandes einem Podest von Fanglomeraten auf, die aus kantigen und kantengerundeten Bruchstücken von Graniten, Gneisen, Quarziten und Granodioriten mit Längsachsen bis zu 40 cm bestehen. Außer der bereits erwähnten Lokalität Yikeliaobao (Kap. 2.2.2) konnten diese Fanglomerate auch an Aufschlüssen bei den Lokalitäten Lexiketu (39°36'N, 102°30'E) und Badan (39°32'N, 102°21'E) aufgenommen werden. Die Petrovarianz der Grundkomponenten entspricht den petrographischen Verhältnissen des Yabrai Shan und Hei Shan Tou. Da die Badain Jaran Wüste seit dem Tertiär und vermutlich bereits während der Kreidezeit als Sedimentationsraum von Bedeutung war, handelt es sich hier um die Relikte vorzeitlicher Fußflächenschüttungen unter semiariden bis ariden Bedingungen, die im Sinne von STÄBLEIN (1968) als Fanger zu bezeichnen sind. Die einzelnen zum Teil stark verwitterten und schlecht sortierten Komponenten sind in einer hellgrauen, sandigen, carbonatarmen bis carbonatfreien Grundmasse eingebettet. Häufig kommen Einschaltungen von Kies- und Sandlagen vor. In den Dünensenken ist das Ausgangsgestein der Fanglomerate häufig zu einer mehrere Dezimeter mächtigen Mittel- und Grobsanddecke verwittert, in der sich gelegentlich scherbige Kalkkrusten als Relikte einer vorzeitlichen Kalkkrustengeneration befinden. Nach Angaben der chinesischen Geologischen Karten handelt es sich um tertiäre und kreidezeitliche Ablagerungen. Die stark verfestigten Fanglomerate sind infolge tektonischer Prozesse häufig verstellt und bilden an mehreren Lokalitäten im Arbeitsgebiet Geländestufen aus, die besonders bei Badan (S 50) markant in Erscheinung treten. Anstehendes plutonisches oder metamorphes Gestein konnte bisher nicht nachgewiesen werden. Bei den Einzelfunden von Granitgneis (YANG Xiaoping 1991: 13) handelt es sich vermutlich um größere Einzelkomponenten der bereits beschriebenen Fanglomerate. Die hier mitgeteilten Beobachtungen lassen den Schluß zu, daß die Megadünen zumindest am Wüstenrand die Erosionsreste einer vorzeitlichen Pedimentregion bedecken. Die Annahme einer verhüllten Inselberglandschaft mit steil aufragenden granitischen Felskomplexen, die den Kern der Megadünen bilden (JÄKEL 1996: 273), ist als Hypothese diskutiert, aber bisher nicht zweifelsfrei belegt worden.

An das aerodynamische Relief schließt sich die Höhenstufe der Sandschwemmebenen an, die an der Westseite des Yabrai Shan sowie an der Nordseite des Hei Shan Tou musterhaft in Höhen zwischen 1400 bis 1500 m ü.d.M. ausgeprägt ist. Diese Höhenstufe ist als schiefe Erosions- und Akkumulationsebenen mit Sandbedeckung unterschiedlicher Mächtigkeit zu beschreiben. Ihre Verzahnung mit dem aerodynamischen Relief ist am äußersten Rand des Dünenfeldes etwa in Höhe von 39°35'N und 102°30'E gut zu erkennen. In diesem 10 bis 15 km breiten Saum sind die Megadünen zu einzelnen Pyramiden- und Sterndünen aufgelöst. Am äußersten Rand dieses Bereiches bilden sich auf den ebenen Flächen kettenartig angeordnete junge Dünen mit barchanoidem Grundriß, die einige Meter Höhe erreichen können. Die Verzahnung beider Formenbereiche läßt auf eine mehrmalige Verlagerung beider Höhenstufen schließen. Unter den gegenwärtig trockeneren Klimabedingungen dringen die Dünenansätze in die Sandschwemmebenen vor. Dies ist eindrucksvoll durch etwa 3 km breite, langgestreckte Treibsandfelder mit barchanoiden Dünen südwestlich des Yabrai Shan bei 39°25'N und 102°30'E belegt, die bis in die Tengger Wüste reichen. Auch nordöstlich des Yabrai Shan zeigen die Sandflußlinien einen Materialtransport entsprechend der Hauptwindrichtung von NW nach SE. Ein Durchtransport des Sandes findet auch in den Wüstenschluchten des Yabrai Shan statt (MISCHKE 1996: 89).

Dagegen dringt in feuchteren Klimaphasen die Sandschwemmebene gegen das Dünenfeld vor. Auflösung und teilweise Einebnung der Megadünen sowie Bildung ausgedehnter schiefer Ebenen mit Akkumulation von größeren Sedimenten sind Zeugen dieser Verlagerung. Im höher gelegenen Teil der heutigen Sandschwemmebenen herrschen Prozesse der Erosion vor.

Im Übergang von der flächenhaften zur linearen Erosion mit entsprechender Eintiefung tritt oberhalb 1500 m die Höhenstufe der Wüstenschluchten auf. Im Übergangsbereich beider Höhenstufen stehen nördlich des Hei Shan Tou und westlich des Yabrai Shan rote kreidezeitliche Sandsteine an. Die flach lagernden und teilweise schief gestellten Gesteine bilden in Form langgestreckter Sättel und Mulden eine kleinräumige Abfolge von markanten Geländestufen und Verebnungen. Aus den härteren Gesteinsserien wurden Schichtstufen herauspräpariert, die in bogenförmigem bis halbkreisförmigem Verlauf die Sattelflanken und Sattelachsen nachzeichnen. An einer Lokalität im nördlichen Vorland des Hei Shan Tou (39°25'N, 102°25'E) verläuft eine NW-SE streichende Sattelachse, wobei die Schichten an den Flanken mit einem Winkel von 8° nach NE einfallen. Die Stufen sind durch Talbuchten gegliedert und weisen korrasive Überprägung in Gestalt eines Windgassenreliefs auf. Das geringe Ausmaß der gegenwärtigen Korrasion läßt den Schluß zu, daß die Windgassen vorzeitlich angelegt wurden und gegenwärtig einer Überarbeitung unterliegen.

Die Höhenstufe der Wüstenschluchten ist ausschließlich in Höhen oberhalb 1400 bis 1500 m in den Gebirgsbereichen

ausgeprägt. Entlang eines Landschaftsprofils ist in Höhe von 39°45'N eine deutliche Asymmetrie der Pultscholle des Yabrai Shan ausgebildet. Die westliche Abdachung ist durch einen allmählichen Anstieg auf max. Höhen von 1957 m gekennzeichnet. In diesem Bereich werden die Felsfußfläche sowie die Wüstenschluchten aktuell übersandet. Die östliche Begrenzung des Gebirgskörpers ist dagegen sehr abrupt durch eine 400 m hohe Bruchstufe markiert. Der Talweg der scharf eingeschnittenen großen Täler verläuft fast linear und knickt unmittelbar vor dem Verlassen des Gebirges nahezu rechtwinklig ab. Zahlreiche Hängetäler an der Ostflanke weisen auf enorme Hebungsbeträge des Gebirges hin. Das Talnetz zeichnet das Kluftsystem und die sich in spitzen Winkeln schneidenden Lineamente nach. Die kasten- bis klammähnlichen Wüstenschluchten durchschneiden die ausgedehnte Rumpffläche des hauptsächlich aus Graniten bestehenden Yabrai Shan. Das anstehende Gestein ist durch Abgrusung intensiv verwittert, es treten Formen der Wollsackverwitterung, Pilzfelsen und Tafoniformen auf. In den Wüstenschluchten herrscht gegenwärtig die Tendenz zur linearen Formung mit geringem Materialtransport vor. In feuchteren Klimaphasen waren die Wüstenschluchten als Torrentensystem ausgeprägt, wobei das transportierte Material im östlichen Vorland in Gestalt großer Schuttfächer abgelagert wurde. Durch das allmähliche Zusammenwachsen der einzelnen Schuttfächer entstand am Südostrand des Yabrai Shan eine 3 bis 5 km breite Fußfläche. Das Material enthält neben Schottern und Feinmaterial auch Ansammlungen von großen kantengerundeten Blöcken mit Längsachsen bis zu 2 m, die stark verwittert und patiniert sind. Die Reste dieser vorzeitlichen Schuttfächer haben keinen Anschluß mehr an das Liefergebiet und werden gegenwärtig zerschnitten. Derartige Akkumulationen sind auch im westlichen Vorland des Yabrai Shan bzw. im nördlichen Vorland des Hei Shan Tou vorhanden, wo sie jedoch infolge der aktuellen Übersandung nur untergeordnet in Erscheinung treten. Somit ist eine Höhenstufe der Pedimente im Sinne von HÖVERMANN (1985) nur im östlichen Vorland des Yabrai Shans und im südlichen Vorland des Hei Shan Tou eindeutig zu belegen. Dort schließen sich weitflächige Playas an die scharf abgegrenzten Pedimentsäume an, die als Relikte großflächiger feuchtzeitlicher Wasserkörper anzusehen sind (PACHUR et al. 1995) und nach der Austrocknung als Salztonebenen mit örtlich begrenzten massiven Halitausscheidungen in Erscheinung treten. Insgesamt dominiert im beschriebenen Raum in Höhen unterhalb 1400 m die Höhenstufe des aerodynamischen Reliefs, als deren wesentliches Formenelement das Dünenrelief mit komplexen Transversaldünen und Dünenentalungen zu nennen ist. Im Übergang zu den Gebirgsbereichen treten vermehrt korrasive Formen auf, wobei die Windgassen als vorzeitliche und gegenwärtig überprägte Reliefformen angesehen werden. Als wichtiges Liefergebiet der Sande sind die Alluvionen des Ruo Shui anzusehen, deren sandige Komponenten in die Badain Jaran und schließlich in die Tengger Wüste gelangen.

Die Höhenstufe der Sandschwemmebenen ist in Höhen zwischen 1400 bis 1500 m verbreitet und reicht bis in die Gebirgsbereiche hinein. Oberhalb 1500 bis 1600 m herrschen die Wüstenschluchten vor. Die von HÖVERMANN (1985) genannten Grenzniederschlagswerte (aerodynamisches Relief < 30 mm, Sandschwemmebenen 20 - 60 mm, Wüstenschluchten 50 - 150 mm Jahresniederschlag) sind für die vorgestellten Höhenstufen um den Faktor 2 zu niedrig, da die Summen des mittleren Jahresniederschlags im Bereich zwischen 80 mm (Station Yabrai) und 113 mm (Station Alxa Youqi) liegen.

2.4 Hydrographische Verhältnisse

Anhand der topographischen Karte (Beilage 1) werden die hydrographischen Verhältnisse der südlichen und östlichen Umrahmung der Badain Jaran Wüste kurz erläutert. Das gesamte Gebiet gehört einem endorheischen Abflußsystem des Alashan-Plateaus an, in dem perennierende Fließgewässer fehlen. Der Ruo Shui führt als einziger bedeutender Fremdlingfluß in weitem Bogen aus dem Hexi-Korridor um die Südwestspitze der Wüste herum und mündet in die Endseen Gaxun Nur und Sogo Nur (Abb. 1, Kap. 1.1). Mit Sicherheit betrafen die vorzeitlichen Verlegungen des Flußlaufes auch die Landschaftsformen der Badain Jaran Wüste. Diese Annahme wird durch die Auswertung von LANDSAT-Satellitenbildszenen erhärtet. So ist nördlich der Ortschaft Shahopao bei 39°20'N/100°17'E ein ausgeprägtes vorzeitliches Flußbett zu erkennen, das vom aktiven Bett des Ruo Shui abzweigt und den Hexi-Korridor in NE-Richtung frühzeitig verläßt. Nach Querung des Heli Shan verschwindet es unter den Dünen der Badain Jaran Wüste (MISCHKE & HOFMANN 1998). Nach Ergebnissen der Untersuchungen von GEYH, GU & JÄKEL (1996) gibt es aktuell weder oberirdische noch unterirdische Zuflüsse aus dem Ruo Shui, so daß für die Gurinai Ebene und die Badain Jaran Wüste ein lokaler Grundwasser-Recharge angenommen wird, dessen Mechanismus jedoch unklar ist. Isotopenhydrologische Untersuchungen zeigen einen Deuterium-Exzess, der auf die Existenz einer lokalen meteorischen Wasserlinie hinweist - ein weltweit bislang unbekanntes und physikalisch ungeklärtes Phänomen (GEYH, GU & JÄKEL 1996).

Aus dem Verlauf der Hauptwasserscheide beider Gebirgszüge ist ersichtlich, daß das Einzugsgebiet der in die südöstliche Badain Jaran Wüste entwässernden Gerinne relativ klein ist. Im Fall des Yabrai Shan ist dies dadurch gegeben, da ein Großteil dieses Gebirgszugs aufgrund der weit westlich liegenden Wasserscheide in die östlich gelegene Grabenzone entwässert. Aus dem Verlauf der Wasserscheide im Hei Shan Tou ist ersichtlich, daß ebenfalls nur ein geringer Teil in die Randbereiche der Badain Jaran Wüste entwässert. Der weitaus größte Bereich des Hei Shan Tou entwässert nach Süden und Osten in langgestreckte Depressionen. Einzelne, bis zu 20 km lange Gerinne entwässern den Hei Shan Tou in Richtung des Arbeitsgebietes. Lediglich nach länger anhaltenden Regenfällen treten episodisch in den Tälern des Hei Shan

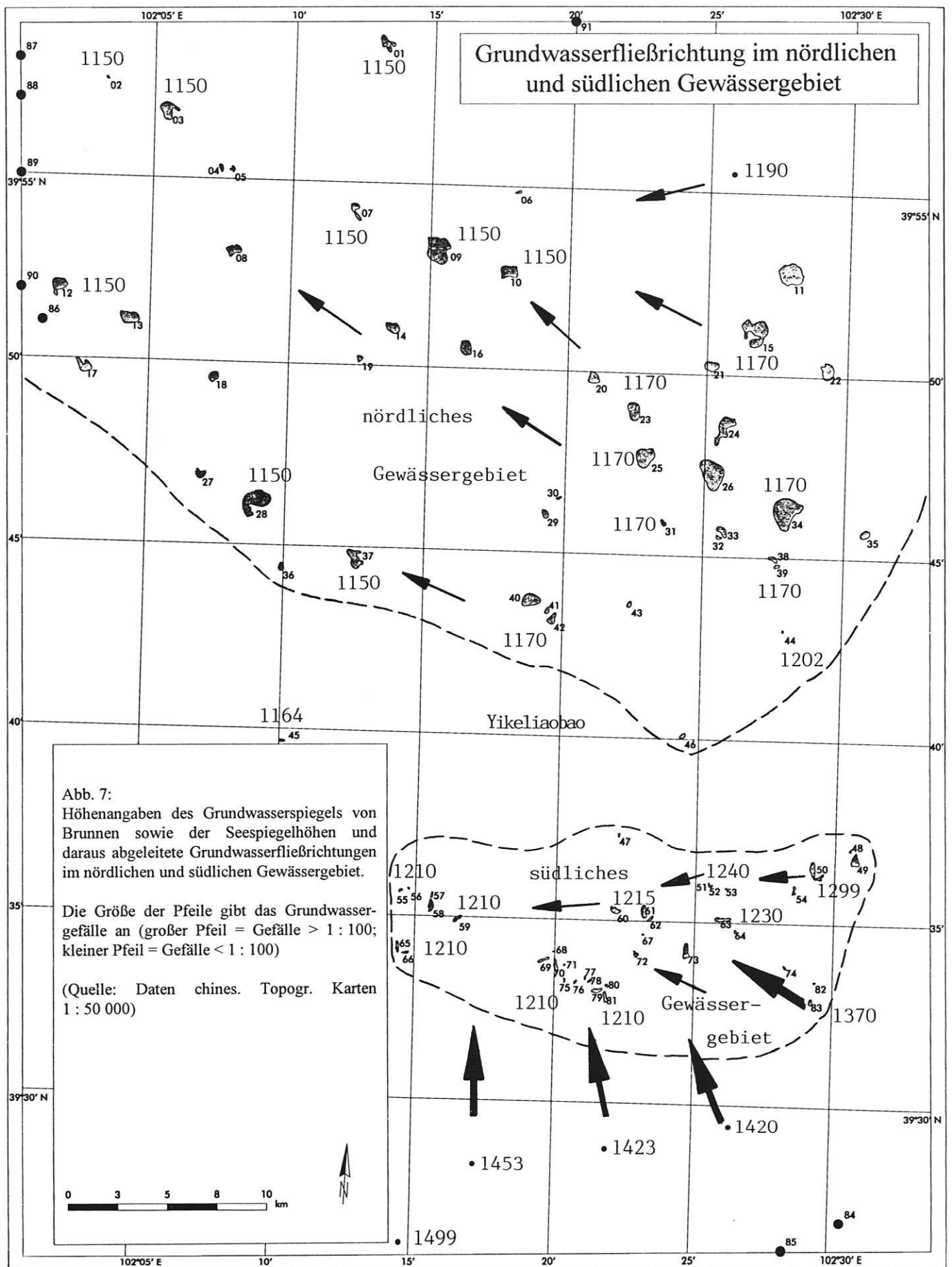
Tou und Yabrai Shan Abflußereignisse auf, die das südliche Arbeitsgebiet erreichen können und in den Sandfeldern versickern. Da die Regenfälle häufig bei gleichbleibend niedriger Intensität über mehrere Stunden fallen, können auch die Dünenande Infiltrationswasser aufnehmen. Sinkt das Infiltrationswasser tief genug unter die Verdunstungsfront, die nach BESLER (1992: 36) nur etwa 30 cm unter die Dünenoberfläche vordringt, so kann es lange als Grundfeuchte erhalten bleiben.

Bislang gibt es keine offiziell zugänglichen Daten über die Grundwasserlandschaft der Badain Jaran Wüste. Aus den Angaben der topographischen Karten können die Spiegelhöhen von Brunnen sowie die Seespiegelhöhen der Gewässer mit einer Genauigkeit von ± 10 m abgelesen werden. Die Gesamtheit dieser Daten (Abb. 7) ermöglicht es, die Grundwasserfließrichtung näherungsweise zu ermitteln.

Im südlichen Bereich des Arbeitsgebietes ergibt sich eine nach NW bzw. WNW orientierte Grundwasserfließrichtung mit Gradienten von 10 m/km. Daraus ist abzuleiten, daß gegenwärtig ein Grundwasserstrom mit ausgeprägtem Gefälle aus den Gebirgen bzw. Gebirgsvorländern des Hei Shan Tou und Yabrai Shan vorhanden ist. Nördlich der Schwelle von Yikeliaobao sind die Gradienten nur sehr schwach ausgeprägt oder fehlen ganz. Auch hier ergibt sich insgesamt eine Fließrichtung nach NW in Richtung der Grasland- und Sumpfebene von Gurinai. Der Grundwasserspiegel in den Düentalungen liegt in der Regel 1 bis 3 m unter der Geländeoberfläche. Der Grundwasserflurabstand nimmt außerhalb der Düentalungen rasch zu. Am südlichen Rand des Arbeitsgebietes beträgt der Flurabstand nahe der Westabdachung des Yabrai Shan bei Yaohaizi (Pr 84 in Tab. 5, Kap. 3.1) ca. 2 m.

2.5 Klimatische Verhältnisse

Die Badain Jaran Wüste ist durch ein hochkontinentales winterkaltes Jahreszeitenklima, entsprechend dem BWK-Typ nach KÖPPEN (1936), gekennzeichnet (DOMRÖS & PENG Gongbing 1988). Die klimatischen Verhältnisse der Badain Jaran Wüste werden wesentlich durch den kontinentalen Einfluß der großen zentralasiatischen Inland-Trockengebiete und ihrer Luftmassen bestimmt. Der Verlauf dieser Luftströmungen wird im Sommer durch das über Innerasien gelegene Wärmetief und im Winter durch ein kontinentales Kältehoch bestimmt, aus dem Kaltluftmassen in Gestalt von Nordwestwinden nach Ostasien abfließen. Im Sommer können monsunale Wetterlagen die Niederschlagsverteilung beeinflussen. Hinsichtlich seiner Mächtigkeit, des Feuchtegehaltes, der zeitlichen Dauer und des Einflusses auf Nordchina ist die auch als Südost-Monsun bezeichnete Strömung wesentlich stärker ausgeprägt als der japanisch-passatische Monsun (Südwest-Monsun), der seinen Ursprung in den subtropischen Antizyklonen des nordwestlichen Pazifiks hat. Nähere Angaben zum Klima der Alashan-Region und angrenzender Gebiete finden sich in den Arbeiten von



BARTHEL (1983, 1990), GELLERT (1987), DOMRÖS & PENG (1988) sowie MISCHKE (1996).

Die Gestaltung von Witterung und Klima im Jahresverlauf wird im folgenden anhand des zur Verfügung stehenden Datenmaterials erläutert. Da im Arbeitsgebiet keine Wetterstationen existieren, war es für eine Abschätzung klimatischer Mittelwerte erforderlich, die Daten aller verfügbaren Wetterstationen im weiteren Umkreis bis zu 300 km Entfernung zu beschaffen und auszuwerten. Einen Überblick der Verteilung von Wetterstationen in der Alashan-Region gibt die Abb. 8 (S. 24), deren Angaben auf den von HOFMANN (1993) und MISCHKE (1996) zusammengetragenen Klimadaten beruhen.

Von den dort verzeichneten 19 Stationen in der Alashan-Region sind im Rahmen des internationalen WMO-Meldesystems die Tageswerte von 6 Stationen verfügbar, die im folgenden unter Angabe des Namens und des fünfstelligen WMO-Codes aufgelistet sind:

Jiuquan/52533 (Nr. 1); Zhangye/52552, Minqin/52681 (Nr. 13). Ejinaqi/52267 (Nr. 8), Wentugaole/52378 (Nr. 11) und Bayan Mod/52495 (Nr. 15).

Die dem Arbeitsgebiet nächstgelegenen Stationen liegen ca. 40 km südöstlich (Yabrai, Nr. 12 in Abb. 8) bzw. 60 km südwestlich (Alashan Youqi, Nr. 9) des Arbeitsgebietes und werden seit 1959 betrieben. Zur besseren Handhabung sind die Stationsnummern der Abb. 8 dem jeweiligen Stationsnamen beigegefügt. Die am nächsten gelegene Station nördlich des Arbeitsgebietes befindet sich in einer Entfernung von 160 km bei der Ortschaft Wentugaole (Nr. 11).

Insgesamt wurden die langjährigen Mittelwerte der Temperatur- und Niederschlagsdaten dieser drei Stationen ausgewertet (Tab. 1, S. 26). Hinsichtlich der räumlichen Verteilung sowie der Meßzeiträume bestehen gewisse Ungleichheiten. Aufgrund der Reliefsituation ergibt sich eine orographische Abfolge von 1510 m (Alashan Youqi, Nr. 9), 1240 m (Yabrai, Nr. 12) und 960 m (Wentugaole, Nr. 11). Für Aussagen zur Aridität und Humidität winterkalter Trockengebiete ist die Trockengrenzformel von WANG (1941) am besten geeignet (HOFMANN 1993), so daß stellvertretend für das Arbeitsgebiet die Klimadiagramme der Stationen Alashan Youqi, Yabrai und Wentugaole in Abb. 9 (S. 25) dargestellt sind.

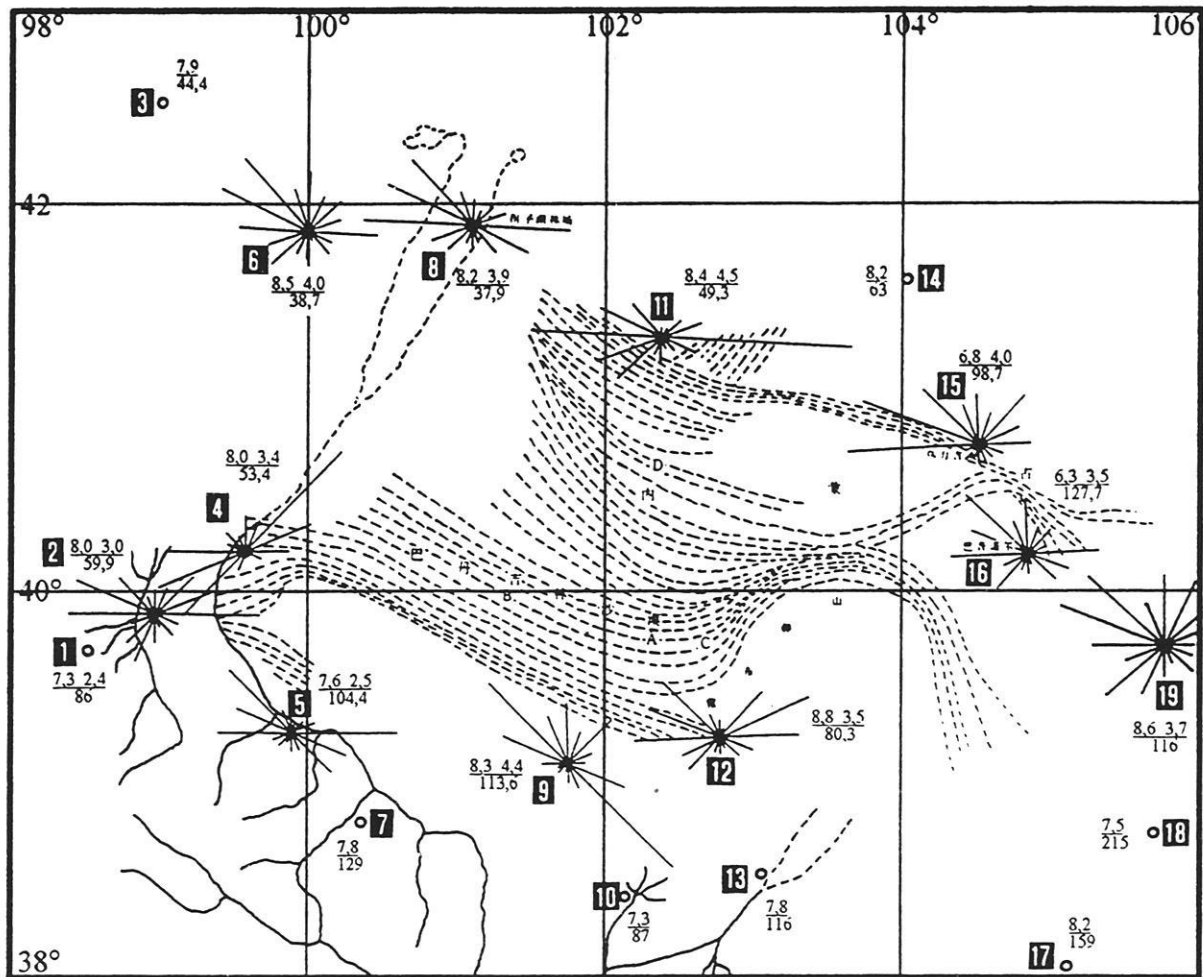
Zur Ermittlung der Niederschlagsvariabilität wurden die Jahresniederschläge der Stationen Alashan Youqi und Yabrai für den Zeitraum 1971-1980 ausgewertet (Tab. 2, S. 27). Bei einem Jahresmittel von 112,8 mm bzw. 96,1 mm ist die Niederschlagsvariabilität mit Werten zwischen 26 % (Alashan Youqi) und 30,9 % (Yabrai) nicht besonders ausgeprägt, wobei die positiven Abweichungen etwas höher sind als die negativen. Die Niederschlagsverteilung (Abb. 10, S. 26) zeigt die höchsten Jahressummen für die Jahre 1978 (186 mm, Yabrai) bzw. 1979 (188 mm, A. Youqi). In ausgeprägten Trockenjahren betragen die Jahressummen nur 59,2 mm (A. Youqi, 1965) bzw. 51,1 mm (Yabrai, 1971).

Der Gradient zunehmender Aridität verläuft vom Hexi-Korridor im Südosten nach Nordwesten zu den Endseen Gaxun Nur und Sogo Nur. Entsprechend nimmt der mittlere Jahresniederschlag entlang eines SE-NE verlaufenden Gradienten von 116 mm (Minqin, Nr. 13) bis 38 mm (Ejina Qi, Nr. 8) ab. Die jährliche potentielle Evapotranspiration fällt von 3790 mm im Westen der Badain Jaran Wüste auf 2500 mm im Osten. Im Arbeitsgebiet sind ganzjährig aride Verhältnisse ausgeprägt, wobei in den Monaten November bis Februar aufgrund der niedrigen Temperaturen gelidaride Verhältnisse dominieren. Im Vergleich zu den Daten der Stationen Alxa Youqi und Yabrai kann für das Arbeitsgebiet eine Jahresniederschlagssumme von 80 mm und eine potentielle Evapotranspiration von 2500 mm angenommen werden. Im Sommer erreichen die Niederschlagssummen lediglich 30 bis 50 % des Grenzniederschlags, so daß semihumide Monate fehlen.

Abweichend von diesem Gradienten sind die Gebirgsklimate des Yabrai Shan und Hei Shan Tou in den höchsten Lagen durch höhere Jahresniederschlagssummen gekennzeichnet. Unter Berücksichtigung des von HOFMANN (1993) für den Helan Shan errechneten Niederschlagsgradienten von 16 mm/100 Höhenmeter sind Jahressummen von 180 bis 190 mm/Jahr zu erwarten. In regenreichen Jahren kann dort ein semihumider Monat auftreten.

Die Jahreszeitengliederung für das Arbeitsgebiet ist durch den Wechsel lang anhaltender, sehr kalter und niederschlagsarmer Winter mit kurzen, sehr heißen und mäßig feuchten Sommern geprägt. Die Übergänge zwischen diesen beiden Hauptjahreszeiten vollziehen sich im Herbst bzw. im Frühling sehr rasch. Dies spiegelt sich im raschen Anstieg bzw. Abfall der Tagesmitteltemperaturen wieder. Im Winter (November bis März) wird der Witterungsablauf vom stabilen sibirischen Kältehoch bestimmt, dessen ausströmende und absinkende Luftmassen aus nördlichen bis nordwestlichen Richtungen kommen und daher westliche Winde blockieren. Tiefdruckstörungen der Westwindzone zeigen nur eine geringe Wetterwirksamkeit. Es herrschen durchgängig gelidaride Verhältnisse, die durch eine tiefe und langanhaltende Temperaturdepression in Verbindung mit extremer Niederschlagsarmut verursacht werden. In den Wintermonaten fallen nur 5 bis 6 % der Jahresniederschlagsmenge. Die hauptsächlich als Schnee fallenden Niederschläge sind sehr gering, wobei sich eine wenige Zentimeter mächtige Schneedecke für einige Tage bilden kann. Aufgrund der hohen Sublimation und der ständigen Umlagerung durch den Wind spielt die Schneedecke nur eine untergeordnete Rolle für den lokalen Wasserhaushalt. Im Winter wird auch tagsüber der Gefrierpunkt in der Regel nicht überschritten. Als absolute Temperaturminima wurden in Alashan Youqi -27,8°C gemessen. Aufgrund der thermischen Bedingungen ist der Boden im Winter bis in Tiefen von mindestens 0,5 m gefroren.

Im Frühjahr (Übergangsperiode Winter/Sommer = April und Mai) nimmt der Einfluß der zyklonalen Tätigkeit der Westwind-Drift zu. Infolge fehlender Winterfeuchtigkeit



- 1) Jiuquan (Suzhou)*, 2) Jinta, 3) Shalun Bulak#, 4) Dingxin (Maomu), 5) Gaotai, 6) Shulun, 7) Ganzhou*, 8) Ejina Qi, 9) Alashan Youqi, 10) Jinchuan*, 11) Wentugaole, 12) Yabrai, 13) Minqin*, 14) Haya++, 15) Bayan Mod, 16) Bayan Nur, 17) Tudaohou#, 18) Bayan Haote#, 19) Gilantai**#

(alle Angaben außer mit *, +, ++, # und ° bezeichnete nach: Lu Jinghua & Guo Yingsheng 1995: Study on Compilation of Landscape Map of Typical Areas of High Dunes in Badain Jaran Desert. - Journal of Desert Research, 15: 385-391.

° - Petrov, M. P. 1966: Die Wüsten Zentralasiens. Vol. I & II. Moskau. (Russ.)

- - McKee, E. D. (ed.) 1979: A Study of Global Sand Seas. Geol. Survey Professional Paper 1052. Washington.

- Meteorologische Daten der Verwaltungseinheiten Ejina, Alashan Right Banner und Alashan Left Banner. Autonome Region Innere Mongolei. Beijing 1981. (Chin.)

* - Domrös, M. & Peng Gongbing 1988: The Climate of China. Springer, Berlin.

- - Hofmann, J. 1993: Geomorphologische Untersuchungen zur jungquartären Klimaentwicklung des Helan Shan und seines westlichen Vorlandes [Autonomes Gebiet Innere Mongolei/VR China]. Berl. Geogr. Abh., 57.)

(z. B. $\frac{8.3 \ 4.4}{113.6}$ - Jahresmitteltemperatur: 8,3 °C, mittlere Windgeschwindigkeit: 4,4 m/s, mittlerer Jahresniederschlag: 113,6 mm)

Abb. 8 Jahresmittelwerte von Temperatur, Niederschlag, Windrichtung und Windstärke in der Alashan Region (MISCHKE 1996: 21, verändert).

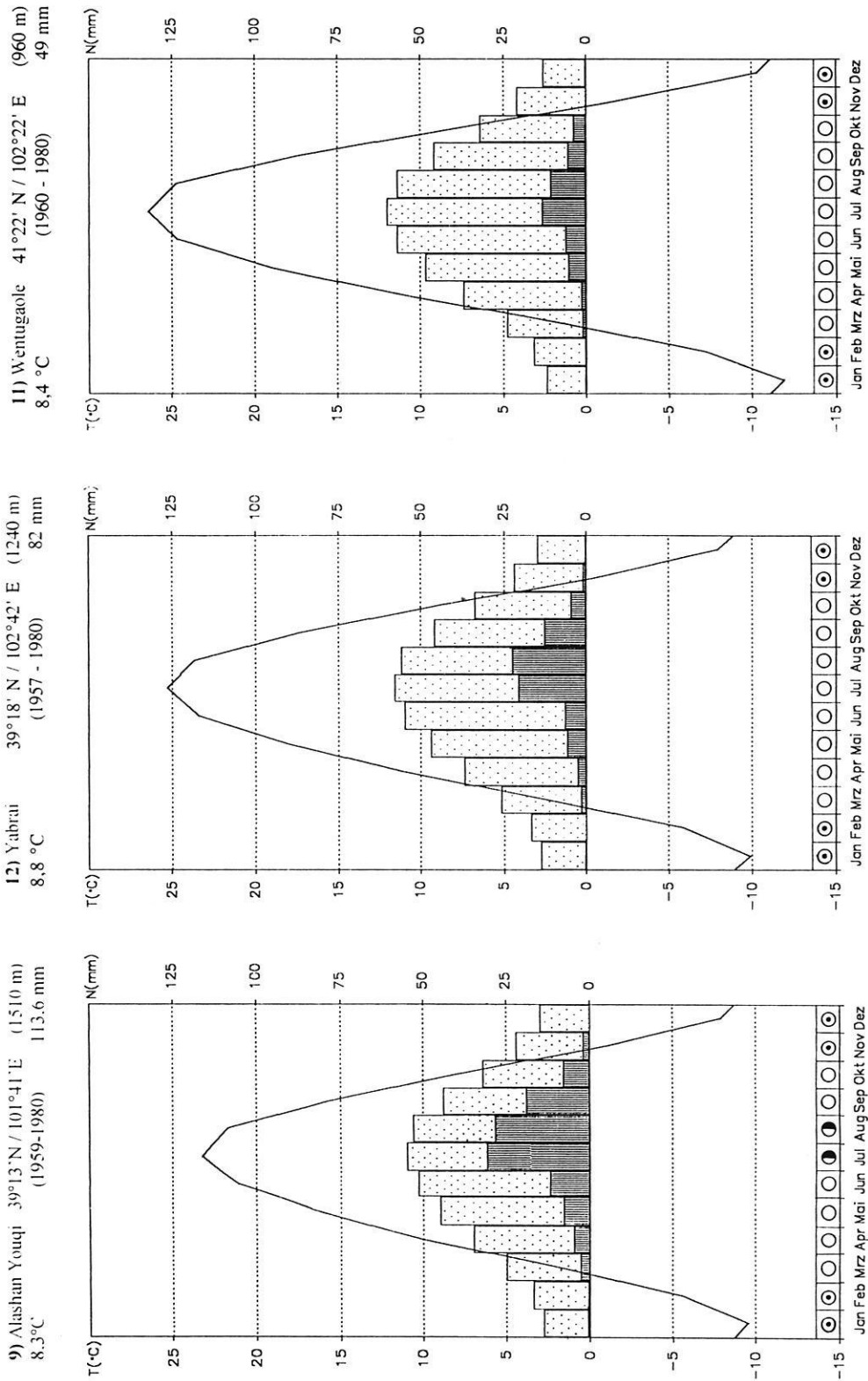


Abb. 9: Klimadiagramme der Stationen Alashan Youqi/9, Yabrai/12 und Wentugaole/11 nach der Methode von WANG (1941).

Meteorologische Daten der Station WENTUGAOLE (41° 22' N / 102° 22' E, 960 m ü. d. M.)													
Meßzeitraum: 1960-80, außer: * - Meßzeitraum: 1959-80													
	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR
Niederschlag (mm)	0,3	0,1	1,3	1,5	5,4	6,3	13,4	10,9	5,6	3,9	0,4	0,2	49,3
mittlere Temperatur (°C)	-11,9	-7,2	1,4	10,8	19	24,6	26,4	24,7	17,4	7,9	-1,8	-10,3	8,4
Temperatur-Maxima (°C)	-4	1,3	10,2	19,6	27	32,4	34,1	32,4	25,8	16,8	6,1	-3,1	16,6
Temperatur-Minima (°C)	-18,5	-14,8	-6,4	2,2	10,2	15,7	18,5	16,8	9,5	0,4	-8,1	-16,4	0,8
Temperatur-Amplitude (°C)	14,5	16,1	16,6	17,4	16,8	16,7	15,6	15,6	16,3	16,4	14,2	13,3	15,8
Extremtemperatur-Maxima* (°C)	10,5	16,9	27,2	32	38,5	42	43,1	41,9	36,9	29,6	20,4	8,6	
Extremtemperatur-Minima* (°C)	-30,7	-30	-22,2	-14,3	-4,5	3,6	10,6	6,4	-4,3	-13	-25,7	-32,4	
mittl. relative Luftfeuchte (%)	48	37	28	23	23	26	35	35	32	34	40	48	34
minimale relative Luftfeuchte* (%)	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Meteorologische Daten der Station ALASHAN YOUQI (39° 13' N / 101° 41' E, 1509,7 m ü. d. M.)													
Meßzeitraum: 1960-80, außer: * - Meßzeitraum: 1959-80													
	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR
Niederschlag (mm)	0,4	0,8	2,2	4,1	8,5	11,7	30,2	28,5	18,4	5,9	2,5	0,5	113,6
mittlere Temperatur (°C)	-9	-5,4	2,2	10,1	17	21,9	23,6	22,4	16,4	8,5	-0,8	-7,6	8,3
Temperatur-Maxima (°C)	-1,6	2	9,4	17,3	23,8	28,5	30,2	28,8	22,7	15,5	6,3	-0,6	15,2
Temperatur-Minima (°C)	-15,6	-12,3	-4,7	2,9	9,7	14,5	17	16	10,2	1,9	-7,1	-13,9	1,6
Temperatur-Amplitude (°C)	14	14,3	14,1	14,4	14,1	14	13,1	12,8	12,6	13,6	13,4	13,3	13,5
Extremtemperatur-Maxima* (°C)	13,2	17,3	23,9	29,9	34,7	36,9	38	37,9	32,8	26	21,5	13	
Extremtemperatur-Minima* (°C)	-27,8	-24,4	-21,7	-11,3	-4	3,5	7,8	6,3	-2,6	-12,6	-25,8	-27,1	
mittl. relative Luftfeuchte (%)	45	40	32	28	27	29	39	42	40	39	42	48	38
minimale relative Luftfeuchte* (%)	0	0	0	0	0	0	3	< 4	3	1	0	1	0

Meteorologische Daten der Station YABRAI (39°18'N / 102°42'E, 1240 m ü.d.M.)													
Meßzeitraum: 1971-1980													
	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR
Niederschlag (mm)	0,2	0,5	1,7	1,5	3,3	6,8	33,8	25,8	16	5,4	1,1	0,2	96,1
höchster Mittelwert (mm)	1	2,4	5,8	4,4	14,7	30,6	76,1	88,7	55,9	22,3	7,4	0,8	186
niedrigster Mittelwert (mm)	0	0	0	0	0,3	0,1	8,1	7,3	3,5	0	0	0	55,9
mittlere Temperatur (°C)	-9,2	-5,2	2,1	11,1	17,8	23,1	24,8	23,4	17,2	9	0	-7,3	8,9
höchster Mittelwert (°C)	-6,1	-1,9	4,2	12,7	19,8	24,7	26,6	24,7	19,4	10,8	2,3	-4,6	9,3
niedrigster Mittelwert (°C)	-12,5	-8,4	0,2	10,1	16,2	21,9	22,6	21,7	16	7,8	-3,6	-11	8,3

Tab. 1: Monatsmittelwerte und Extremwerte von Temperatur, Niederschlag und rel. Luftfeuchtigkeit der Klimastationen Wentugaole/11, Alashan Youqi/9 und Yabrai/12. (Quelle: Klimadaten des Meteorologischen Dienstes der Aut. Region Innere Mongolei).

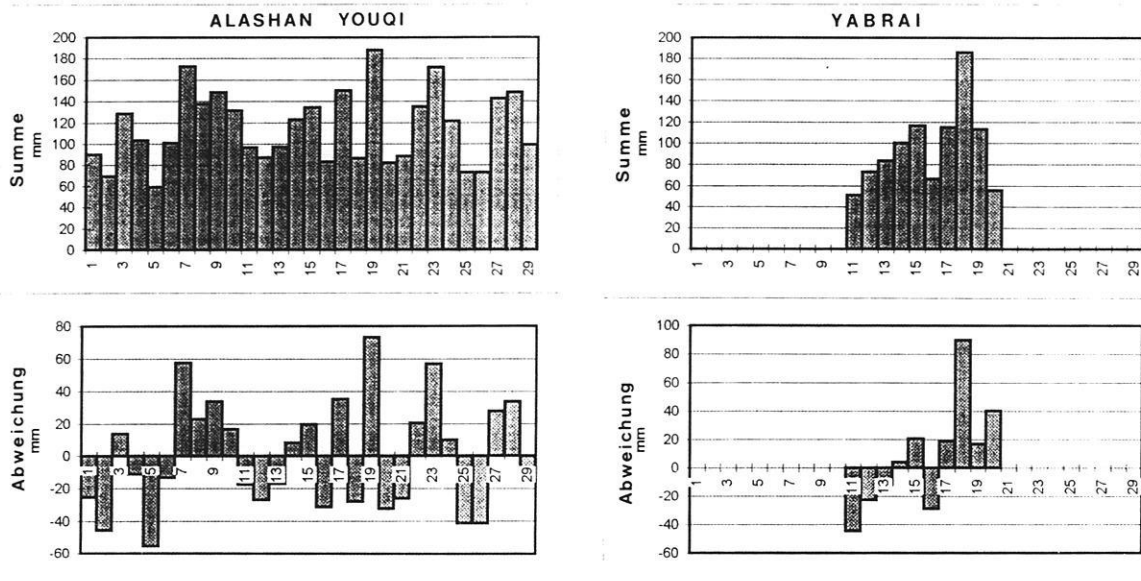


Abb. 10: Jahressummen des Niederschlags und Niederschlagsvariabilität am Beispiel der Stationen Alashan Youqi/9 (1961-1989) und Yabrai/12 (1971-1980). X-Achse: Angabe der Jahre (1 = 1961, 29 = 1989). Y-Achse: Angabe der Summen bzw. Abweichungen in [mm] Niederschlag. (Quelle: Daten des Meteorologischen Dienstes der Aut. Region Innere Mongolei)

Station	Alashan Youqi	Alashan Youqi	Yabrai
Meßzeitraum	1961-1989	1971-1980	1971-1980
mittl. Jahresniederschlag	114,7 mm	112,8 mm	96,1 mm
mittl. positive Abweichung	30,7 mm = 26,8 %	34,1 mm = 30,2 %	31,8 mm = 33,1 %
mittl. negative Abweichung	28,8 mm = 25,1 %	25,9 mm = 23 %	27,5 mm = 28,6 %
mittl. Schwankung	59,5 mm = 51,9 %	60 mm = 53,2 %	59,3 mm = 61,7 %
mittl. Variabilität	29,8 mm = 26 %	30 mm = 26,6 %	29,7 mm = 30,9 %

Tab. 2: Niederschlagsvariabilität am Beispiel der Stationen Alashan Youqi/9 und Yabrai/12 (Quelle: Klimadaten des Meteorologischen Dienstes der Aut. Region Innere Mongolei).

und mangelnder Niederschläge herrschen vollareide Verhältnisse. Die relative Feuchte weist in dieser Zeit die niedrigsten Werte auf. In Verbindung mit Starkwinden treten Sand- und Staubstürme auf, so daß das Frühjahr die windreichste Jahreszeit ist.

Im Sommer (Ende Mai bis Ende August/Anfang September) fallen 60 % des Niederschlags, wobei die höchsten Niederschlagsmengen im Juli - also zeitgleich zum Temperaturmaximum - fallen. Die Niederschlagssummen erreichen jedoch nur 30 bis 50 % des Grenzniederschlags, so daß auch diese Monate als arid einzustufen sind. Lediglich an der Station Alashan Youqi sind die Monate Juli und August als semiarid einzuordnen. In dieser Jahreszeit dominieren die Luftströmungen der Westwind-Drift. Der Wechsel von Tief- und Hochdruckgebieten bedingt eine Wechselhaftigkeit des Witterungsablaufes. An der Grenze zwischen der warmen Gobiluft und den kühleren Luftmassen sibirischer Herkunft bilden sich häufig Störungen zyklonalen Charakters aus. In der Zone der Konvergenz beider Luftmassen kommt es zu einem sommerlichen Niederschlagsmaximum. In abgeschwächter Form können monsunale Luftströmungen, die aus SW, S und SE herangeführt werden, durchaus den Südosten der Badain Jaran Wüste erreichen. Semiaride Verhältnisse werden jedoch im langjährigen Mittel nur südlich des Hei Shan Tou erreicht. Das Niederschlagsangebot ist einer hohen Variabilität unterworfen, wobei maximale Tagesniederschlagssummen bis 80 mm gemessen wurden. Die Auswertung von Tagesniederschlagswerten chinesischer Wetterstationen in ariden Gebieten (DING 1994) ergab für den Zeitraum 1953 bis 1977, daß in der Guriani-Ebene westlich der Badain Jaran Wüste binnen eines Tages 200 mm Niederschlag fielen. In der Mu Us Wüste, 550 km östlich der Badain Jaran Wüste, fiel am 1./2. August 1977 binnen 24 Stunden sogar die Rekordmenge von 1050 mm (DING 1994: 176). Obwohl aus der Badain Jaran Wüste keine Messungen vorliegen, ist auch hier das Vorkommen von sehr selten auftretenden Niederschlagsmengen bis zu 80 mm/Tag zu erwarten. Auch konvektive Niederschläge in Gestalt von Gewitterregen spielen eine Rolle. Im allgemeinen ist die Niederschlagsintensität relativ gering. Die absoluten Temperaturmaxima können im Sommer Werte von 38°C bis zu 43,1°C erreichen, wobei die täglichen Temperaturschwankungen bei 15°C bis 20°C liegen.

Im Herbst (Übergangsperiode Sommer/Winter = September und Oktober) geht der Einfluß zyklonaler Wetterlagen bereits Anfang September schnell zurück. Über der Mongolei beginnt die Ausbildung des bereits erwähnten stabilen Hochdruckgebiets. Generell ist eine ruhigere Entwicklung der Witterungsabläufe in Verbindung mit einer starken Niederschlagsverminderung und einem Rückgang der relativen Luftfeuchte festzustellen. Temperaturschwankungen steigen gegenüber dem Sommer beachtlich an, wobei die Frostwechelhäufigkeit im Oktober und November wieder ein Maximum erreicht. Die ersten starken herbstlichen Frühfröste, die bereits im September auftreten, beschließen die Vegetationsperiode. Gelegentlich können auch Anfang Herbst Kaltluftvorstöße aus Ostsibirien und der Mongolei weit nach Süden gelangen und wetterwirksam werden.

2.5.1 Meteorologische Beobachtungen und Messungen während der Geländeaufenthalte

In Ergänzung zu den langjährigen Mittelwerten klimatischer Parameter werden im folgenden eigene Beobachtungen und Messungen außergewöhnlicher Regenperioden im Arbeitsgebiet vorgestellt. In der Zeit vom 30. August bis zum 8. September 1995 herrschte eine nahezu geschlossene Wolkendecke in der Badain Jaran Wüste, dem Hexi-Korridor und dem Qilian Shan. Es regnete mitunter 24 Stunden ohne Unterbrechung und mit gleichbleibend geringer Intensität. Als Folge der höheren Niederschlagsmengen im Gebirge setzte im Vorland des Qilian Shan in der Nacht vom 30./31. August 1995 schichtflutartiger Oberflächenabfluß ein, der die Hauptverkehrsstraße von Jongchang nach Yinchang an einer Stelle (38°15'N, 102°05'E, 1700 m ü.d.M.) auf mehreren hundert Meter Länge unterspülte. Der dadurch verursachte Transport von Grobsedimenten war am nächsten Tag eindrucksvoll zu beobachten, da einige Lastwagen bis zur Motorhaube von faust- bis kopfgroßen Schottern bedeckt waren. Auf den Fußflächen erfolgte eine Aufschotterung, deren Mächtigkeit auf bis zu 20 cm geschätzt wurde. Während in den Gebirgsvorländern flächenhafte Abflußereignisse auftraten, war das Geschehen in der Badain Jaran Wüste durch intensive Infiltration des Regenwassers geprägt. Die Messungen der einzelnen

Tagesniederschlagssummen am Basislager bei Badan (39°32'N, 102°21'E) ergaben Werte bis zu 14,5 mm. Die Wetterstation Bayan Mod (Nr. 15) registrierte sogar 33 mm. Die Regenfälle gingen einher mit einem Kaltluftvorstoß aus nordwestlicher Richtung, so daß die Lufttemperatur von durchschnittlich 26°C auf 12°C sank. Die Differenz zwischen Taupunkt und Lufttemperatur betrug dabei nur noch 1°C, so daß insgesamt eine hohe Luftfeuchtigkeit herrschte (Abb. 11)

von Rippelmarken noch zwei Wochen danach zu erkennen waren. Am 8. September 1995 löste sich die Stratus-Wolkendecke auf und die Lufttemperaturen stiegen am Nachmittag auf 28°C an. Die abgeschwächten NW-Winde wurden von Westwinden mit hoher Geschwindigkeit abgelöst. Die Auswertung chinesischer und japanischer Wetterkarten ergab, daß das Aufeinandertreffen tropisch-monsunaler Luftmassen mit einem Kaltluftvorstoß aus nordwestlichen Richtungen zu einer Verwirbelung feucht-

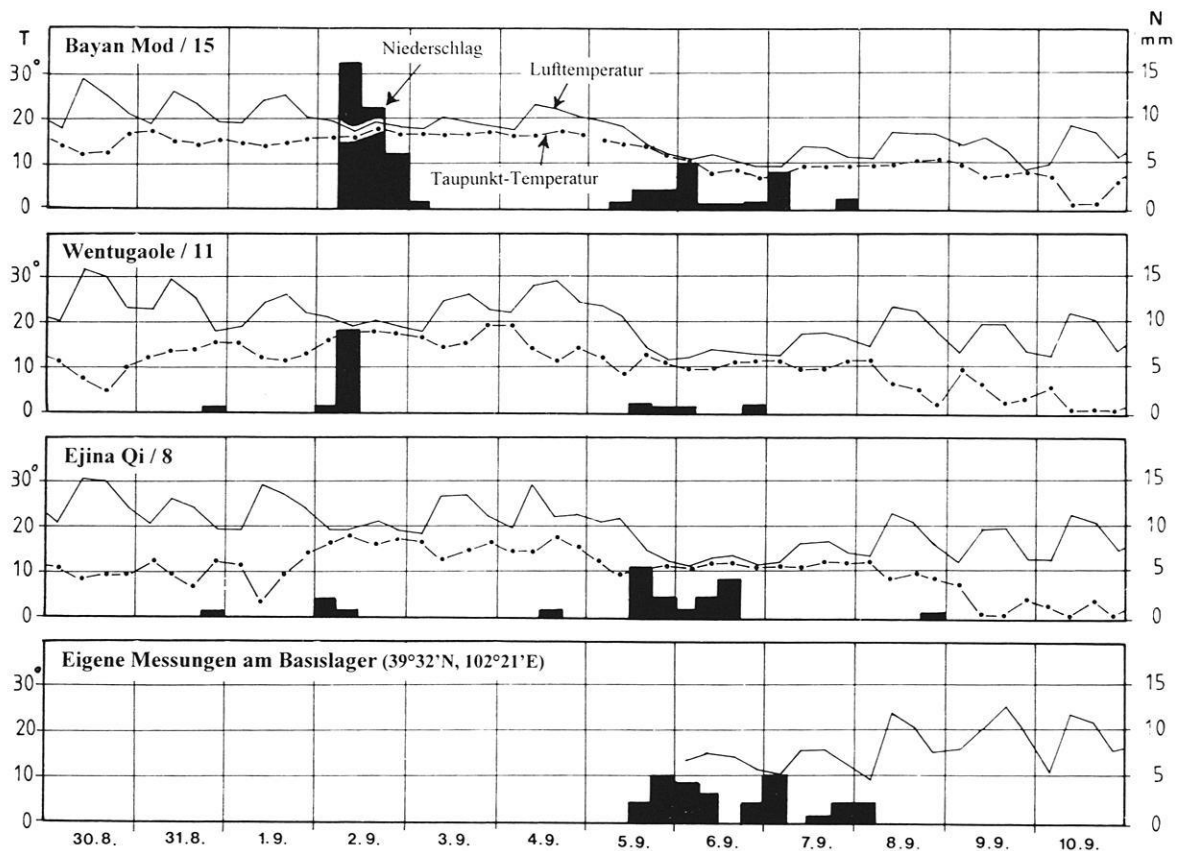


Abb. 11: Temperaturverlauf (Lufttemperatur und Taupunkt-Temperatur) und Niederschlagsmengen (mm) der Regenfälle v. 30.08.95 bis 10.09.95. (Daten der WMO-Stationen Eijina Qi, Wentugaole und Bayan Mod sowie eigene Messungen)

In Zusammenhang mit niedrigen Windgeschwindigkeiten war die Verdunstung stark herabgesetzt. Als Folge davon wurden die Dünenlande intensiv durchfeuchtet, so daß große Mengen des Niederschlags infiltrieren konnten. Die Infiltration erfolgte bevorzugt parallel zu den Schichtflächen, wobei die Mächtigkeit der durchfeuchteten Schicht vom Dünenkamm (10 bis 20 cm) zum Dünenfuß (> 80 cm) zunahm. Nach Überschreiten der Infiltrationskapazität trat sogar auf den Hängen der Megadünen zeitweise ein Oberflächenabfluß ein. Bei der Lokalität Yikeliaobao (Kap. 2.2.2) setzte ein linienhafter Abfluß ein, dessen Spuren auf einigen hundert Meter Länge in Gestalt

warmer und trocken-kalter Luftmassen geführt hatte. Die Bildung advektiver Bewölkung und anhaltende Landregen, die nach Auskunft der einheimischen Bevölkerung alle 20-30 Jahre vorkommen, waren die Folge. Die Wolkenuntergrenze sank im Verlauf der Beobachtungen bis auf 200 m herab. Mit zunehmender Erwärmung traten Temperaturinversionen auf, wobei sich in den Dünentälungen Hochnebel bildete, aus denen die Dünenkämme herausragten. Die Beprobung des Regenwassers ergab, daß die elektrische Leitfähigkeit anfangs bei 166 $\mu\text{S}/\text{cm}$ lag und gegen Ende der Regenperiode bis auf 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sank (Proben R 8101 a bis R 8104 a, Tab. 42 in Kap. 9.3).

Daraus ist zu folgern, daß die Luftmassen zu Beginn der Regenperiode salzhaltige Stäube enthielten, die durch den Regen ausgewaschen wurden.

Eine weitere Regenperiode setzte in der Zeit vom 30. September bis 2. Oktober 1995 ein. Am Nachmittag des 29. September 1995 zogen aus westlicher Richtung zuerst Cirruswolken heran, denen Stratuswolken folgten. In der Nacht zum 30. September setzte heftiges Sandtreiben ein, das bis in die Morgenstunden anhielt. Mit zunehmender Bewölkung und Absinken der Wolkenuntergrenze setzte am Nachmittag ein mehrstündiger Regen ein, während die Lufttemperatur auf Werte um 12°C sank und die relative Feuchte auf über 80 % stieg. Die Niederschlagsmenge betrug etwa 8 mm. Am Morgen des 2. Oktober 1995 löste sich die Stratus-Bewölkung allmählich auf, während heftige Winde aus NW und WNW Cumuluswolken heranzuführten. Grabungen an Dünenflanken zeigten auch hier eine intensive Durchfeuchtung von mehreren Dezimetern Tiefe.

Aus den Messungen und Beobachtungen beider Regenperioden kann gefolgert werden, daß niedrige Lufttemperaturen in Verbindung mit der hohen relativen Luftfeuchtigkeit und gleichmäßig fallenden Niederschlägen die aktuelle Evaporation vermindern und die Infiltration entscheidend begünstigen. In den ersten Stunden nach dem Niederschlag wird dadurch die Perkolation gefördert. Bei zunehmender Evaporation verdunstet bevorzugt das zu diesem Zeitpunkt noch in den oberen Bodenschichten befindliche Wasser. Die vorrückende Evaporationsfront bleibt in der Bodentiefe stehen, wo ein Gleichgewicht zwischen Verdunstung und Wassermachlieferung aus tieferen Schichten besteht (HOFMANN 1986). Die Mächtigkeit dieser Evaporationsbarriere beträgt auch nach langanhaltenden Trockenperioden nur 30 cm an den Dünenflanken. Da das Infiltrations- und Evaporationsverhalten in entscheidendem Maß von dieser Schicht gesteuert wird, können alle Niederschlagsereignisse, deren Befeuchtungsfront in Tiefen > 30 cm vorrückt, zur Perkolation beitragen. Besonders günstig sind dabei niedrige Lufttemperaturen, die zu einer Abkühlung der oberen Bodenschichten führen. Dieser Effekt wird durch das relativ kältere Niederschlagswasser verstärkt. Während der langen winterlichen Trockenzeit führt der tief eindringende Bodenfrost zum Gefrieren des Haftwassers in den Dünen sanden, so daß in dieser Jahreszeit die Evaporation stark herabgesetzt ist.

2.6 Vegetation

Vegetationsgeographisch ist die Badain Jaran Wüste der zentralasiatischen Florenregion und damit dem Florenreich der Holarktis zuzuordnen. Nach Angaben von KOMAROWA (1963) und WEST (1983) über den Grenzverlauf der einzelnen zentralasiatischen Subregionen gehört das Arbeitsgebiet der mongolischen Subregion an. Der vegetationsgeographische und floristische Forschungsstand ist der Karte der potentiellen natürlichen Vegetation der Inneren Mongolei im Maßstab

1 : 1 500 000 zu entnehmen (LI Bo 1991). Nach diesen Angaben ist das Arbeitsgebiet als Strauchformation der Sandwüste mit der Charakterart *Calligonum mongolicum* zu bezeichnen, die in den Dünenentalungen Halophytenvegetation mit horstwüchsigen Gramineen (*Achnatherum splendens*) aufweist. Nach Süden und Osten schließt sich am Wüstenrand eine Steppenvegetation mit der Charakterart *Artemisia ordosica* an, wobei die Bestandsdichte deutlich zunimmt. Für die gebirgigen Bereiche des Hei Shan Tou und Yabrai Shan ist eine Strauchvegetation (*Reaumuria soongorica*) charakteristisch. Weitere Hinweise zur Flora und Vegetation der Badain Jaran Wüste, insbesondere des südöstlichen Teils, finden sich in den Arbeiten von ZHU Zhenda (1986: 89 ff.) und YANG Xiaoping (1991: 16). Insgesamt ist dieser Raum jedoch vegetationsgeographisch kaum erforscht, so daß eigene Vegetationsaufnahmen (Kap. 7.2.4) sowie die Herbarisierung und Bestimmung des gesammelten Belegmaterials notwendig war (Tab. 3). Ziel der Vegetationsaufnahme war es, die Pflanzengemeinschaften der Dünenentalungen und insbesondere im Uferbereich der Gewässer einschließlich der submersen Pflanzen zu erfassen.

Der Höhenunterschied zwischen dem Kamm der Megadünen und den ca. 300 bis 400 m tiefer gelegenen Dünenentalungen führt zu einer vertikalen Abfolge verschiedener Vegetationsformationen. Vom ökologischen Standpunkt aus sind die Bodenfeuchteverhältnisse am Dünenhang sowie der Flurabstand des Grundwassers und das flächenhafte Auftreten von Quellaustritten in den Talungen als wichtigste Faktoren für die Ausbildung der einzelnen Formationen zu nennen.

Die psammophile Gras- und Strauchformation der Dünenhänge ist durch Charakterarten wie *Psammodium villosa*, *Phragmites communis*, *Calligonum mongolicum*, *Artemisia sphaerocephala* und *A. ordosica* gekennzeichnet. Untergeordnet treten *Chenopodium glaucum*, *Corispermum spec.*, *Halerpestes cymbalaria*, *Peganum harmala* und *Ferula bungeana* auf. Im Vergleich zu anderen Sandwüsten Asiens fällt der relativ hohe Deckungsgrad der Hänge auf. Nach chinesischen Feldbeobachtungen (ZHU Zhenda 1986: 92) und eigenen Schätzungen können bis zu 30 % eines Megadünenhangs mit schütterer Gras- und Strauchvegetation bedeckt sein, wobei der Deckungsgrad am Fuß der Megadüne deutlich zunimmt. Der Deckungsgrad kann nach länger anhaltenden regnerischen Witterungsperioden noch höhere Werte annehmen. Dies steht offensichtlich in Zusammenhang mit den Schichtungs- und Texturmerkmalen und den daraus resultierenden Bodenfeuchteverhältnissen der Dünenhänge als Gunstfaktor für die Vegetation. Da der Schichtungskörper der Megadünen häufig Feinsandschichten mit Schluffanteilen von 5 bis 10 % aufweist, tritt hier eine höhere Bodenfeuchte auf. Grabungen an Dünenhängen zeigten, daß selbst nach lang anhaltenden trockenen Witterungsperioden mit hoher Verdunstung nur die oberen 30 bis 50 cm trocken waren, während in den tieferen Schichten die Feuchtigkeit spürbar zunahm. Vor allem *Psammodium villosa* bildet durch Rhizome ein ausgedehntes Verzweigungssystem und kann dadurch

Tab. 3: Liste der gesammelten Pflanzen aus dem Arbeitsgebiet. Die Bestimmung erfolgte durch Herrn Prof. HUANG Zhaohua (IDRAS, Lanzhou).

GYMNOSPERMAE

1. Ephedraceae

Ephedra spec.

ANGIOSPERMAE

2. Chenopodiaceae (Gänsefußgewächse)

Agriophyllum squarrosum (L.) Moq. (Autor: C. Ritter von Linne') Autor: Ch.H.A.B. MOQUIN-TANDON)

Bassia dasyphylla (FISCH. et MEY.) O. Kuntze

Chenopodium glaucum L. (Autor: C. Ritter von Linne')

Corispermum spec. (Wanzensame)

Haloxylon ammodendron (C.A. Mey.) Bunge (Saksaul) Autor: Carl Anton MEYER

3. Ranunculaceae

Halerpestes cymbalaria (PURSH.) Greene

4. Leguminosae

Glycyrrhiza uralensis Fisch. Autor: Friedrich E.L. von FISCHER

5. Zygophyllaceae

Nitraria tangutorum Bobr.

Peganum harmala (L.)

Zygophyllum spec.

6. Tamaricaceae (Tamariskengewächse)

Tamarix spec.

7. Umbelliferae (Doldengewächse)

Ferula bungeana (Kitag.)

8. Primulaceae (Primelgewächse)

Glaux maritima L. (Milchkraut)

9. Apocynaceae (Immergrüengewächse)

Apocynum venatum L.

10. Compositae (Köpfchenblütler/Korbblütler)

Artemisia spec. (Beifuß/Edelraute)

Artemisia ordosica Krasch.

Stilpnolepis centiflora (Maxim.) Krasch (Autor: C.J. Maximowicz)

11. Scheuchzeriaceae (Blumenbinsengewächse)

Triglochin palustris L. (Sumpf-Dreizack)

T. maritima L. (Strand-Dreizack)

12. Gramineae

Phragmites communis TRIN. (Autor: K.B. von TRINIUS)

P. australis (Cav.) TRIN. ex STEUDEL

Polypogon monspeliensis (L.) DESF.

Psammochloa villosa (Trin.) Bor. (Autor: A. BOREAU)

Fimbristylis dichotoma

13. Cyperaceae (Sauer/Riedgräser)

Carex spec. (Segge)

14. Liliaceae (Liliengewächse)

Allium spec. (Lauch)

größere Flächen bedecken.

Die Umgebung der Gewässer sowie die Bereiche der Dünenalungen mit einem Grundwasserflurabstand < 3 m zeigen eine typische konzentrische Anordnung von Vegetationsgürteln.

Der Ufersaum der meisten Gewässer weist einen dichten Schilfgürtel auf, wobei sich vor allem *Phragmites australis*

als sehr salztolerant erweist und sogar auf Kalktuffinseln mitten in Salzseen gedeiht. Die Gliederung des Litoralbereiches und insbesondere die Artzusammensetzung der submersen Pflanzen ist vom Salzgehalt des Gewässers und der Art der Quellwasseraustritte abhängig. Angaben zu den submersen Pflanzen finden sich in den Kap. 3.5.2 (Charophyten) und 3.5.3 (mikrobielle Matten).

Der Uferbereich ist bei Gewässern mit niedrigen Salzgehalten von dichter Schilfvegetation besetzt, und geht unvermittelt bei Grundwasserflurabständen > 2 m in eine psammophile Strauchvegetation mit der Charakterart *Nitraria tangutorum* und *Artemisia* spec. über.

Bei den Salzseen existiert jedoch häufig zwischen dem Spülsaum und der psammophilen Strauchvegetation eine Kurzgraswiese mit Quellwasseraustritten. Bei Seen mit sehr hohem Salzgehalt (Yinderitu, S 15 in Beilage 5) ist der Spülsaum vegetationsfrei und von Salzausblühungen bedeckt. Im anschließenden Supralitoral gedeihen nur extrem kurzwüchsige Exemplare von *Phragmites australis*. Bei anderen Salzseen (Nuoertu, S 34 in Beilage 5) ist dagegen ein dichter, bis zu 2 m hoher Schilfgürtel (*Phragmites* sp.) entwickelt. An den Litoralbereich salzhaltiger Gewässer schließt sich landwärts die bereits erwähnte Kurzgraswiese mit bis zu 10 cm hohen Gramineen an. Der Flurabstand des Grundwassers ist < 1 m. Die Artzusammensetzung wird von Gramineen (*Phragmites* spec., *Polypogon monspeliensis*) dominiert, untergeordnet treten auch Cyperaceen (*Carex* spec.) und halophile Kräuter wie *Triglochin palustris*, *T. maritima*, *Glaux maritima*, *Chenopodium glaucum* und *Aeluropus litoralis* auf. Die Arten *Triglochin maritima* und *Glaux maritima* sind auch in Europa an Salzstellen im Binnenland und an Meeresküsten verbreitet. Aufgrund flächenhafter Quellaustritte sind diese Wiesen sehr feucht. Zwischen einzelnen Vegetationshorsten können sich wassergefüllte Vertiefungen - ähnlich einer Abfolge von Bülten und Schlenken - bilden.

Der mittlere Bereich (Flurabstand 1-2 m) ist durch horstartig wachsende Gramineen gekennzeichnet, wobei vor allem bis zu 2 m hohe Grashorste von *Achnatherum splendens* eine markante Grenze zwischen den feuchten Quellwiesen und den höher gelegenen trockeneren Bereichen ausbilden. Der äußere Bereich (Flurabstand > 2 m) weist bereits psammophile Strauchvegetation (*Nitraria tangutorum*, *Artemisia* spec.) mit Wuchshöhen zwischen 0,5 m bis zu 1 m auf.

In Düentalungen mit einem Flurabstand des Grundwassers > 3 m ist eine halophil-psammophile Strauchvegetation vertreten. Die Charakterart *Nitraria tangutorum* ist vor allem auf kleinen semifixierten Dünen und Nebkas verbreitet. Die natürliche Pflanzengemeinschaft ist vor allem im Randbereich der Wüste durch Überweidung beeinträchtigt, da die Dünenhänge und -talungen als natürliche Weide für Kamele und Ziegen genutzt werden. Weitere menschliche Eingriffe sind durch das Abholzen von Buschwerk für die Gewinnung von Brennmaterial gegeben. Hiervon sind vor allem die früher weit verbreiteten Bestände des Saksaul (*Haloxylon ammodendron*) betroffen. Im Arbeitsgebiet existieren nur noch wenige Einzel Exemplare nördlich des Sees Cheligeri (S 09, Beilage 5). Verwilderte Anpflanzungen von Heilkräutern wie *Glycyrrhiza uralensis* und vereinzelter Baumgruppen (*Elaeagnus angustifolia*, *Populus* spec.) sind Relikte von mittlerweile aufgegebenen Siedlungen aus der Zeit der Kulturrevolution, als zunehmend Siedler zur Ausweitung des Agrarraums in entlegene Gebiete

geschickt wurden. Nach Abwanderung der meisten Siedler in den 80er Jahren leben gegenwärtig an den Seen im Arbeitsgebiet nur etwa 40 Familien, die in der Nähe ihrer Gehöfte kleine Obst- und Gemüsegärten für die Eigenversorgung mit Zwiebeln, Mohrrüben, Datteln, Kürbissen, Melonen, Auberginen, Paprika, Weintrauben Tomaten und Bohnen unterhalten.

2.7 Böden

Die Böden der Badain Jaran Wüste gehören zu den graubraunen Wüstenböden und sind häufig eher als Sedimente denn als Böden im engeren Sinne anzusprechen, da durch die klimatischen Bedingungen die bodenbildenden Prozesse stark gehemmt sind. Die mineralischen Rohböden sind extrem arm an organischer Substanz. Sie sind durch eine geringe Profildifferenzierung und niedrige Gehalte an organischer Substanz gekennzeichnet (< 1 %). Im Arbeitsgebiet ist eine bodenkundliche Differenzierung nur in den Düentalungen durch den Grundwasserflurabstand und die wechselnden Bodenfeuchteverhältnisse gegeben. Die grundwasserfernen Dünenhänge der Megadünen bestehen dagegen aus unverwitterten feldspat- und quarzhaltigen lockeren Sanden. Bodenkundlich sind sie als Arenosole bzw. sandige Regosole zu bezeichnen.

Die Rohböden der Düentalungen bestehen aus feinsandigem Substrat mit etwas höheren Schluffanteilen in der Größenordnung von 10 bis 15 %. Der hellgraue A_h-Horizont ist sehr humusarm und weist in den oberen 2 Dezimetern eine Carbonatanreicherung mit maximalen Gehalten von 10 bis 12 % CaCO₃ auf. Unterhalb von 20 cm nimmt der Carbonatgehalt rasch ab, so daß ab 25 cm unter Gelände das Substrat fast carbonatfrei ist. Im B- und C-Horizont treten an Standorten mit einem Grundwasserflurabstand < 1,5 m Merkmale der Hydromorphierung, insbesondere der Vergleyung auf. Die bodenbildenden Prozesse werden zunehmend durch nichtklimatische Faktoren geprägt. Durch Austrocknung und Vernässung finden abwechselnd Reduktions- und Oxidationsvorgänge statt. Als Folge ist der B-Horizont durch intensive Rostflecken gekennzeichnet, die in größerer Tiefe in einen grauen, strukturlosen Gleyhorizont (Gr-Horizont) übergehen. Die überwiegend ascendente Bodenwasserbewegung bzw. der kapillare Aufstieg des Grundwassers führt bei grundwasserernahen Standorten zur Bildung von Effloreszenzen an der Oberfläche. Je nach der chemischen Zusammensetzung und dem Salzgehalt des Grundwassers reicht das Spektrum von weißen bis hellgrauen Calcit-, Halit- und Gipsausblühungen bis zu Salzanreicherungs-horizonten. Im letzteren Fall bilden sich Krusten-Solontschake in der Umgebung der Salzseen. Dies wird dadurch begünstigt, daß der kapillare Wasseranstieg von Frühling bis Herbst über ohne Unterbrechung stattfinden kann. Weitere Angaben der bodenkundlichen Verhältnisse zwischen dem Qilian Shan und den Endseen des Ruo Shui finden sich in der Beschreibung von REN et al. (1985) und HAASE (1983).

3. Rezente geökologische Verhältnisse der Gewässer

3.1 Erstellung eines Gewässerkatasters

Auf der Grundlage der chinesischen Karte 1 : 100 000 (JÄKEL & LU 1996; Beilage 4) wurden in dem 2852 km² großen Untersuchungsgebiet alle dort eingetragenen Oberflächengewässer katastermäßig erfaßt und jeweils mit einer zweistelligen Katasternummer versehen, die das Auffinden der Gewässer in den Karten ermöglicht (Beilage 5). Diese fortlaufende Numerierung ist konsequent beibehalten worden, wobei der vorangestellte Großbuchstabe jeden darzustellenden Sachverhalt spezifiziert (S = stehendes Gewässer; B = Bohrung; P = Profil; Pr = Probenahme-punkt im gewässerlosen Gebiet). Ausgetrocknete Salzpfannen, die als Relikte ehemaliger Gewässer im Satellitenbild (Beilage 2) aufgrund ihres hohen Reflexionsvermögens als weiße Flächen erkennbar sind, wurden nicht in das Kataster aufgenommen. Sämtliche Einträge des Gewässerkatasters mit Angabe des Namens, der geographischen Koordinaten, der Seespiegelhöhe und Angaben zur Fläche, Tiefe, Seetyp und Salzgehalt sind den Beilagen 4 und 5 zu entnehmen.

Die Ortsnamen der Seen und ihre Schreibweise wurden aus der bereits erwähnten Kartengrundlage (Beilage 4) übernommen. Die geographischen Koordinaten in Tab. 4 und 5 beziehen sich auf den jeweiligen Schnittpunkt der maximalen Längs- und Quererstreckung des Gewässers und wurden den chinesischen Topographischen Karten (Maßstab 1 : 100 000) entnommen. Die Angaben der Probenahmepunkte Pr 84 bis Pr 91 wurden dagegen als GPS-Daten während der Geländearbeit ermittelt. Die Seespiegelhöhen (m ü.d.M.) beruhen ebenfalls auf Kartenangaben, wobei aufgrund der Isolinien-Äquidistanz von 20 m Schätzungsfehler auftreten können. Bei Profilgrabungen und Aufschlüssen ist die Höhe der Geländeoberkante angegeben. Die Gewässerflächen (A; Angabe in km²) wurden planimetrisch aus der Beilage 4 und aus Luftbildern ermittelt und spiegeln daher den Zustand zum Zeitpunkt der Kartenaufnahme wider. Im Vergleich mit der Situation während der Geländearbeit fiel auf, daß die Gewässer im südlichen Gebiet geringere Flächen aufwiesen und vier bereits ausgetrocknet waren. Die Angaben ortsansässiger Mongolen bestätigten die Flächenabnahme sowie die Verlandungserscheinungen (Zunahme des Schilfgürtels, Bildung von Halbinseln und Inseln im Bereich ehemaliger Untiefen; Foto 8 auf Tafel 6, Kap. 9.1). Dagegen sind die Gewässerflächen im nördlichen Gebiet im Zeitraum der letzten 30 bis 35 Jahre nahezu konstant geblieben.

Die Angaben zur maximalen Tiefe (Z; Angabe in Metern) beruhen auf eigenen Tiefenlotungen. Die Gewässer wurden in die Typen „See“ (S), „Flachsee“ (FS) und „Kleingewässer“ (KG) unterschieden, die in Kap. 3.2 näher erläutert sind. Die Einteilung nach der Salinität (Sal) ergibt sich aus der Salinitätsklassifikation von HAMMER (1986), derzufolge subsaline (sub), hyposaline (hypo), mesosaline (meso) und hypersaline (hyper) zu unterscheiden sind (Kap. 3.3.4.1)

In der Rubrik „Salzgehalt“ ist der im Labor ermittelte Abdampfrückstand in (g/l) wiedergegeben, wobei aus Gründen der Vergleichbarkeit jeweils nur Proben von der Oberfläche der Seen Berücksichtigung fanden. Das Gewässerkataster soll neben der eindeutigen und schnellen Lokalisierung wichtiger Punkte vor allem einen Überblick der hydrochemischen Verhältnisse gewährleisten. Soweit es möglich war, wurden nicht nur die Gewässer, sondern auch die in der Nähe gelegenen Brunnen und Quellen beprobt. Wegen der räumlichen Nähe zu den Gewässern wurde den Quell- und Grundwasserproben die Katasternummer des jeweiligen Gewässers zugeordnet.

In einem zweiten Arbeitsschritt erfolgte die Digitalisierung der Uferlinien aller Gewässer. Die weitere Datenverarbeitung erfolgte durch Anwendung des Software-Pakets THEMAK 2. Auf dieser Grundlage war es möglich, thematische Karten zu verschiedenen Sachverhalten zu erstellen (Abb. 16 bzw. 18 bis 21 in Kap. 3.3.4). Insgesamt gibt es 83 Einträge von Oberflächengewässern, die zum Zeitpunkt der Kartenaufnahme in den 60er Jahren noch existierten. Im Zuge der Geländearbeiten konnten 50 Gewässer in Augenschein genommen und die Eintragungen der Beilage 4 aktualisiert werden. Nach eigenen Beobachtungen sind im Zeitraum bis 1995 mindestens 4 Gewässer ausgetrocknet (S 41, S 48, S 67 und S 83).

3.2 Hydrographie der Gewässer

Vorab sind einige terminologische Probleme der Bezeichnung von stehenden Gewässern zu klären. Im Sinne der klassischen Limnologie (FOREL 1901) definiert THIENEMANN (1925) Seen als „eine allseitig geschlossene, in einer Vertiefung des Bodens (...) befindliche, mit dem Meere nicht in direkter Kommunikation stehende stagnierende Wassermasse“. Im deutschen Sprachgebrauch gibt es eine Fülle von Bezeichnungen für stehende Gewässer wie Tümpel, Moor, Sumpf, Weiher und See. In der vorliegenden Arbeit werden als Seen nur solche permanent existierenden Gewässer bezeichnet, die eine deutliche Gliederung in Litoral und Profundalregion aufweisen. Als Kriterium für die Profundalregion gilt i.S. von BOHLE (1995), daß es wegen der relativ großen Tiefe frei von Wasserpflanzen ist.

Im Gegensatz dazu weisen Flachseen wegen der geringen Tiefe ausschließlich eine von Wasserpflanzen besiedelte Litoralregion auf. Im Arbeitsgebiet weisen sie maximale Tiefen bis zu 1,8 m auf. Stehende Gewässer, deren maximale Tiefe unter 1 m liegt, werden als Kleingewässer bezeichnet, die im Extremfall den Charakter von überstauten Feuchtwiesen haben. Fließende Gewässer fehlen im Arbeitsgebiet, lediglich am Ufer des Sees Huhejara (S 11) existiert ein ca. 100 m langer Quellabfluß. Das Verteilungsmuster der Gewässer im Arbeitsgebiet zeigt eine deutliche Zweiteilung:

Tab. 4: Liste der Gewässer (Gewässerkataster) im nördlichen Gewässergebiet (n.u.= nicht untersucht; k.A.= keine Angabe; Erläuterungen am Ende der Tabelle 5).

Nr.	Name	Breite	Länge	Höhe	A [km ²]	Z [m]	Typ	Sal.
S 01	Saihanaile	39°58'45"N	102°13'20"E	1150 m	0,25	n.u.	n.u.	n.u.
S 02	Lamenqite	39°57'45"N	102°03'20"E	1150 m	0,03	n.u.	n.u.	n.u.
S 03	Nunertu	39°56'55"N	102°05'25"E	1150 m	0,50	n.u.	n.u.	n.u.
S 04	Barungelike	39°55'15"N	102°07'30"E	1150 m	0,03	n.u.	n.u.	n.u.
S 05	Barungelike	39°55'15"N	102°07'55"E	1150 m	0,05	n.u.	n.u.	n.u.
S 06	Shalalejitu	39°54'55"N	102°18'05"E	1170 m	0,04	n.u.	n.u.	n.u.
S 07	Dabusitu	39°54'20"N	102°12'15"E	1150 m	0,21	n.u.	S	hyp
S 08	Ekejaran	39°53'05"N	102°08'00"E	1150 m	0,25	n.u.	n.u.	n.u.
S 09	Cheligeri	39°53'20"N	102°15'15"E	1150 m	1,10	7,8	S	hyp
S 10	Zhunjigede	39°52'40"N	102°17'50"E	1150 m	0,36	n.u.	S	hyp
S 11	Huhejaran	39°52'50"N	102°27'50"E	1170 m	1,03	10,8	S	hyp
S 12	Zhunsangenjaran	39°52'05"N	102°01'40"E	1150 m	0,38	n.u.	n.u.	n.u.
S 13	Zhaoergetu	39°51'50"N	102°04'15"E	1130 m	0,44	n.u.	n.u.	n.u.
S 14	Aigennuoer	39°51'00"N	102°13'50"E	1150 m	0,28	n.u.	S	hyp
S 15	Yinderitu	39°51'20"N	102°26'57"E	1170 m	0,98	8,5	S	hyp
S 16	Buerte	39°50'30"N	102°16'20"E	1150 m	0,28	n.u.	S	hyp
S 17	Buerte	39°49'50"N	102°02'50"E	1150 m	0,25	n.u.	n.u.	n.u.
S 18	Maigetu	39°49'40"N	102°07'20"E	1150 m	0,14	n.u.	n.u.	n.u.
S 19	Chagannaohaitu	39°50'10"N	102°12'35"E	1150 m	0,05	n.u.	S	hyp
S 20	Alatetu	39°49'50"N	102°21'00"E	1150 m	0,22	n.u.	n.u.	n.u.
S 21	Bagajaran	39°50'10"N	102°25'10"E	1170 m	0,26	n.u.	S	hyp
S 22	Bilutu	39°50'10"N	102°29'20"E	1170 m	0,39	n.u.	n.u.	n.u.
S 23	Hudugejaran	39°49'05"N	102°22'25"E	1170 m	0,43	n.u.	S	hyp
S 24	Badainjaran	39°48'35"N	102°25'40"E	1170 m	0,58	n.u.	S	hyp
S 25	Zhalate	39°47'40"N	102°22'50"E	1170 m	0,62	6,9	S	hyp
S 26	Sumubarunjaran	39°47'20"N	102°25'20"E	1170 m	1,27	9,7	S	hyp
S 27	Suogexige	39°46'50"N	102°07'00"E	1150 m	0,12	n.u.	n.u.	n.u.
S 28	Yihejigede	39°46'20"N	102°09'00"E	1150 m	0,98	6,6	S	hyp
S 29	Tamaying	39°46'05"N	102°19'20"E	1170 m	0,12	n.u.	n.u.	n.u.
S 30	Tamaying	39°46'30"N	102°19'50"E	1170 m	0,03	n.u.	n.u.	n.u.
S 31	ohne Namen	39°45'50"N	102°23'35"E	1170 m	0,04	n.u.	n.u.	n.u.
S 32	Chaohaorimaoritu	39°45'30"N	102°25'30"E	1170 m	0,05	n.u.	n.u.	n.u.
S 33	Chaohaorimaoritu	39°45'40"N	102°25'40"E	1170 m	0,17	n.u.	n.u.	n.u.
S 34	Nuoertu	39°46'20"N	102°28'00"E	1170 m	1,75	15,6	S	hyp
S 35	Wulanjaran	39°45'40"N	102°30'40"E	1170 m	0,14	n.u.	n.u.	n.u.
S 36	Shaerte	39°44'30"N	102°09'55"E	1150 m	0,09	n.u.	n.u.	n.u.
S 37	Taolaitu	39°44'45"N	102°12'35"E	1150 m	0,43	n.u.	S	hyp
S 38	Wutongtu	39°45'00"N	102°27'35"E	1170 m	0,10	n.u.	n.u.	n.u.
S 39	Wutongtu	39°44'50"N	102°27'40"E	1170 m	0,04	n.u.	n.u.	n.u.
S 40	Barunyikeri	39°43'45"N	102°18'55"E	1170 m	0,44	n.u.	n.u.	n.u.
S 41	Barunyikeri	39°43'30"N	102°19'30"E					ausgetrocknet
S 42	Barunyikeri	39°43'10"N	102°19'40"E	1170 m	0,13	n.u.	n.u.	n.u.
S 43	Dabusutu	39°43'30"N	102°22'25"E	1170 m	0,05	n.u.	n.u.	n.u.
S 44	Wuheertu	39°43'30"N	102°27'55"E	1202 m	0,02	n.u.	n.u.	n.u.
S 45	Balongaolesitu	39°39'45"N	102°10'05"E	1164 m	0,04	n.u.	n.u.	n.u.
S 46	Xileketu	39°40'10"N	102°24'25"E	1190 m	0,04	n.u.	n.u.	n.u.

Tab. 5: Liste der Gewässer (Gewässerkataster) im südlichen Gewässergebiet und sonstiger Probenahmepunkte (Pr 84 bis Pr 91). (n.u.= nicht untersucht; k.A.= keine Angabe; Erläuterungen am Ende der Tabelle 5).

Nr.	Name	Breite	Länge	Höhe	A [km²]	Z [m]	Typ	Sal.
S 47	Hateertu	39°37'20"N	102°22'10"E	1208 m	0,02	n.u.	n.u.	n.u.
S 48	Lexiketu	39°37'10"N	102°30'30"E				ausgetrocknet	
S 49	Lexiketu	39°36'50"N	102°30'40"E	1300 m	0,20	2,2	FS	sub
S 50	Baoritalegai	39°36'25"N	102°29'17"E	1299 m	0,23	1,9	FS	sub
S 51	Hulesitu	39°36'00"N	102°25'30"E	1240 m		n.u.	n.u.	n.u.
S 52	Hulesitu	39°36'00"N	102°25'35"E	1240 m		n.u.	KG	sub
S 53	Hulesitu	39°35'55"N	102°26'05"E	1240 m		n.u.	n.u.	n.u.
S 54	ohne Namen	39°35'55"N	102°28'30"E	1290 m	0,05		KG	sub
S 55	Mudanjaran	39°35'40"N	102°14'35"E	1210 m		n.u.	KG	sub
S 56	Mudanjaran	39°35'45"N	102°14'50"E	1210 m		n.u.	KG	sub
S 57	Dundejaran	39°35'30"N	102°15'35"E	1210 m	0,02		KG	hypo
S 58	Dundejaran	39°35'15"N	102°15'35"E	1210 m	0,10	n.u.	FS	sub
S 59	Womenjaran	39°35'00"N	102°16'25"E	1210 m	0,05	1,0	FS	sub
S 60	Nuoertu	39°35'15"N	102°22'10"E	1215 m	0,13	n.u.	KG	hypo
S 61	Duohejaran	39°35'15"N	102°23'10"E	1215 m	0,10	n.u.	FS	hypo
S 62	Duohejaran	39°35'05"N	102°23'20"E	1215 m	0,04	0,5	KG	sub
S 63	Zhunaogeqin	39°35'10"N	102°26'00"E	1230 m	0,12	1,2	FS	sub
S 64	Haisanjaran	39°34'50"N	102°26'25"E	1228 m		0,4	KG	sub
S 65	Suobojaran	39°34'10"N	102°14'30"E	1210 m	0,05	1,0	FS	sub
S 66	Suobojaran	39°34'10"N	102°14'50"E	1210 m	0,04	1,1	FS	sub
S 67	ohne Namen	39°34'40"N	102°23'10"E				ausgetrocknet	
S 68	Sayinwusu	39°34'10"N	102°19'55"E	1210 m		0,4	KG	hyper
S 69	Sayinwusu	39°33'50"N	102°19'40"E	1210 m	0,07	1,2	FS	hypo
S 70	Sayinwusu	39°33'10"N	102°20'05"E	1210 m	0,08	1,3	FS	meso
S 71	ohne Namen	39°33'10"N	102°20'20"E	1230 m		n.u.	n.u.	n.u.
S 72	Suhaitu	39°34'10"N	102°22'55"E	1219 m	0,04	0,5	KG	hyper
S 73	Tonggututu	39°34'15"N	102°24'40"E	1221 m	0,19	0,7	KG	hyper
S 74	Shaozhongtu	39°33'50"N	102°28'20"E	1320 m		n.u.	n.u.	n.u.
S 75	Huhewuzhuer	39°33'20"N	102°20'20"E	1210 m		n.u.	n.u.	n.u.
S 76	Huhewuzhuer	39°33'20"N	102°20'40"E	1210 m		n.u.	n.u.	n.u.
S 77	Huhewuzhuer	39°33'25"N	102°21'05"E	1210 m		0,6	KG	hypo
S 78	Huhewuzhuer	39°32'20"N	102°21'10"E	1210 m		0,6	KG	meso
S 79	Badan	39°33'00"N	102°21'25"E	1210 m	0,10	0,5	KG	hyper
S 80	Badan	39°33'05"N	102°21'55"E	1210 m	0,02	n.u.	n.u.	n.u.
S 81	Badan	39°32'45"N	102°21'50"E	1210 m	0,07	1,6	FS	sub
S 82	Xiaohaizi	39°33'20"N	102°29'10"E	1370 m		n.u.	n.u.	n.u.
S 83	Dahaizi	39°32'50"N	102°29'10"E				ausgetrocknet	
Pr 84	Yaohaizi	39°27'22"N	102°30'30"E	1400 m				
Pr 85	Heishantou	39°20'N	102°28'E	1400 m				
Pr 86	ohne Namen	39°51'N	102°01'E	k.A.				
Pr 87	ohne Namen	39°58'N	101°48'E	k.A.				
Pr 88	ohne Namen	39°57'N	101°50'E	k.A.				
Pr 89	ohne Namen	39°55'N	101°58'E	k.A.				
Pr 90	ohne Namen	39°52'N	101°59'E	k.A.				
Pr 91	ohne Namen	40°08'N	102°20'E	k.A.				

Fortsetzung der Tab. 5

Erläuterungen zu Tab. 4 und 5

Kataster-Nr.: Die Katasterangabe bezeichnet mit dem vorangestellten Großbuchstaben, ob es sich um ein Oberflächengewässer (S) oder um einen Probenahmepunkt in gewässerlosem Gebiet (Pr) handelt. Die Punkte Pr 85 sowie Pr 87 bis Pr 91 befinden sich knapp außerhalb des Kartenrahmens. Die darauffolgenden zweistelligen Zahlen dienen zum Aufsuchen der Seen bzw. Probenahmepunkte in den Karten (Beilage 5 sowie Abb. 16 und Abb. 18 bis 21 in Kap. 3.3.4).

Name: Die Ortsnamen wurden aus der chinesischen Karte: "Map of landscape of typical Megadunes in Badain Jaran Desert, 1 : 100.000" (Hrsg. von Dieter JÄKEL & LU Linhua, 1996) übernommen (Beilage 4).

Breite, Länge: Die geographischen Koordinaten beziehen sich auf den Schnittpunkt der max. Längs- und Quererstreckung des Gewässers und wurden den chinesischen Top. Karten 1 : 100.000. entnommen. Die Angaben für Probenahmepunkte beruhen auf GPS-Daten während der Geländearbeit.

Höhe: Bei Oberflächengewässern bezieht sich die Angabe auf die Höhe des Seespiegels (m a.s.l.), entsprechend den chinesischen Top. Karten 1:100.000. Bei Probenahmepunkten (Pr) ist die Geländeoberkante angegeben.

A = Fläche [km²] nach Auswertung von Luftbildern und Karten

Z = max. Tiefe [m] nach eigenen Tiefenlotungen

Typ = Gewässertyp (S = See, FS = Flachsee, KG = Kleingewässer; Erläuterungen s. Kap. 3.2)

Sal. = Salinitätsklassifikation nach dem System von HAMMER (1983); sub = subsalin; hypo = hyposalin; meso = mesosalin; hyper = hypersalin, weitere Angaben s. Kap. 3.3.4.1.

- Das südliche Gewässergebiet ist als Konzentration relativ kleiner, langgestreckter Flachseen und Kleingewässer auf einer Fläche von ca. 23 km N-S-Erstreckung bei einer Breite von ca. 7 km in O-W Richtung zu beschreiben. Die Gewässer liegen häufig paarweise an den Dünenflanken nahe am Ansatzpunkt des Dünenkörpers (Foto 1 auf Tafel 1; Fotos 2 und 3 auf Tafel 2 sowie Fotos 5 und 7 auf Tafel 6, Kap. 9.1). Ihre Ufer und muldenförmigen Seebecken sind flach und wenig gegliedert, so daß nur die Litoralregion ausgeprägt ist. Die maximal gemessene Tiefe liegt bei 1,8 m (S 50; Foto 2 auf Tafel 2, Kap. 9.1) bei einer maximalen Seefläche von 0,2 km². Die Gesamtfläche aller Gewässer beträgt 1,76 km².
- Das nördliche Gewässergebiet ist mit einer Fläche von ca. 46 x 30 km (bezogen auf das Arbeitsgebiet) wesentlich größer und umfaßt rundlich-ovale Seen (Foto 1 auf Tafel 4 sowie Fotos 1 und 2 auf Tafel 6, Kap. 9.1), die wie auf einem Gitternetz verteilt sind. Einige Seen (S 15, S 28) weisen ausgeprägte Halbinseln auf, die weit in den See hineinragen (Foto 1 auf Tafel 3 sowie Foto 4 auf Tafel 6, Kap. 9.1). Die Seebecken sind morphologisch ausgeprägter und weisen maximale Tiefen von 15,6 m (S 34) bei einer maximalen Fläche von 1,75 km² (S 34; Foto 1 auf Tafel 4 sowie Foto 1 auf Tafel 6, Kap. 9.1) auf. Die Gesamtfläche aller Gewässer beträgt 15,16 km². Im Längs- und Querprofil weisen einige Seebecken bereits in geringer Entfernung vom Ufer steile Böschungen auf, die erst in größeren Wassertiefen in ebene

Bereiche übergehen. Dies ist in einem überwiegend äolischen Sedimentationsmilieu ungewöhnlich. Einige Seen sind durch Schwellen in mehrere Teilbecken gegliedert. Die Gewässer weisen eine klare Gliederung in eine Litoral- und eine Profundalregion auf. Zum nördlichen Gebiet gehören weitere Gewässer außerhalb des Arbeitsgebietes, die perlschnurartig aufgereiht sind. Diese Systeme sind durch die Auswertung von LANDSAT-Szenen bereits bekannt und als „desert pearls“ beschrieben (WALKER 1982), jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht worden.

Beide Seengebiete sind durch einen ca. 10 km breiten gewässerlosen Geländestreifen getrennt, dessen höchster Punkt bei der Lokalität Yikeliaobao (1457 m ü.d.M.) liegt. Die dort aufgeschlossenen Sedimentgesteine wurden in Kap. 2.2.2 vorgestellt und diskutiert.

Zur Erkundung der Seebecken wurden entlang ausgesuchter Profillinien Längs- und Querlotungen vom Schlauchboot aus vorgenommen, wobei die maximal ausgelotete Tiefe in Tab. 4 und 5 zu ersehen ist. Aus zeitlichen Gründen wurde nur der flächenmäßig größte See Nuoertu (S 34, Foto 1 auf Tafel 6, Kap. 9.1) detailliert vermessen, um einen Tiefenlinienplan zu erstellen. Zur Charakterisierung der Morphologie des Seebeckens wurden insgesamt 141 Lotungen entlang von 8 Längs- und Querprofilen durchgeführt und daraus die wichtigsten morphometrischen Kenndaten ermittelt (Tab. 6).

A_0 (Fläche in Höhe des Wasserspiegels)	1,75 km ²
V (Volumen)	1,8 x 10 ⁷ m ³
Z_m (maximale Tiefe des Sees)	15,6 m
Z (mittlere Tiefe V/A_0)	10,3 m
L (Länge der Uferlinie)	5,2 km

Tab. 6: Morphometrische und hydrographische Kenn-
daten des Sees Nouertu (S 34)

Auf dieser Datengrundlage konnte mittels des Kriging-
Verfahrens unter Anwendung des Softwarepakets
SURFER© eine Tiefenlinienkarte des Sees Nuuertu erstellt
werden (Abb. 12). Demzufolge weist das Seebecken

bereits wenige Meter vom Ufer entfernt steilwandige
Bereiche auf. Lediglich das Südufer ist durch ein
allmähliches Ansteigen der Gewässersohle gekennzeich-
net. Am Nordostufer ist das Seebecken durch lang-
gestreckte Rücken in kleinere Buchten gegliedert. Der
zentrale Bereich des Seebodens ist dagegen einheitlich mit
Wassertiefen von 14 bis 15 m charakterisiert. Als weitere
Besonderheit treten in randlichen Positionen pfeilerartige
Auftragungen von Kalktuffen auf, die mehrere Meter senk-
recht vom Seeboden bis dicht unter bzw. über die Wasser-
oberfläche reichen und im letzteren Fall kleine Inseln
bilden. Die größte derartige Insel am Südostufer des Sees
hat eine Fläche von ca. 20 x 30 m und ragt bis zu 1,5 m

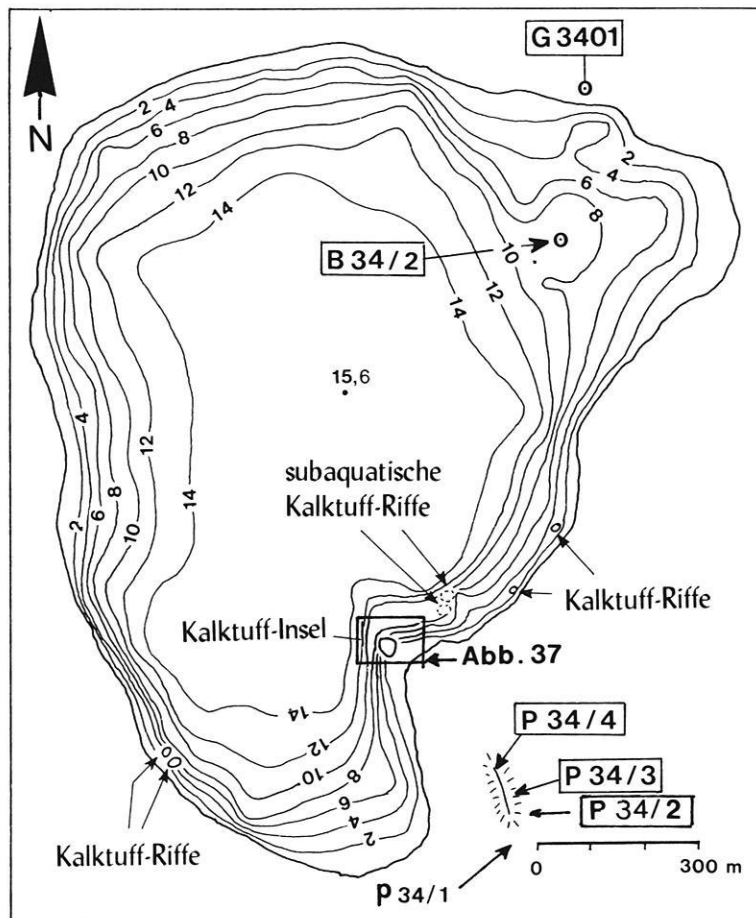


Abb. 12: Tiefenlinienkarte des Sees Nuuertu (Katastrn.: S 34), Äquidistanz 2 m. Die Lage der beprobten Kalktuff-Riffe (Abb. 37, Kap. 3.6.2.3.1), der Profile P 34/1 bis /4 (Kap. 4.2.5) sowie der Bohrung B 34/2 (Abb. 36, Kap. 3.6.1.3) ist durch Pfeile markiert. Datengrundlage: Eigene Tiefenlotungen und Berechnungen mit dem Softwarepaket SURFER ©.

über der Wasseroberfläche auf. Die Kalktuff-Insel war nach Auskunft eines ortsansässigen Mongolen bis zum Erdbeben im Frühling des Jahres 1927 als Halbinsel mit dem Festland verbunden. Infolge des Bebens bildeten sich am Nordufer Erdspalten und der Wasserspiegel des Sees veränderte sich, so daß der südliche Uferbereich seitdem mehrere Dezimeter unter Wasser steht. Vermutlich handelte es sich um die Auswirkungen eines verheerenden Erdbebens mit der Magnitude 8 vom 25. Mai 1927, dessen Epizentrum 170 km südlich des Arbeitsgebietes bei der Stadt Wuwei im Hexi-Korridor lag (MA Xingyuan 1989). Die Existenz der riffartigen Kalktuffe, die im Kap. 3.6.2.3.1 näher vorgestellt werden, steht in unmittelbarem Zusammenhang mit subaquatischen Grundwasser-austritten. Da das austretende Quellwasser bei exponierten Kalktuffriffen in Gestalt von Mini-Fontänen herausprudelt, kann auf einen gespannten Aquifer geschlossen werden. Quellen mit bedeutender Schüttung treten ausschließlich im nördlichen Seengebiet subaquatisch in den Gewässern oder am Fuß von Megadünen in unmittelbarer Ufernähe auf.

Das Ausmaß der jahreszeitlich bedingten Seespiegelschwankungen ist nach Auskunft der einheimischen Familien sehr gering und kann auf < 50 cm geschätzt werden. Die Beckenstruktur der Gewässer hat großen Einfluß darauf, wie stark sich Wasserstandsschwankungen

auf die morphometrischen und hydrologischen Verhältnisse auswirken können. So weisen die Flachseen des südlichen Gewässergebietes durchaus eine ausgeprägte jahreszeitliche Flächendynamik aus, die bei den tiefen steilwandigen Seebecken des nördlichen Gewässergebietes kaum ins Gewicht fällt.

3.3 Hydrochemische Verhältnisse

3.3.1 Probenahme und -bearbeitung

Für die Erkundung der hydrochemischen Verhältnisse wurden während der Geländearbeiten insgesamt 41 von 79 existierenden Gewässern systematisch beprobt (Tab. 7 und 8). Den Erkundungsstatus beider Gewässergebiete zeigt Abb. 13.

Zusätzlich zum Oberflächenwasser erfolgte eine Beprobung des Grund- und Quellwassers. Aufgrund der außergewöhnlichen Regenfälle konnten auch Regenwasserproben in die Untersuchung einbezogen werden, von denen einige auf der Anreise in das Arbeitsgebiet genommen wurden. Insgesamt stehen 140 analysierte Wasserproben aus dem Arbeitsgebiet zur Verfügung, die 1994 und 1995 jeweils in den Monaten August bis

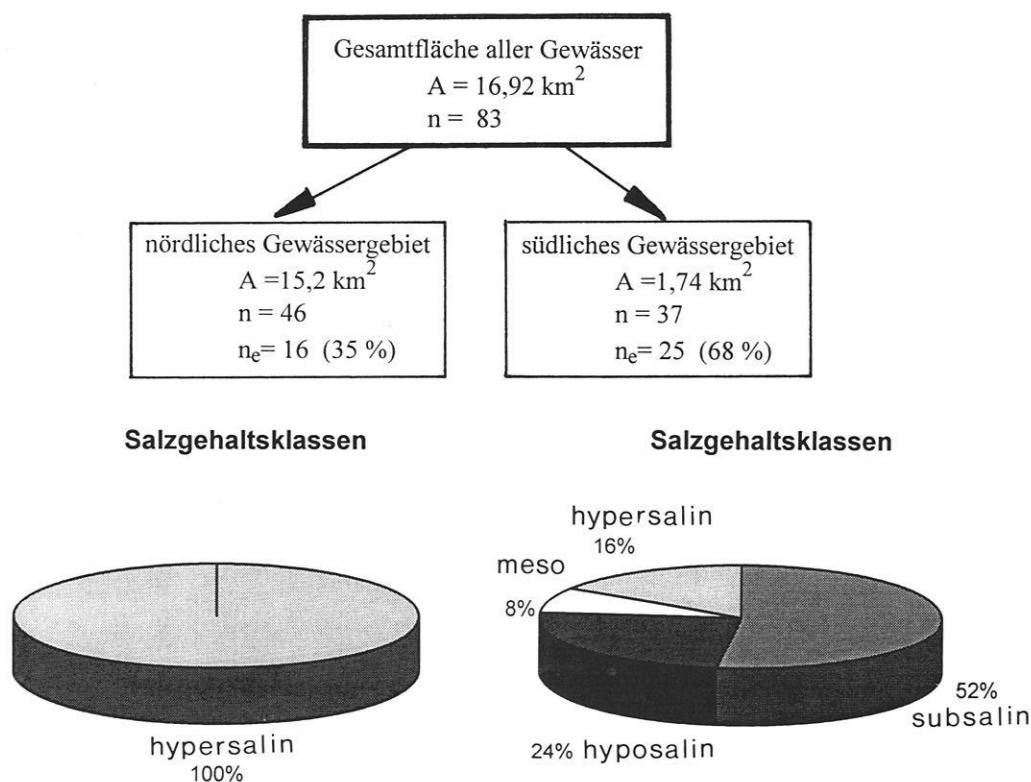


Abb. 13: Erkundungsstatus der Gewässer im nördlichen und südlichen Gebiet. (A = Fläche; n = Anzahl der Gewässer; n_e = Anzahl der erkundeten Gewässer).

Tab. 7: Salzgehalt [g/l = ‰], Leitfähigkeit (LF) und pH-Wert der Oberflächengewässer im nördlichen Gewässergebiet.
Bei der el. Leitfähigkeit ist die jeweilige Bezugstemperatur (20°C bzw. 25°C) angegeben.

Nr.	Name	Salzgehalt	LF (25°C)	LF (20°C)	pH-Wert
S 07	Dabusitu	186,4 g/l		160,4 mS	9,7
S 09	Cheligeri	195,8 g/l	165,4 mS	148,6 mS	9,8
S 10	Zhunjigede	134,3 g/l		104,5 mS	9,7
S 11	Huhejaran	107,4 g/l	106,0 mS	94,7 mS	9,9
S 14	Aigennuor	108,6 g/l		105,3 mS	10,0
S 15	Yinderitu	251,6 g/l	170,0 mS	151,9 mS	9,9
S 16	Buerte	182,0 g/l		152,0 mS	9,8
S 19	Chagannaohaitu	204,5 g/l		149,3 mS	9,9
S 21	Bagajaran	326,0 g/l		182,0 mS	9,6
S 23	Hudugejaran	177,7 g/l	138,0 mS	123,1 mS	10,0
S 24	Badainjaran	171,0 g/l	135,6 mS	121,4 mS	10,0
S 25	Zhalate	151,0 g/l	128,5 mS	115,3 mS	9,9
S 26	Sumubarunjaran	130,4 g/l	123,6 mS	111,8 mS	10,0
S 28	Yihejigede	242,8 g/l	180,2 mS	160,5 mS	9,7
S 34	Nuoertu	99,0 g/l	100,2 mS	90,8 mS	10,0
S 37	Taolaitu	311,6 g/l	177,1 mS	158,7 mS	9,8

Tab. 8: Salzgehalt [g/l = ‰], Leitfähigkeit (LF) und pH-Wert der Oberflächengewässer im südlichen Gewässergebiet.
Bei der el. Leitfähigkeit ist die jeweilige Bezugstemperatur (20°C bzw. 25°C) angegeben.

Nr.	Name	Salzgehalt	LF (25°C)	LF (20°C)	pH-Wert
S 49	Lexiketu	1,4 g/l		1,7 mS	8,9
S 50	Baoritalegai	1,5 g/l	2,4 mS	2,2 mS	9,7
S 52	Hulesitu	1,3 g/l		1,8 mS	9,8
S 54	Baoritalegai	1,4 g/l		2,1 mS	8,4
S 55	Mudanjaran	2,1 g/l		4,3 mS	9,7
S 56	Mudanjaran	1,4 g/l		2,3 mS	10,1
S 57	Dundejaran	2,5 g/l		5,4 mS	10,0
S 58	Dundejaran	8,7 g/l		2,0 mS	9,0
S 59	Womenjaran	2,2 g/l		3,1 mS	10,1
S 60	Nuoertu	19,0 g/l		23,4 mS	8,6
S 61	Duohejaran	3,1 g/l		4,3 mS	8,6
S 62	Duohejaran	2,2 g/l		2,6 mS	9,2
S 63	Zhunaogeqin	1,7 g/l		1,9 mS	9,0
S 64	Haisanjaran	3,0 g/l		4,1 mS	9,8
S 65	Suobojaran	1,7 g/l		2,5 mS	9,1
S 66	Suobojaran	1,3 g/l		2,8 mS	9,3
S 68	Sayinwusu	68,8 g/l	72,1 mS	64,3 mS	9,9
S 69	Sayinwusu	15,2 g/l	21,2 mS	18,5 mS	9,3
S 70	Sayinwusu	21,5 g/l	28,7 mS	26,0 mS	9,3
S 72	Suhaituo	55,6 g/l		77,2 mS	9,6
S 73	Tonggatuo	100,3 g/l			8,4
S 77	Huhewuzhuer	6,7 g/l		9,4 mS	10,0
S 78	Huhewuzhuer	23,6 g/l		29,4 mS	9,4
S 79	Badan	334,4 g/l	153,1 mS	135,8 mS	10,0
S 81	Badan	1,7 g/l	2,9 mS	2,5 mS	9,3

Oktober genommen wurden. Die Einzelheiten zur Probenahme und Vorbehandlung sind dem Kap. 7.8.2.1 zu entnehmen. Jede Wasserprobe wurde nach der Herkunft der beprobten Wässer klassifiziert:

- a) See- bzw. Oberflächenwasser (S): Wasser natürlicher oberirdischer Gewässer; in der Regel handelt es sich um Seen bzw. Flachseen. Die Beprobung erfolgte durch Schöpfproben von der Oberfläche sowie durch den Einsatz von Wasserschöpfern für die Entnahme aus definierten Tiefen.
- b) Grundwasser (G): unterirdisches Wasser, das die Hohlräume der Erdrinde zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegung ausschließlich oder nahezu ausschließlich von der Schwerkraft und der durch die Bewegung selbst ausgelösten Reibungskräfte bestimmt wird (DIN 4046). Für die Beprobung boten sich Schachtbrunnen in der Nähe von Gehöften an, die in der Regel mit Holz verschalt waren, so daß das Grundwasser überwiegend durch die offene Sohle eintreten konnte.
- c) Quellwasser (Q) entstammt einem örtlich eng begrenzten Grundwasseraustritt. Hier konnte zwischen Quellaustritten in Dünen sanden und Quellen aus Kalktuffinseln unterschieden werden.
- d) Regenwasser (R). Zur Probenahme wurde der Freilandniederschlag auf Plastikfolien aufgesammelt.

Die Wasserproben wurden systematisch mittels einer Kombination von Buchstaben und Zahlen benannt, so daß die Probenbezeichnung folgende Informationen enthält: der vorangestellte Großbuchstabe bezieht sich auf die Klassifizierung als See- (S), Grund- (G), Quell- (Q) oder Regenwasser (R); die folgende vierstellige Zahl gibt mit den ersten zwei Ziffern die Katasternummer und damit die Lokalität der Probe an, während die letzten zwei Ziffern eine laufende Numerierung darstellen; Angaben zur Probenahme sind den klein geschriebenen Buchstaben am Ende der Probenbezeichnung zu entnehmen. Die Verteilung der 140 Wasserproben ist in der Tab. 9 zusammengefaßt, die Analyseergebnisse jeder Wasserprobe sind dem Kap. 9.3 zu entnehmen.

3.3.2 Ionenbilanzfehler

Die Zielsetzung der Wasseranalytik bestand darin, eine vollständige Kationen- und Anionenbilanz zu erstellen. Die Vollständigkeit der Analyse ist durch den Vergleich der Summen von Kationen und Anionen in Gestalt des Ionenbilanzfehlers nach der Formel von MATTHESS (1990: 366) zu ersehen. Der zulässige Ionenbilanzfehler wird im allgemeinen im Bereich < 5 % angesetzt (DVWK 1990: 189). Aufgrund der schwierigen Analytik hoch mineralisierter Wässer einerseits sowie der relativ langen Zeit zwischen Probenahme und Analyse, die trotz Probenkonservierung in einigen Fällen zu Veränderungen der chemischen Zusammensetzung (Ausfällung von Carbonaten etc.) geführt hat, wurde in der vorliegenden Untersuchung der höchst zulässige Ionenbilanzfehler bei < 10 % angesetzt. Entsprechend den Ausführungen in Kap. 3.3.1 wurden die Proben hinsichtlich ihrer Herkunft in vier Gruppen klassifiziert und für jede Probe der jeweiligen Gruppe der Ionenbilanzfehler ermittelt. Eine Übersicht der Verteilung der Ionenbilanzfehler gibt Abb. 14, wobei die 5 % Grenze und die 10 % Grenze gesondert ausgewiesen sind. Als Ursache für die Ionenbilanzfehler sind häufig fehlende Analysedaten, insbesondere der Carbonate, sowie sekundäre Veränderungen der Probe durch Ausfällungen von Wasserinhaltsstoffen verantwortlich.

3.3.3 Statistische Kenndaten der Probengruppen

Für die Statistik des umfangreichen Datenmaterials wurden nur diejenigen Proben in die statistische Auswertung einbezogen, deren Ionenbilanzfehler $\leq 10\%$ ist:

- a) Oberflächenwasser (53 von 67 Proben)
- b) Grundwasser (14 von 24 Proben)
- c) Quellwasser (19 von 36 Proben)
- d) Regenwasser (4 von 13 Proben)

Insgesamt liegen 90 von 140 analysierten Proben bzw. 64,3 % innerhalb des Vertrauensbereiches. Für jede Probengruppe wurden als Kenndaten der kleinste und größte Wert, das geometrische und arithmetische Mittel sowie der Zentralwert durch Anwendung des Softwarepaketes SPSS berechnet. Zusätzlich wurde für jede

	Gesamt	Nord	Süd	außerhalb
Regenwasserproben:	13	2	5	6
Seewasserproben:	67	33	34	0
subsalin		(0)	(13)	0
hyposalin		(0)	(8)	0
mesosalin		(0)	(4)	0
hypersalin		(33)	(9)	0
Grundwasserproben:	24	14	10	0
Quellwasserproben:	36	27	9	0
SUMME	140	76	57	6

Tab. 9: Datengrundlage zur Hydrochemie. Anzahl der analysierten Wasserproben, ihrer Zuordnung nach der Herkunft in Probengruppen und ihre räumliche Verteilung (Nord = nördliches Gewässergebiet; Süd = südliches Gewässergebiet; außerhalb = Proben außerhalb des Arbeitsgebietes)

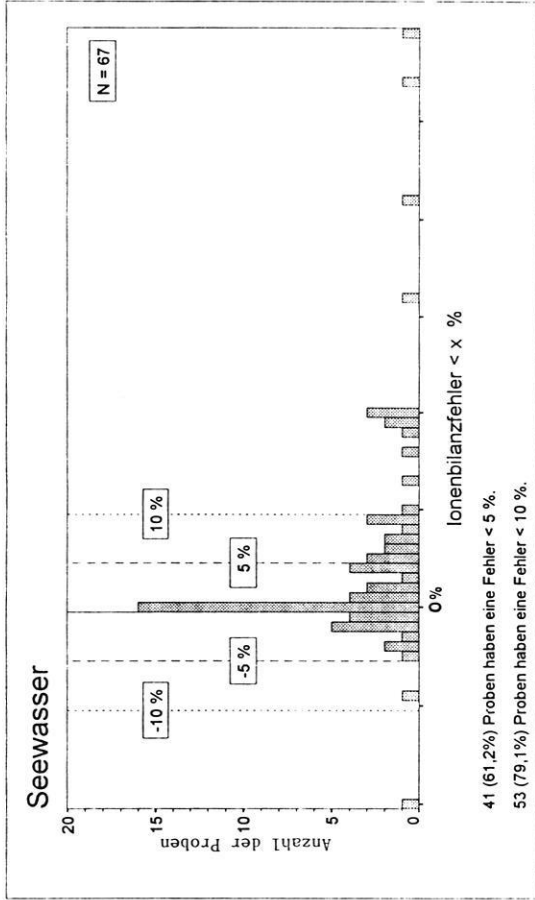
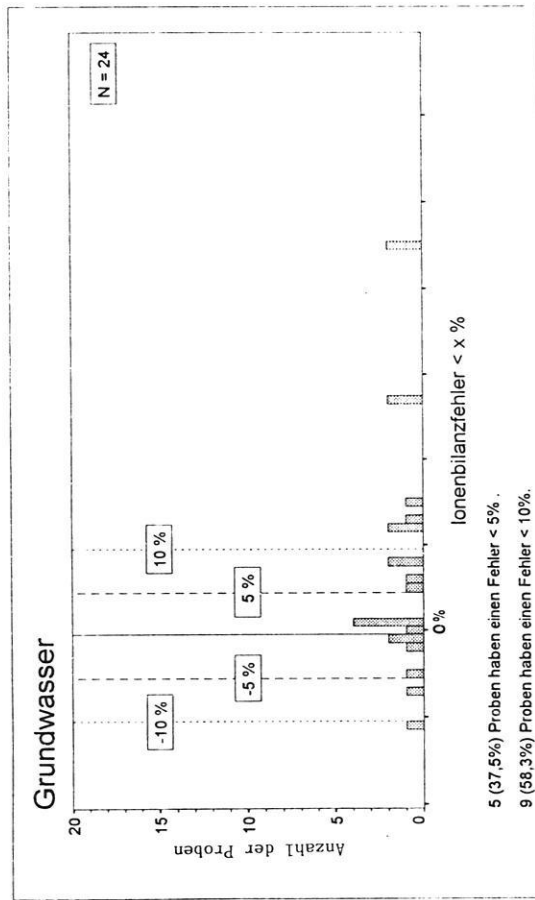
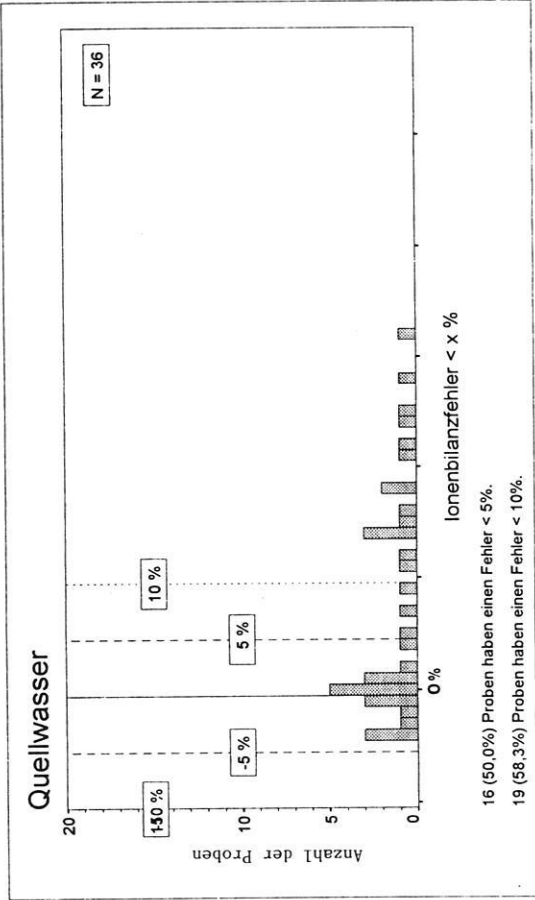
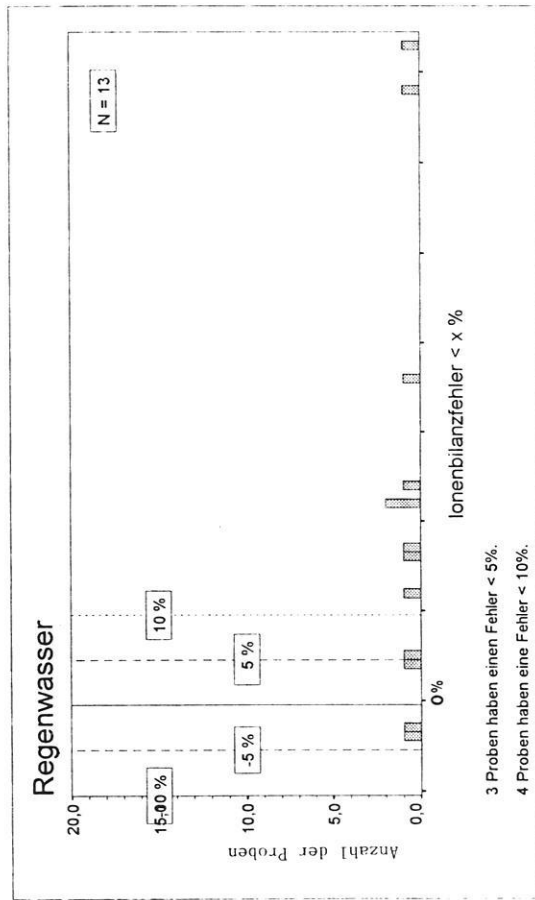


Abb. 14: Ionenbilanzfehler der Probengruppen Seewasser, Grundwasser, Quellwasser und Regenwasser mit Angabe der Vertrauensbereiche < 5 % und < 10 %. Die Proben mit Fehlern > 10 % wurden nicht in die thematischen Karten (Abb. 18, 19 und 20) aufgenommen.

Probengruppe eine Aufspaltung in das nördliche und südliche Gewässergebiet vorgenommen, um zu erwartende regionale Unterschiede erfassen zu können.

Der Vergleich zwischen dem Zentralwert und dem arithmetischen Mittel gibt Auskunft über den Einfluß von Extremwerten. Der Zentralwert bleibt im Gegensatz zum arithmetischen Mittel von Extremwerten unbeeinflusst und gibt denjenigen ermittelten Wert an, der eine Verteilung in zwei gleich große Hälften teilt (SCHÖNWIESE 1985). Er besitzt daher von allen möglichen Mittelwerten die kleinste mittlere Abweichung. Zusätzlich wurde das geometrische Mittel berechnet, da dieser Parameter bei der Interpretation geochemischer Daten gelegentlich benutzt wird. Die Werte unterhalb der Nachweisgrenze wurden nicht in die Statistik einbezogen. Die statistischen Kenndaten der einzelnen Probengruppen sind den Tab. 30 bis 39 (Kap. 9.3) zu entnehmen. Hierbei wurde für jede Probengruppe jeweils eine Tabelle für die Hauptinhaltsstoffe (Proben mit einem Ionenbilanzfehler < 10 %) und eine weitere für die Spurenstoffe angelegt, wobei eine Differenzierung in das nördliche und südliche Gewässergebiet erfolgte.

Im Vergleich schneidet die Gruppe Seewasser als größte Probengruppe am besten ab, da hier 53 von insgesamt 67 Proben bzw. 79,1 % innerhalb des gesetzten Vertrauensbereiches liegen. Bei der statistischen Auswertung wurden aus Gründen der Vergleichbarkeit nur Proben von der Oberfläche der Gewässer berücksichtigt. Zum einen konnten aus zeitlichen und organisatorischen Gründen nur 8 Gewässer (S 09, S 11, S 15, S 25, S 26, S 28, S 34 und S 50) systematisch über die gesamte Wassersäule beprobt werden. Zum anderen zeigte sich bei einigen hypersalinen Seen, daß durchaus chemisch geschichtete Gewässer im Arbeitsgebiet auftreten (S 15, S 25). Somit verringert sich die Zahl von 53 Proben auf insgesamt 33 Proben, davon entfallen 13 Proben auf das nördliche und 20 Proben auf das südliche Seengebiet. Eine weitere Untergliederung ergab sich hinsichtlich des Salzgehaltes. Während im nördlichen Seengebiet ausschließlich hypersaline Gewässer existieren, sind im südlichen Seengebiet alle Salinitätsklassen vertreten. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurde die tabellarische Darstellung des südlichen Seengebietes nach dem Salzgehalt unterteilt.

Bei der zweitgrößten Probengruppe Quellwasser liegen immerhin noch 19 von 36 Proben bzw. 58,3 % im Vertrauensbereich. Im Vergleich beider Gewässergebiete zeigt sich, daß der Norden (27 Proben) im Gegensatz zum Süden (9 Proben) überrepräsentiert ist. In der statistischen Auswertung wurden daher beide Gebiete getrennt bearbeitet.

Die drittgrößte Probengruppe Grundwasser zeigt ähnliche Merkmale hinsichtlich der räumlichen Verteilung der Wasserproben. Insgesamt liegt der Ionenbilanzfehler bei 14 von 24 Proben (58,3 %) < 10 %. Die schlechtesten Ergebnisse sind in der Probengruppe Regenwasser zu verzeichnen, wo nur 4 von 13 Proben bzw. 30,8 % innerhalb des Vertrauensbereiches liegen.

3.3.4 Klassifizierung der Wässer

Nachdem die Proben entsprechend ihrer Herkunft vier Probengruppen zugeordnet worden sind, erfolgte eine

Klassifizierung nach den Einzel-Parametern „Salzgehalt“ (Kap. 3.3.4.1) und „Gesamthärte“ (Kap. 3.3.4.3). Die Ausführungen im Kap. 3.3.4.2 dienen dazu, anhand der Ionenbilanzen eine hydrogeochemische Typisierung der Wässer zu erreichen und Anhaltspunkte für die Genese der Wässer zu gewinnen.

3.3.4.1 Salzgehalt

Der Salzgehalt bzw. Elektrolytgehalt wird durch die im Wasser enthaltenen gelösten Stoffe bestimmt, deren Konzentration durch Eindampfen bei Temperaturen von 105°C als Gesamttrockenrückstand (TDS = total dissolved solids) bestimmt werden kann. Der Salzgehalt bzw. der Elektrolytgehalt kann als Gesamtkonzentration an gelösten festen Bestandteilen in [g/l] bzw. dimensionslos in [‰] angegeben werden. So liegt der durchschnittliche Salzgehalt des Meeres bei 35 g/l bzw. 35 ‰. Bei Wässern mit Lösungsgehalten < 7000 mg/l ist die Angabe [mg/l] und [mg/kg] zahlenmäßig praktisch gleich. In der hydrogeologischen Praxis wird erst bei höher konzentrierten Wässern die Einheit [mg/l] unter Berücksichtigung des spezifischen Gewichts in [mg/kg] umgerechnet, die im internationalen Schrifttum auch als [ppm] bezeichnet wird (MATTHESS 1990).

Der Begriff „Salinität“ wird in den naturwissenschaftlichen Disziplinen unterschiedlich gebraucht. So versteht die Meeresbiologie (TARDENT 1993: 166) darunter den Maßwert für die in einem gegebenen Volumen gelöste Menge von Salzen (g/l bzw. ‰). In der Hydrogeochemie wird die Salinität nach der Definition von PALMER (1911) durch nicht hydrolysierte Salze und die „Alkalinität“ durch freie alkalische Basen hervorgerufen. Demnach können alle Kationen einschließlich Wasserstoff zur Salinität beitragen, während bei den Anionen nur die starken Säuren in ähnlicher Weise wirken. In der englischsprachigen Literatur werden die Begriffe „Salzgehalt“ und „Salinität“ häufig als Synonyme benutzt. Zur Vermeidung von Begriffsverwirrung wird im folgenden der Begriff Salzgehalt verwendet. Als Methode wurde im Gelände die Messung der elektrischen Leitfähigkeit angewendet, die einen Anhaltspunkt über die Gesamtmineralisation gibt. Die elektrische Leitfähigkeit einer wässrigen Lösung mehrerer Salze setzt sich aus den Leitfähigkeits-Teilbeiträgen der einzelnen Kationen und Anionen zusammen. Die Korrelation zwischen TDS und der elektrischen Leitfähigkeit wird in den Bereichen zwischen 3 bis 100 ‰ Salzgehalt durch die Formel

$$\text{TDS} = (3,4 K_{18}/10^6 + 0,666) \times K_{18}$$

beschrieben (WILLIAMS 1981: 239).

Verschiedene Systeme der Klassifikation und Benennung von Salzgehalten sind von HAMMER (1986) zusammengestellt und verglichen worden. Im folgenden kommt das von HAMMER (1983) aufgestellte Klassifikationssystem für binnenländische (sog. athalassische) Salzwässer zur Anwendung, demzufolge als Süßwasser nur Wässer mit einem Salzgehalt < 0,5 ‰ bezeichnet werden. Einen Überblick der Klassifikation nach HAMMER (1983) im Vergleich zum international üblichen Venedig-System gibt die Abb. 15.

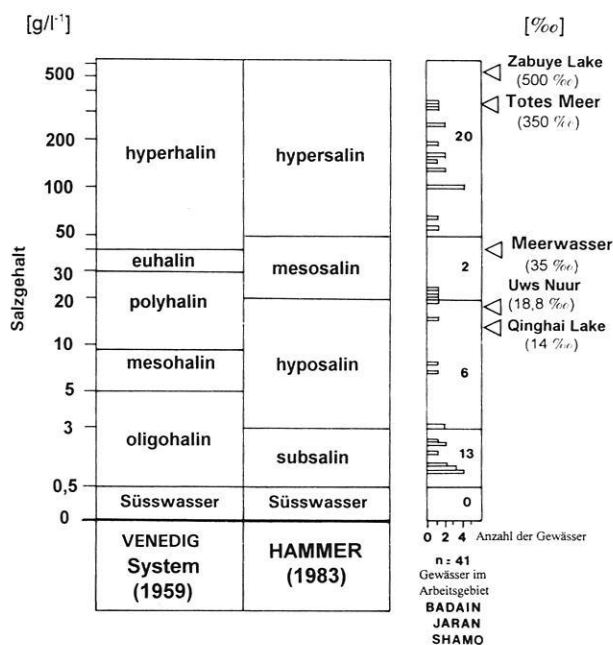


Abb. 15: Klassifikation des Salzgehalts [g/l bzw. ‰] von binnenländischen Gewässern nach HAMMER (1983) und dem Venedig-System (1959). Die rechte Spalte zeigt die Verteilung der untersuchten Gewässer (n = 41) nach den entsprechenden Salzgehalten. Zum Vergleich sind die Salzgehalte der Salzseen Qinghai Lake (China), Uws Nuur (Mongolei), des Toten Meers und des Meerwassers angegeben.

Aus der Abb. 16 ist ersichtlich, daß die Salzgehalte der Gewässergebiete große Unterschiede aufweisen. Im nördlichen Gewässergebiet treten ausschließlich hypersaline Gewässer mit Salzgehalten zwischen 99 ‰ und 326 ‰ auf. Im Gegensatz dazu sind im südlichen Gewässergebiet überwiegend subsaline Flachseen mit Salzgehalten zwischen 1,4 ‰ bis 2,5 ‰ verbreitet. Eine Ausnahme bildet der Bereich um den subsalinen Flachsee S 81 (1,7 ‰). Im Umkreis von 4 km treten auf engem Raum einige hypo-, meso- und hypersaline Gewässer auf. So liegt nur 200 m entfernt vom subsalinen Gewässer S 81 der hypersaline Flachsee S 79, der mit 334 ‰ den höchsten Salzgehalt im gesamten Arbeitsgebiet aufweist (Foto 1 auf Tafel 1, Kap. 9.1). Die dort gemessene vergleichsweise geringe Leitfähigkeit von 135 mS/cm zeigt, daß die Korrelation von WILLIAMS (1981) hier nicht angewendet werden kann. Die Analytik der Wasserprobe S 7901 (Tab. 42, Kap. 9.3) ergab extrem hohe Gehalte an Carbonat und Hydrogencarbonat.

Die Salzgehalte des Grund- und Quellwassers liegen im nördlichen Seengebiet im Grenzbereich zwischen Süßwasser (0,3 ‰) bis subsalin (0,7 ‰). Entsprechend beträgt das arithmetische Mittel der Leitfähigkeit 1 mS/cm bzw. 1,46 mS/cm. Dagegen sind im südlichen Seengebiet Grund- und Quellwasser mit einem arithmetischen Mittel

der Leitfähigkeit von 4,25 mS/cm (G) bzw. 2,49 mS/cm (Q) höher mineralisiert. Die Salzgehalte befinden sich noch im subsalinen Bereich bzw. im Grenzbereich zu hyposalinen Verhältnissen. Die Spannweite reicht von 0,9 ‰ bis zu Extremwerten von max. 8,5 ‰ (Probe G 7701, Kap. 9.3) im hyposalinen Bereich.

Die Salzgehalte der Regenwasserproben sind nur indirekt über die Leitfähigkeit zu bestimmen. Demzufolge wurde während der Regenperiode eine kontinuierliche Abnahme der elektrischen Leitfähigkeit von anfänglichen Werten um 170 µS/cm auf 10 µS/cm gemessen. Dies kann durch das Auswaschen der in der Luft als Aerosol enthaltenen Salzkristalle erklärt werden.

3.3.4.2 Einteilung der Probengruppen nach der chemischen Zusammensetzung

Aus den Daten der statistischen Auswertung wurden die arithmetischen Mittel der jeweiligen Probengruppen von [mg/l] in Milliäquivalente [meq] umgerechnet. Hierbei wurden grundsätzlich nur Proben mit einem Ionenbilanzfehler < 10 % berücksichtigt. Die Probengruppen Grundwasser, Quellwasser und Seewasser wurden zusätzlich nach ihrer Herkunft in das nördliche bzw. südliche Gewässergebiet untergliedert. Beim Regenwasser wurden nur Proben aus dem südlichen Arbeitsgebiet berücksichtigt. Auf der Basis der berechneten Äquivalentprozente [meq%] ließen sich hydrogeochemische Typen ableiten und die Daten in einem PIPER-Diagramm graphisch darstellen (Abb. 17).

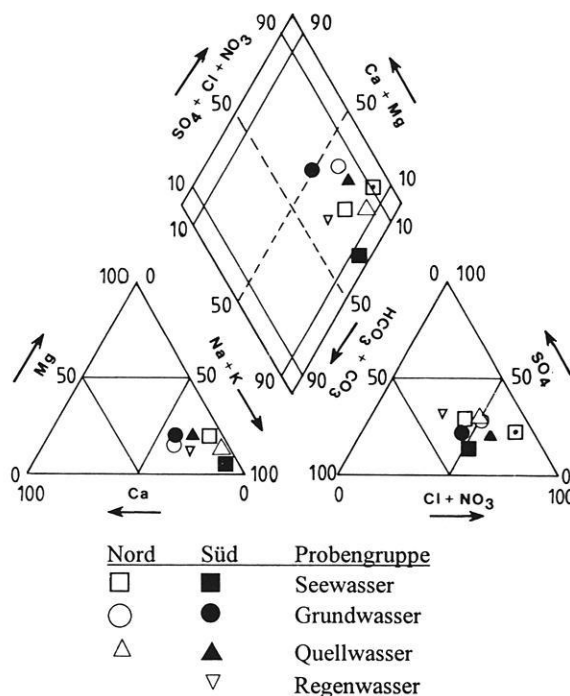
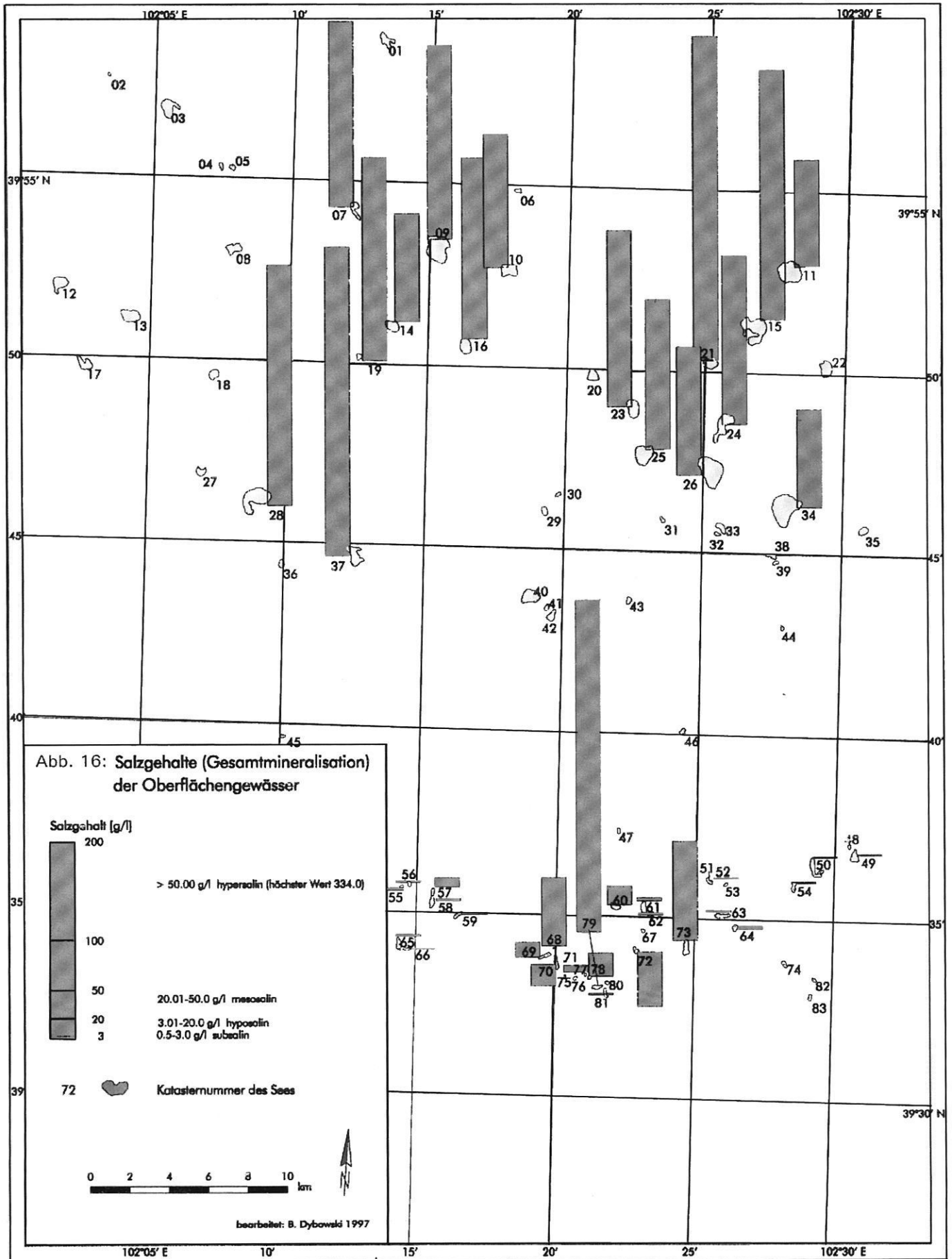


Abb. 17: PIPER-Diagramm zur Darstellung von Wasseranalysen der Probengruppen Seewasser, Grundwasser, Quellwasser und Regenwasser. Die Signaturen ermöglichen eine Zuordnung zum nördlichen bzw. südlichen Gewässergebiet.



Das PIPER-Diagramm kombiniert ein Anionen- und ein Kationendreieck mit einem Viereckdiagramm in Gestalt einer Raute, wobei das arithmetische Mittel der Analyseergebnisse der jeweiligen Probengruppe durch je einen Punkt in den drei Diagrammen angegeben wird. Die Signaturen ermöglichen eine Zuordnung zum nördlichen bzw. südlichen Gewässergebiet. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die unterschiedlichen Salzgehalte nicht dargestellt werden.

Natrium ist bei allen Probengruppen das wichtigste Kation, wobei die Werte zwischen 51,1 meq % (Grundwasser Süd) bis 95,9 meq % (Seewasser der hypersalinen Gewässer) liegen. Danach folgen Magnesium und Calcium mit Werten bis zu 23,9 bzw. 21 meq %. Die absolut höchsten Gehalte an Magnesium (57,56 meq) und Calcium (6,02 meq) treten im südlichen Gewässergebiet im Grundwasser und in mesosalinen Flachseen auf. Bei den Anionen ist das Chlorid-Ion mit Werten zwischen 31,5 meq % (Regenwasser) bis zu 66,9 meq % (mesosaline Flachseen im südlichen Gewässergebiet) dominierend, gefolgt vom Carbonat- und Hydrogencarbonat-Ion. Hier zeigen sich jedoch gerade in der Probengruppe der Oberflächengewässer Unterschiede in der Abhängigkeit vom Salzgehalt. Im folgenden werden die einzelnen Probengruppen hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung vorgestellt.

hin, deren Ursache noch ungeklärt ist. Die chemische Zusammensetzung dieser Salzlaugen zeigt sehr ähnliche Kationen-Verhältnisse. Unterschiede treten jedoch bei den Anionen auf, wo das Carbonat-Ion über dem Chlorid-Ion dominiert. So handelt es sich beim Gewässer S 79 um einen Sodasee (Na-CO₃-Cl-Typ).

In den untersuchten Salzlaugen der hypersalinen Seen des nördlichen Gewässergebietes (15 Proben) sind nur sechs Hauptkomponenten vorhanden, nämlich die Kationen Na und K sowie die Anionen Cl-CO₃-SO₄-HCO₃. Im Mittel ergibt sich eine Abfolge von Na (93,8 meq %) > K (5,9 meq %) > Mg (0,2 meq %) > Ca (0,1 meq %), so daß Natrium das dominierende Kation ist. Bei den Anionen lautet die Abfolge Cl (54,9 meq %) > CO₃ (26,9 meq %) > SO₄ (14,1 meq %) > HCO₃ (5,1 meq %). Der Chemismus der Salzlaugen ist sehr einheitlich. Die Salzlaugen können auf der Grundlage des Klassifikationssystems von EUGSTER & HARDIE (1978) als Na-Cl-CO₃-SO₄-Typ beschrieben werden. Die hohen CO₃²⁻- und HCO₃-Konzentrationen sind stets an niedrige Mg- und Ca-Konzentrationen geknüpft. Insgesamt konnten im nördlichen Gewässergebiet bisher keine chemischen Anomalien (Erdalkali-Anomalie etc.) nachgewiesen werden. Entsprechend ist das Mg/Ca-Molverhältnis beider Gewässergebiete sehr verschieden (Tab. 10). Das nördliche Gebiet mit einem Mittelwert von

3.3.4.2.1 Oberflächengewässer

Das Verteilungsmuster der Ionenbilanzen von 34 Proben in Abb. 18 zeigt - entsprechend der hydrographischen Gliederung - eine deutliche Zweiteilung: Im südlichen Gewässergebiet (19 Proben) überwiegt vor allem bei sub- und hyposalinen Gewässern der Na-Mg-(Ca)-Cl-SO₄-CO₃-Typ. Bemerkenswert sind die relativ hohen Mg-Gehalte (größter Wert 781 mg/l Mg²⁺) der mesosalinen Seen (S 70), deren Gesamthärte mit Spitzenwerten von 146° dGH extrem hoch ist. Das Auftreten hypersaliner Gewässer (S 68, S 72, S 73 und S 79) deutet auf eine Anomalie in Verbindung mit hohen Magnesium-Gehalten

nördliches Gewässergebiet			
Proben-gruppe	Grund-wasser	Quell-wasser	hypersalines Seewasser
GH (mmol/l)	1,47	1,46	5,2
GH (°dt.GH)	8,2	8,2	29,2
GH	weich/m.hart	weich/m.hart	hart
Leitf. (mS/cm)	1	1,46	135,4
Cl (mg/l)	82	164	62700
Chloridgehalt	mittel chloridisch	stark chloridisch	über-chloridisch
Mg/Ca	1,1	1,4	3,1

südliches Gewässergebiet						
Proben-gruppe	Grund-wasser	Quell-wasser	hypersalines Seewasser	mesosalines Seewasser	hyposalines Seewasser	subsalines Seewasser
GH (mmol/l)	6,14	2,06	9,08	29,68	6,92	2,66
GH (°dt.GH)	34,4	11,6	50,9	166,4	38,8	14,9
GH	sehr hart	mittel hart	sehr hart	sehr hart	sehr hart	etwas hart
Leitf. (mS/cm)	4,25	2,49	114,7	26,2	7,1	2,2
Cl (mg/l)	546	429	50140	7423	1634	379
Chloridgehalt	meeres-chloridisch	meeres-chloridisch	über-chloridisch	über-chloridisch	über-chloridisch	stark chloridisch
Mg/Ca	1,04	1,9	17,8	32,2	13,7	3,1

Tab. 10: Arithmetische Mittel der Gesamthärte (GH in mmol/l bzw. in °dt. Härte), der Leitfähigkeit (mS/cm), des Chloridgehalts (mg/l) und des Mg/Ca-Molverhältnisses der Probengruppen im nördlichen und südlichen Gewässergebiet. (Klassifikation nach den Richtlinien der DVWK 1990).

3,1 weicht deutlich vom südlichen Gebiet mit 17,8 ab. Das Mengenverhältnis der wichtigsten Ionen der hypersalinen Gewässer ist unabhängig von der Lokalität in beiden Gewässergebieten nahezu konstant.

3.3.4.2.2 Grundwasser

Insgesamt sind 16 Einträge in der Abb. 19 verzeichnet, von denen 6 auf das südliche und 10 auf das nördliche Gewässergebiet entfallen. Statistische Angaben sind den Tab. 34 und 35 im Kap. 9.3 zu entnehmen. Die Kationen- und Anionenverhältnisse der Ionenbilanzen zeigen nur geringe Unterschiede in beiden Gebieten, wobei die Gesamtmineralisation im südlichen Gewässergebiet jedoch um den Faktor 4 höher ist.

Natrium, Magnesium und Calcium sind die dominierenden Kationen in beiden Gebieten. Im südlichen Gewässergebiet zeigen sich lokal deutlich erhöhte Mg-(308 mg/l) und Ca-Gehalte (306 mg/l), während im Norden max. 24,3 mg/l Mg bzw. 32 mg/l Ca gemessen wurden. Differenzierungen gibt es jedoch bei den Anionen, die außer der Hauptkomponente Cl wechselnde SO_4^- und HCO_3^- -Anteile zeigen. Während die Chloridgehalte im nördlichen Gebiet als mittel chloridisch (arithmetisches Mittel = 82 mg/l Cl) einzustufen sind, weist das südliche Gebiet bereits meereschloridische Verhältnisse auf (arithmetisches Mittel = 546 mg/l Cl; Tab. 10). Die Nitratgehalte sind im nördlichen Gewässergebiet mit 12,3 meq % wesentlich höher als im südlichen (2,3 meq %). Die Phosphatgehalte sind in beiden Gebieten relativ niedrig, wobei die Gehalte im südlichen Gebiet bei 0,54 mg/l PO_4^{3-} liegen, im nördlichen jedoch nur bei 0,13 mg/l PO_4^{3-} . Zusammenfassend kann das Grundwasser im nördlichen Gewässergebiet dem Na-Mg-Ca-Cl- HCO_3^- - SO_4^- -Typ zugeordnet werden. Im südlichen Gewässergebiet dominiert der Na-Ca-Mg-Cl- SO_4^- -Typ.

3.3.4.2.3 Quellwasser

Insgesamt existieren 19 Einträge (Abb. 20), die sich hauptsächlich auf das nördliche Gewässergebiet konzentrieren. Da es im südlichen Gewässergebiet nur sehr wenige gut zu beprobende Quellen gibt, sind hier nur drei Einträge vorhanden. Hinsichtlich der Ionenzusammensetzung und der Gesamtmineralisation gibt es in beiden Gebieten eine gute Übereinstimmung mit der Proben- gruppe Grundwasser. Die Quellen im südlichen Seengebiet sind als Na-Mg-Cl- SO_4^- (HCO_3^-)-Typ einzustufen, während die Quellen im nördlichen Seengebiet als Vertreter des Na-Mg-Ca-Cl- SO_4^- - HCO_3^- -Typs höhere Calcium und Hydrogencarbonatgehalte aufweisen. Die Nitratgehalte der Quellwässer im nördlichen Seengebiet sind um den Faktor 1,4 höher als im südlichen Gebiet, wobei vor allem die Quellen auf Kalktuffinseln (z.B. Probe Q 3402 c) Spitzenwerte von 64 mg/l NO_3^- aufweisen. Da anthropogene Ursachen auszuschließen sind und mikrobielle Matten aus Cyanobakterien eine bedeutende Rolle im Metabolismus der hypersalinen Seen einnehmen, ist die Ursache möglicherweise durch eine aerobe mikrobielle Nitratbildung gegeben. Dies kann auf einer Oxidation organisch gebundenen Stickstoffs beruhen (MATTHESS

1990). Die Chloridgehalte sind im südlichen Gewässergebiet meereschloridisch und liegen um den Faktor 2,6 über den Werten des nördlichen Gebietes. Die Phosphatgehalte sind in beiden Gebieten mit einem arithmetischem Mittel von 0,19 mg/l relativ niedrig.

3.3.4.2.4 Regenwasser

Die Proben- gruppe Regenwasser weist generell eine Dominanz von Natrium (59 meq %) und Calcium (20,3 meq %) bei den Kationen sowie Chlorid (31,5 meq %) und Sulfat (27,8 meq %) bei den Anionen auf. Offensichtlich spielt der atmosphärische Eintrag von NaCl-Verbindungen durch Auswehung von Salztonflächen eine bedeutende Rolle bei der Bildung von Aerosolen. Zwar ergibt sich durch die relativ hohen Ionenbilanzfehler eine Einschränkung für die Gesamtheit der Regenwasserdaten, doch können die im Vertrauensbereich liegenden Proben dem Na-Ca-Cl- SO_4^- -Typ zugeordnet werden.

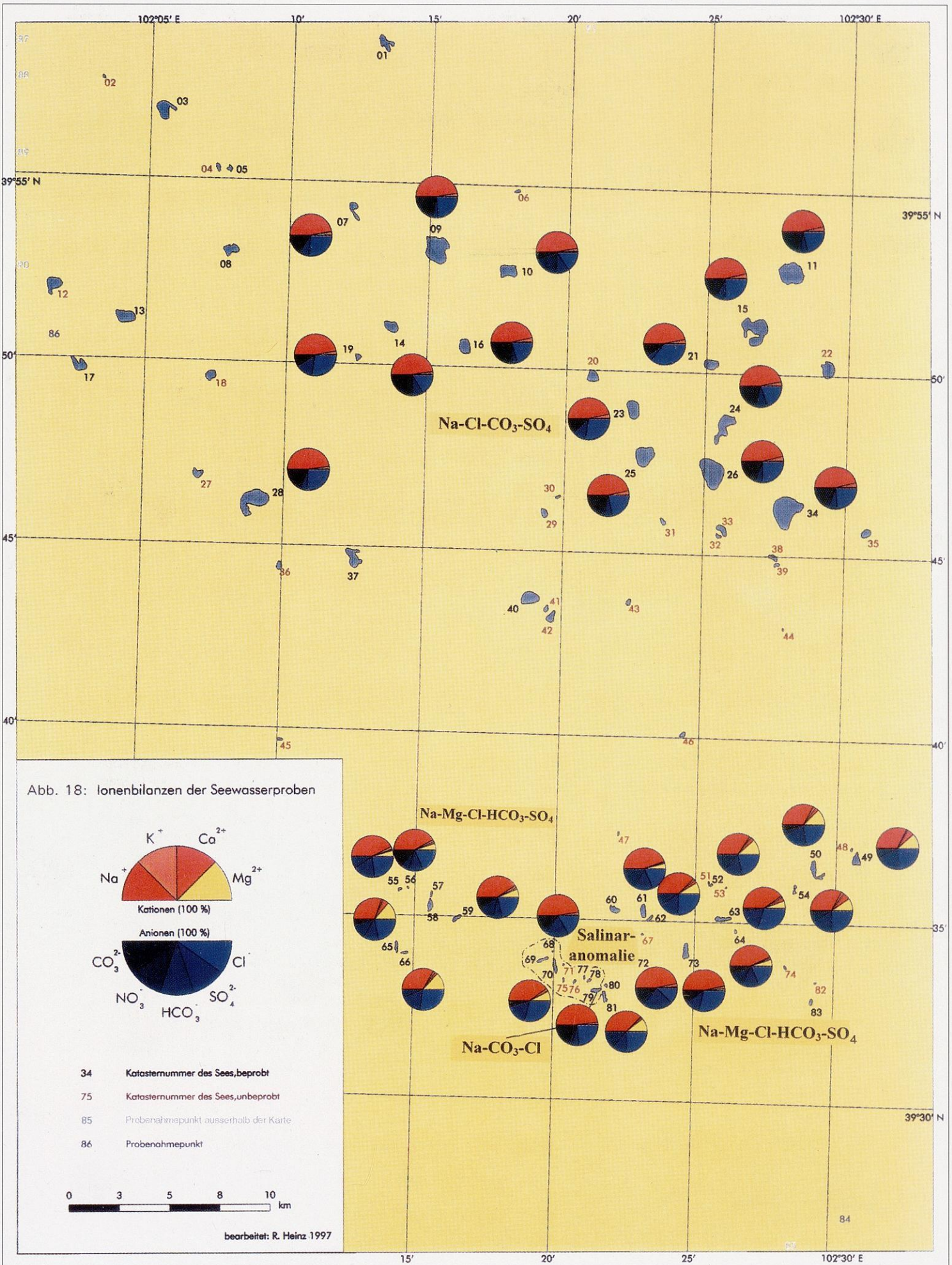
3.3.4.3 Einteilung nach der Gesamthärte

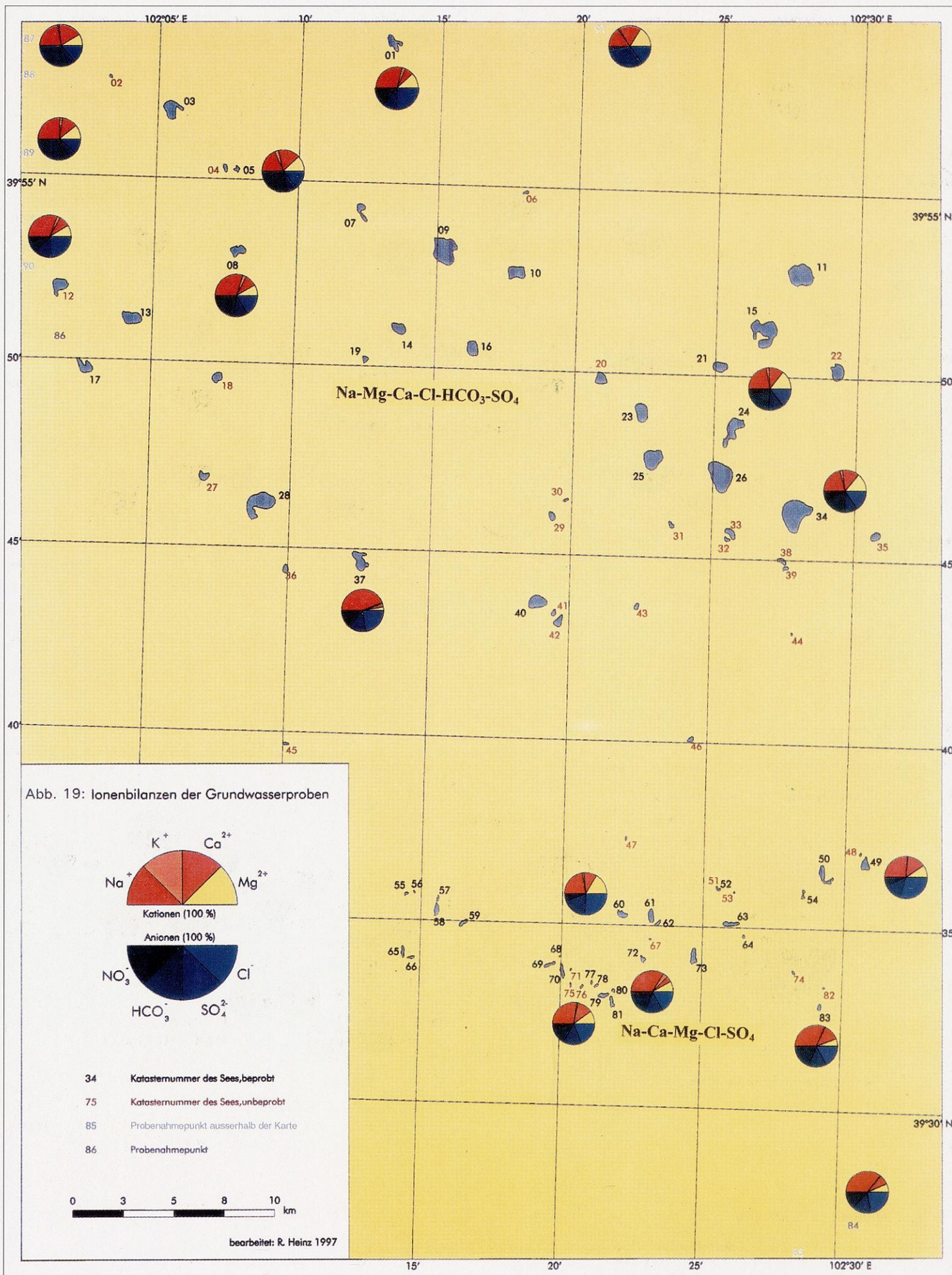
Als Gesamthärte bezeichnet man die Summe der Erdalkali-Ionen (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}) ohne Rücksicht auf die Bindung an verschiedene Anionen. Die Härte des Wassers wird in der Abb. 21 als Stoffmengenkonzentration der wesentlichen Härtebildner Calcium und Magnesium in mmol/l angegeben. Für die Umrechnung gilt, daß 1 mmol/l = 5,608°d (deutscher Härtegrade) entspricht. Die arithmetischen Mittel der Gesamthärte ist für beide Gewässergebiete in Tab. 10 zusammengefaßt.

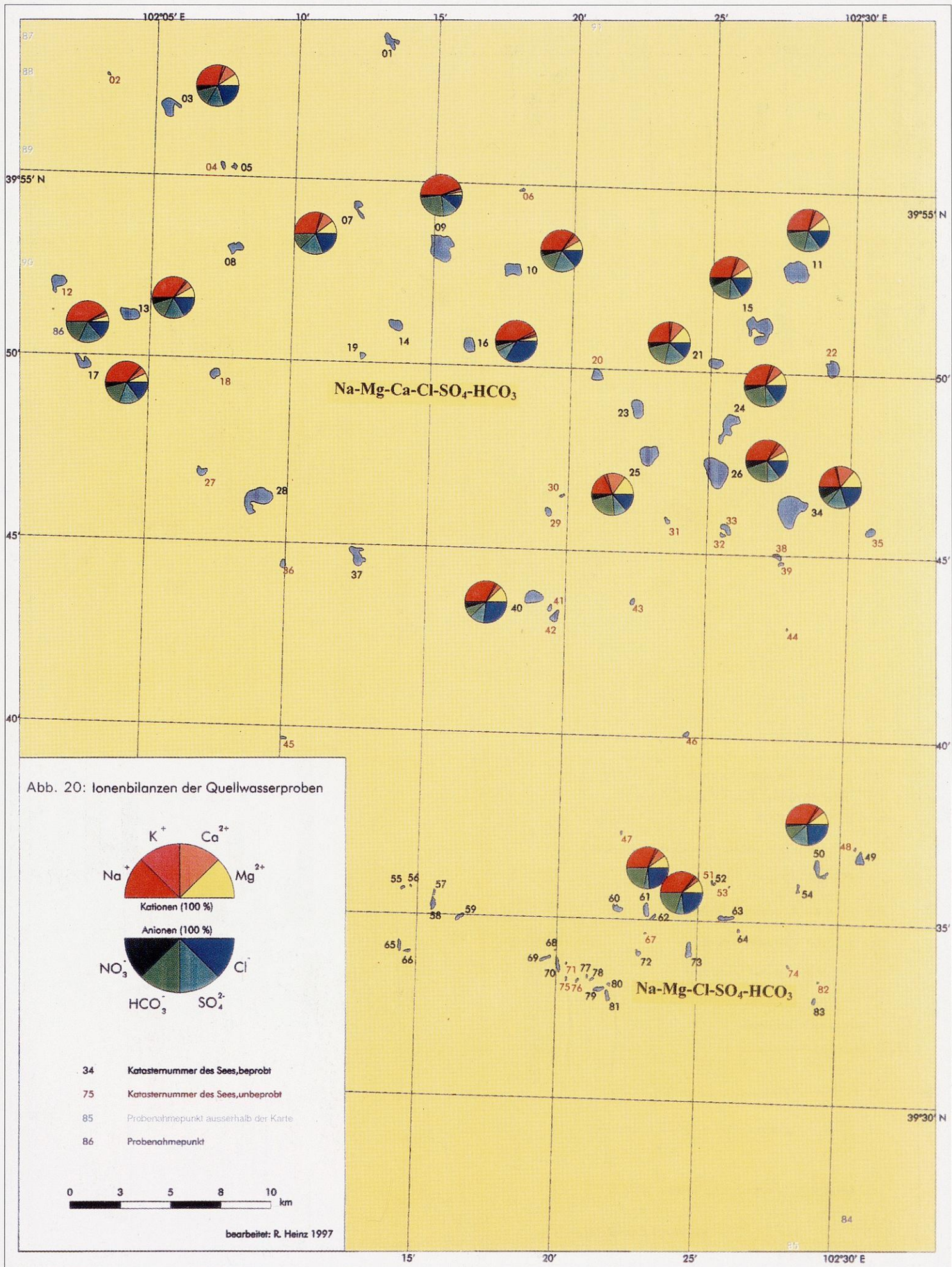
Das nördliche Gewässergebiet weist im Grund- und Quellwasser einheitliche Verhältnisse mit einem Mittel von 8,2° dt. Härte auf und liegt im Grenzbereich weich/mittelhart. Zwischen den einzelnen Probenahme- punkten treten nur geringfügige Schwankungen auf. Das Wasser der hypersalinen Seen ist dagegen als hart (29,2° dt. Härte) einzustufen.

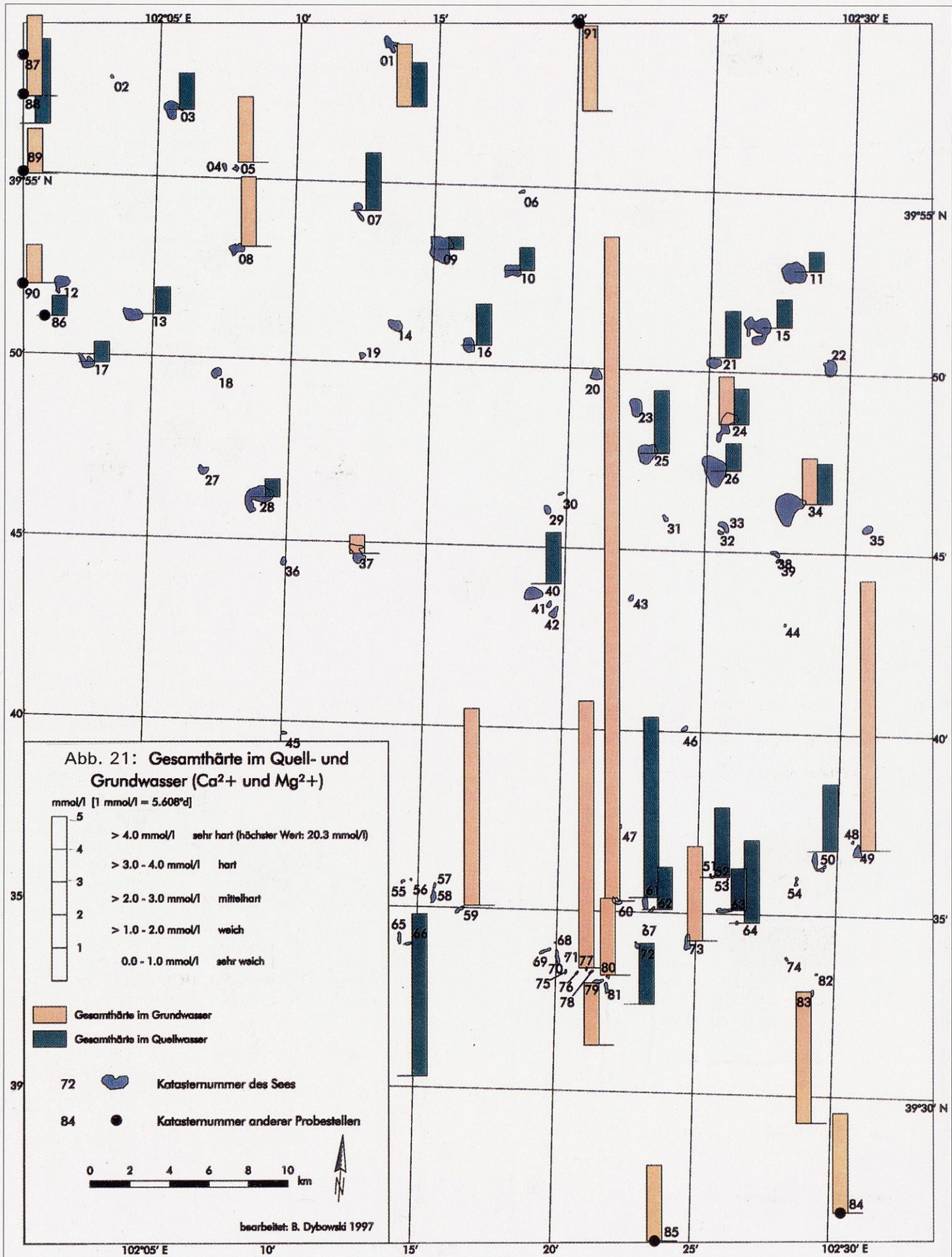
Im südlichen Gewässergebiet herrschen durchweg höhere Härtegrade vor (11,6° bzw. 34,4° dt. Härte im Quell- bzw. Grundwasser), wobei lokal extreme Schwankungen vorkommen. Dies betrifft insbesondere das Grundwasser bei der Lokalität S 60 mit Spitzenwerten von 113,9° dt. Härte (Probe G 6001 in Kap. 9.3). Die Gewässer zeigen ebenfalls große Unterschiede, wobei die subsalinen Flachseen mit 14,9° die niedrigsten Werte aufweisen. Extremwerte wurden bei den mesosalinen Gewässern S 69 und S 70 mit Spitzenwerten von 146° dt. Härte (Probe S 7001 in Kap. 9.3) festgestellt. Die hypersalinen Flachseen sind mit 50,9° ebenfalls als sehr hart einzustufen.

Die genaue Verteilung der Verhältnisse im Grund- und Quellwasser zeigt Abb. 21, in der insgesamt 43 Einträge (26 im nördlichen und 17 im südlichen Seengebiet) aufgeschlüsselt sind. Deutlich hebt sich das südliche Seengebiet in beiden Proben- gruppen mit relativ hohen Werten vom nördlichen Seengebiet mit allgemein niedrigeren Werten ab. Insgesamt weist der Parameter „Gesamthärte“ im südlichen Gewässergebiet einen Bereich aus, der als (geogene) Erdalkali-Anomalie bezeichnet werden kann. Dies betrifft insbesondere die Gewässer S 60, S 69 und









S 70. Die dadurch bedingten Mg/Ca-Molverhältnisse sind für die Bildung primärer Carbonate in den subhydriischen Sedimenten von entscheidender Bedeutung (MÜLLER et al. 1972). Aus diesem Grunde ist ein Vergleich beider Gewässergebiete für die Erklärung verschiedener Carbonate eine wichtige Vorinformation. Im nördlichen Seengebiet herrschen ausgeglichene Mg/Ca-Molverhältnisse im Grund- (Quotient 1,1) und Quellwasser (Quotient 1,4) mit leicht erhöhten Mg-Gehalten. In den hypersalinen Seen steigt das Mg/Ca-Verhältnis auf Werte um 3 an. Dagegen sind im südlichen Seengebiet größere Unterschiede zu verzeichnen: Während sich im Quellwasser erhöhte Mg/Ca-Molverhältnisse (1,9) finden, nimmt der Quotient mit steigenden Mg-Gehalten von 3,1 (subsaline Gewässer) bis auf Werte von 32,2 in mesosalinen Gewässern zu.

Hinsichtlich des Sr/Ba-Verhältnisses zeigt das nördliche Seengebiet kaum Unterschiede zwischen Grund- (17,4) und Quellwasser (14,9). Im südlichen Seengebiet sind die Strontium-Gehalte im Grundwasser (54,5) etwa doppelt so hoch wie im Quellwasser (25,2).

3.3.4.4 Spurenstoffe

Alle Wasserproben wurden neben den Hauptinhaltsstoffen auch auf Spurenstoffe (Al, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, P, Pb, Sr und Zn) und insbesondere Schwermetalle untersucht (Kap. 7.3.2.2): Die statistische Auswertung der Laborergebnisse (Tab. 31, 33, 35, 37 und 39 in Kap. 9.3) umfaßt dabei auch Proben, deren Ionenbilanzfehler > 10 % ist.

Die höchsten Gehalte an Schwermetallen wiesen die hypersalinen Gewässer auf. So lagen die höchsten Bleigehalte bei 3580 µg/l Pb im nördlichen bzw. 1745 µg/l Pb im südlichen Gewässergebiet. Aus dem Vergleich von arithmetischem Mittel und Zentralwert geht jedoch hervor, daß die Bleigehalte von See zu See sehr verschieden sind. Offensichtlich kommt es durch die hohe Evaporation in den Gewässern zu einer Anreicherung von Schwermetallen, die sich auch im Quellwasser nachweisen ließen (arithmetisches Mittel 89,6 µg/l). Auch einige Regenwasserproben (Probe R 3401, Kap. 9.3) wiesen Bleigehalte bis zu 93 µg/l auf, so daß neben dem geogenen auch ein atmosphärischer Eintrag als Folge des Ferntransports industriell belasteter Stäube anzunehmen ist. Als weiteres Schwermetall tritt Eisen in einigen Gewässern mit hohen Gehalten auf, während Zink, Mangan und Chrom von untergeordneter Bedeutung sind und Cadmium nur in wenigen Proben nachweisbar war. Des weiteren treten in hypersalinen Wässern der Proben-Gruppe Seewasser hohe Bor- und Phosphor-Gehalte auf, die Konzentrationen bis zu 333 mg/l B bzw. 80,5 mg/l P enthalten.

Die Schwermetallgehalte der Proben-Gruppe Quellwasser weisen im Mittel beider Gewässergebiete erhöhte Werte für Blei (89,6 µg/l); Eisen (70,3 µg/l) und Mangan (54,7 mg/l) auf. Auch hier sind die Phosphorgehalte (1,0 mg/l) hoch, während Bor nur in wenigen Proben nachweisbar war.

3.4 Limnologische Verhältnisse

Die limnologische Entwicklung der Gewässer hängt wesentlich davon ab, in welchem Rhythmus Phasen von Zirkulation und Stagnation des Wasserkörpers auftreten. Entscheidend hierfür sind die zu erwartenden Wassertemperaturen insbesondere der Jahresrhythmen. Aufgrund der hohen täglichen Temperaturschwankung können auch Tagesrhythmen eine Rolle spielen. Im Zuge der Ersterkundung war es jedoch nur möglich, isolierte Tiefenprofile in den Monaten September und Oktober zu messen und aus diesen Daten eine Abschätzung des Temperaturregimes und der Schichtung vorzunehmen, die einen großen Einfluß auf die limnologische Entwicklung und die Bioproduktion haben. Aus technisch-logistischen Gründen konnte das Benthal nicht in die Untersuchung einbezogen werden.

3.4.1 Vertikalgradienten von Temperatur, Sauerstoff, Leitfähigkeit und Trübung

Im Rahmen der limnologischen Untersuchungen wurden an 12 verschiedenen Gewässern (Tab. 11) Tiefenprofile der Parameter Temperatur, Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und Trübung gemessen (Abb. 22 bis 29). Die Vertikalprofile spiegeln dabei nur einmalige Zustände der Stagnationsphase während des Überganges vom Sommer zum Herbst wieder. Es konnten jedoch bei einigen Seen zeitliche Vergleiche der Jahre 1994 und 1995 getroffen werden. Die Temperaturen am Gewässergrund der tiefsten Seen betragen 4°C.

Die untersuchten Gewässer unterscheiden sich hinsichtlich Lage, Größe und Morphometrie. Bei den länglichen Flachseen ist eine häufige Durchmischung aufgrund lokaler, in der Längsausdehnung wehender Winde anzunehmen. Allgemein ist festzustellen, daß die Temperaturdifferenzen zur Oberflächenschicht um so geringer werden, je höher die Wassertemperaturen am Gewässergrund sind. Da die Dichteunterschiede des Wassers mit steigender Temperatur zunehmen, können in den Gewässern der randtropischen Wüsten dichteabhängige Schichtungen bei wesentlich geringeren Temperaturen auftreten als in den gemäßigten Breiten (ZAUKE et al. 1995).

Im Vergleich der Temperatur-Vertikalprofile können drei Typen unterschieden werden:

Typ 1: Ausprägung einer Thermokline in Seen mit einer Wassertiefe > 6 m (S 34);

Typ 2: Ausprägung einer Chemokline in meromiktischen Seen (S 15, S 26) und Flachseen (S 79);

Typ 3: Fehlen einer ausgeprägten Thermokline in Seen mit einer Tiefe < 6 m, insbesondere in Flachseen (S 50).

Beim Typ 2 trennt die Chemokline zwei verschiedene Wasserkörper, nämlich das Mixolimnion mit geringen Sauerstoffgehalten und das anoxische Monimolimnion, das an keiner Zirkulation teilnimmt und durch hohe Gehalte an Schwefelwasserstoff gekennzeichnet ist. Die chemischen Gradienten sind in Form von Dichteunterschieden stark ausgeprägt und führen zu einer Sauerstoff-Mangelsituation im Tiefenwasser. Dies ist beim See Yinderitu (S 15; Foto 1 auf Tafel 3, Kap. 9.1) der Fall, wo die Dichte von 1,1834 g/cm³ an der Oberfläche (Probe S 1501 in

Kat.-Nr.	Wasser-tiefe (Lot.)	Vertikal-profile	Datum der Messung	T (Luft)	T. (Oberfl.)	T. (Grund)	T (Diff.)	Typ
S 09	7,8 m (73)	4	22.09.95	30°C	23,4°C	15,4°C	8,0°C	mono
S 11	10,8 m (53)	2	28.09.95	25°C	20,0°C	8,9°C	11,1°C	mono
S 15	8,5 m (22)	7	25.09.94	24°C	21,2°C	17,9°C	3,3°C	mero
S 25	6,9 m (31)	1 1	29.09.94 02.10.95	23°C 18,1°C	19,7°C 19,2°C	15,3°C 17,5°C	4,4°C 1,7°C	mero
S 26	9,7 m (28)	2	22.09.94	25°C	20,4°C	8,2°C	12,2°C	mono
S 28	6,6 m (58)	3	19.09.95	33,5°C	27,2°C	22,4°C	4,8°C	mono
S 34	15,6 m (158)	3 3	16.09.94 07.10.95	25°C 20°C	22,5°C 17,8°C	5,4°C 6,4°C	17,1°C 11,4°C	mono
S 49	2,1 m (19)	1	12.10.95	18,4°C	13,9°C	13,8°C	0,1°C	poly
S 50	1,9 m (11)	1	12.09.94	25°C	17,5°C	17,5°C	0°C	poly
S 70	1,3 m (5)	1	02.10.94	19°C	14,9°C	14,7°C	0,2°C	poly
S 79	0,5 m (4)	1	09.09.95	28,5°C	23,3°C	23,2°C	0,1°C	poly
S 81	1,6 m (20)	1	07.09.95	21,5°C	21,8°C	21,7°C	0,1°C	poly

Tab. 11: Temperatur-Tiefenprofile der untersuchten Gewässer.

Erläuterungen: Kat.-Nr.: Katasternummer des Gewässers; Wassertiefe= max. Wassertiefe mit Angabe der Anzahl der Einzelmessungen; Vertikalprofile= Anzahl der Tiefenprofile; T. (Luft)= Lufttemperatur; T. (Oberfl.)= Wassertemperatur in 0,1 m Tiefe; T. (Grund)= Wassertemperatur am Gewässergrund; T.(Diff.)= Temperaturdifferenz zwischen Oberfläche und Gewässergrund; Typ= limnologischer Seentyp (mono-, poly- bzw. meromiktisch).

Kap. 9.3) bis zu $1,2126 \text{ g/cm}^3$ (Probe S 1503 in Kap. 9.3) am Seeboden in 7,8 m Wassertiefe ansteigt. Der Salzgehalt des Mixolimnions beträgt 250 ‰, und steigt im Monimolimnion auf 277 ‰ an. Die Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung beider Wasserkörper zeigen sich vor allem bei den Anionen mit höheren Carbonat- und Sulfatkonzentrationen am Seeboden (Abb. 24). Die Chemokline ist besonders deutlich im 0,4 m tiefen Flachsee S 79 in einer Wassertiefe von nur 0,2 m ausgeprägt. Das Wasser des Monimolimnions ist rosa-farben, weist jedoch keine Bildung von Schwefelwasserstoff auf.

Die Tiefe des während der Stagnationsphase ausgebildeten Epilimnions variiert bei den Seen zwischen 6 bis 7 m. Die Tiefe des Epilimnions ist nicht immer konstant, da ein Auftrieb von Tiefenwasser insbesondere bei den punktuell auftretenden subaquatischen Grundwasseraustritten anzunehmen ist. Die Tiefe der durchmischten Zone ist für die Produktivität der Planktongemeinschaften ein maßgeblicher Faktor.

Die Temperaturgradienten der Gewässer S 15 und S 28 deuten darauf hin, daß multiple Thermoklinen innerhalb des Epilimnions als Folge einer ausgeprägten Tagesperiodik in den Übergangsjahreszeiten auftreten können.

In Anwendung des Identifikationsschemas nach LEWIS (1983) können die untersuchten Gewässer hinsichtlich ihres Schichtungsverhaltens folgenden Typen zugeordnet werden:

polymiktische Gewässer mit mehreren Zirkulationsphasen; hierzu gehören die Flachseen und Kleingewässer des südlichen Gewässergebietes;

monomiktische Gewässer mit einer Zirkulationsphase pro Jahr und

meromiktische Gewässer, in denen nur das Mixolimnion einmal pro Jahr durchmischt wird, während das Monimolimnion nicht daran teilnimmt.

Neben der Zirkulationshäufigkeit ist die Frage nach der Eisbedeckung von großer Bedeutung. Laut Auskunft der ortsansässigen Familien frieren die Salzseen des nördlichen Gewässergebietes zumindest randlich zu. Der See Nuoertu (S 34) bildet jedoch nur selten eine geschlossene Eisdecke aus, während die Ränder in jedem Winter zufrieren. Vom Salzsee Cheligeri (S 09; Foto 2 auf Tafel 3, Kap. 9.1) ist bekannt, daß seine winterliche Eisdecke sogar betreten werden kann.

In der Übergangsjahreszeit zum Winter treten häufig Temperaturstürze in Verbindung mit kalten Winden auf, so daß innerhalb von 24 Stunden Minima von -18°C und Maxima von $+18^\circ\text{C}$ auftreten können. Als Folge beendet eine Vollzirkulation die Phase der stabilen Schichtung, wobei reduzierte Verbindungen (z.B. Methan und Schwefelwasserstoff) aus dem Hypolimnion in der Wassersäule verteilt werden. Entsprechend sind Sauerstoffzehrungen und Ausgasungen zu erwarten, wie sie beim See Nuoertu beobachtet worden sind.

Die Sauerstoffverteilung läßt sich in vier Typen untergliedern:

Typ 1: Gewässer mit einem sehr ausgeprägten Sauerstoffgradienten im Metalimnion; während das Epilimnion Gehalte von 4 bis 5 mg/l O_2 aufweist, ist das Hypolimnion sauerstofffrei (S 09, S 11, S 26);

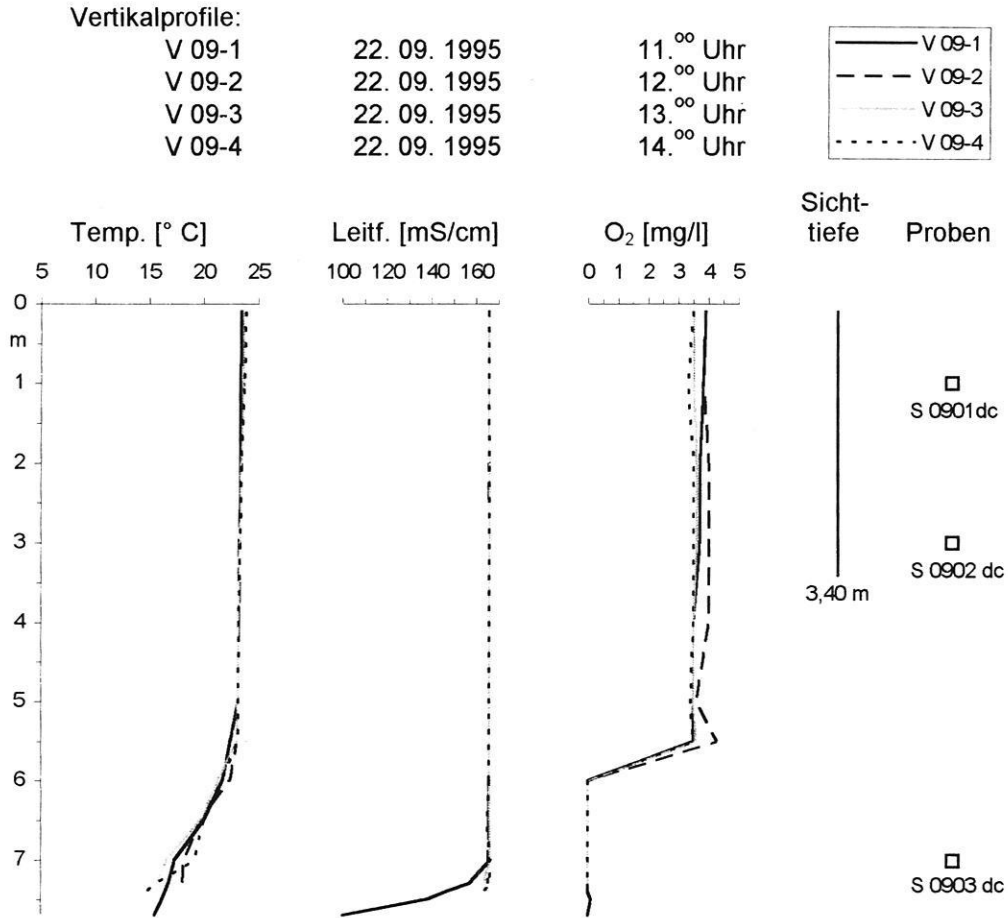


Abb. 22: Vertikalprofile der Temperatur, Leitfähigkeit, Trübung und des Sauerstoffgehaltes im See Cheligeri (S 09).

Typ 2: Gewässer mit durchgehend hohen Sauerstoffgehalten (9 bis 12 mg/l O₂) bis zum Gewässergrund sind ausschließlich auf Flachseen im südlichen Gewässergebiet beschränkt, in denen dichte Charophytenvegetation gedeiht (S 49, S 50, S 70);

Typ 3: Gewässer mit einer graduellen Abnahme des Sauerstoffgehalts von der Oberfläche bis zum Gewässergrund (S 34);

Typ 4: Gewässer mit ausgeprägten Anomalien in der Sauerstoffverteilung; so wies der Salzsee S 28 ein Maximum von 13 mg/l O₂ in einer Tiefe von 2 bis 3 m auf; dieses Phänomen stand offensichtlich im Zusammenhang mit einem Massenaufreten von Algentepichen (Sichttiefe 1,5 m) und einer dadurch bedingten hohen Sauerstoffproduktion.

Aus den Leitfähigkeitsprofilen ist zu ersehen, daß in den meisten untersuchten hypersalinen Seen des nördlichen Gewässergebietes nahe am Gewässergrund eine Abnahme bzw. starke Schwankungen der Leitfähigkeit auftraten.

Dies läßt den Schluß zu, daß am Gewässergrund bedeutende Mengen niedrig mineralisierter Grundwässer in die Salzseen einströmen. Bei den Gewässern des südlichen Gebietes war die Leitfähigkeit über die gesamte Wassersäule konstant.

Die Sichttiefe als Maß für die Trübung ist neben anderen physikalischen Faktoren vom Nährstoffgehalt abhängig. Während im südlichen Gewässergebiet die Sichttiefe bis zum Gewässergrund der max. 1,8 m tiefen Flachseen reichte, herrschten im nördlichen Gebiet sehr variable Verhältnisse. So betragen die maximalen Sichttiefen 7,3 m im See Nuortu, während im Salzsee S 28 nur 1,5 m gemessen wurden. Die Sichttiefen der meromiktischen Gewässer waren ebenfalls mit Werten um 3,5 m deutlich niedriger als bei anderen Gewässern. Angaben zur Trophiestufe der Seen können aus den Parametern Sichttiefe und Sauerstoffgehalt zum Ende der Stagnationsperiode abgeleitet werden. In Anwendung der Richtlinien der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA, zit. n. OTTO 1988) ergibt sich folgendes Bild:

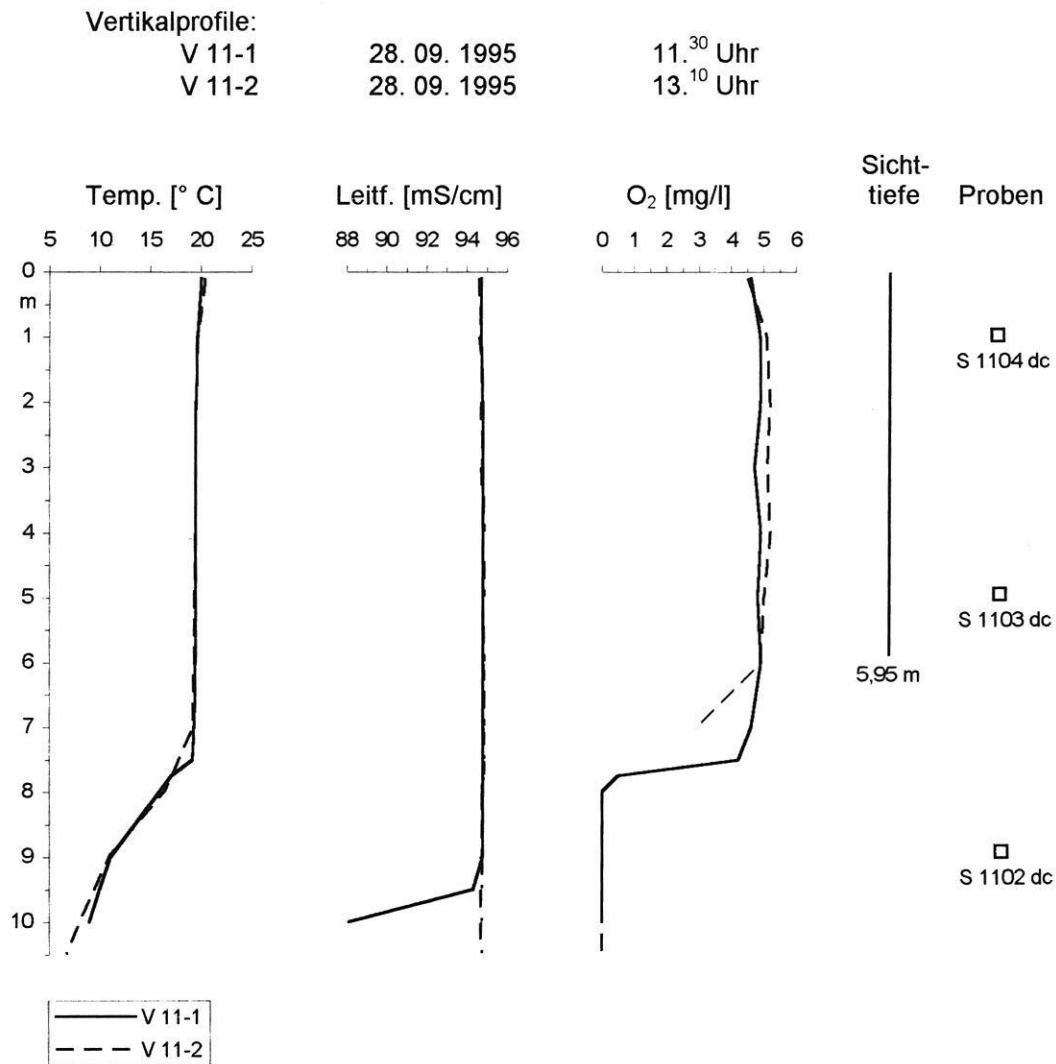


Abb. 23: Vertikalprofile der Temperatur, Leitfähigkeit, Trübung und des Sauerstoffgehaltes im See Huhejaran (S 11).

Typ 1: Klare (Sichttiefe > 6 m) und nährstoffarme Seen mit geringer Produktion von Phytoplankton sind am Ende der Stagnationsperiode noch mit > 70 % Sauerstoff gesättigt; diesem oligotrophen Typ gehört der Salzsee Nuertu (S 34) an.

Typ 2: Gewässer mit Sichttiefen > 2 m und einer mäßigen Planktonproduktion weisen am Ende der Stagnationsperiode Sättigungswerte des Sauerstoffs von nur 30 bis 40 % auf; diesem mesotrophen Typ ist der Salzsee Yinderitu zuzurechnen.

Typ 3: Gewässer mit Sichttiefen < 2 m und einer hohen Produktion von Phytoplankton sind im oberflächennahen Bereich sauerstoffübersättigt, während das Tiefenwasser sauerstofffrei ist und hohe Gehalte an

Schwefelwasserstoff aufweist. Dieser eutrophe Typ ist beispielhaft im Salzsee Yihejigede (S 28) ausgeprägt.

3.5 Fauna und Flora der Gewässer

Aus technisch-logistischen Gründen konnten im Zuge der Geländearbeiten nur einige Aspekte der Fauna und Flora des Litorals, Pelagials und Benthals aufgenommen werden, die im folgenden vorgestellt werden. Da die Probenahmen jeweils im September und Oktober stattfanden, ist der jahreszeitliche Aspekt im Auftreten der Organismengruppen zu berücksichtigen. Die Existenz von Mollusken und insbesondere Gastropoden konnte bisher nicht belegt

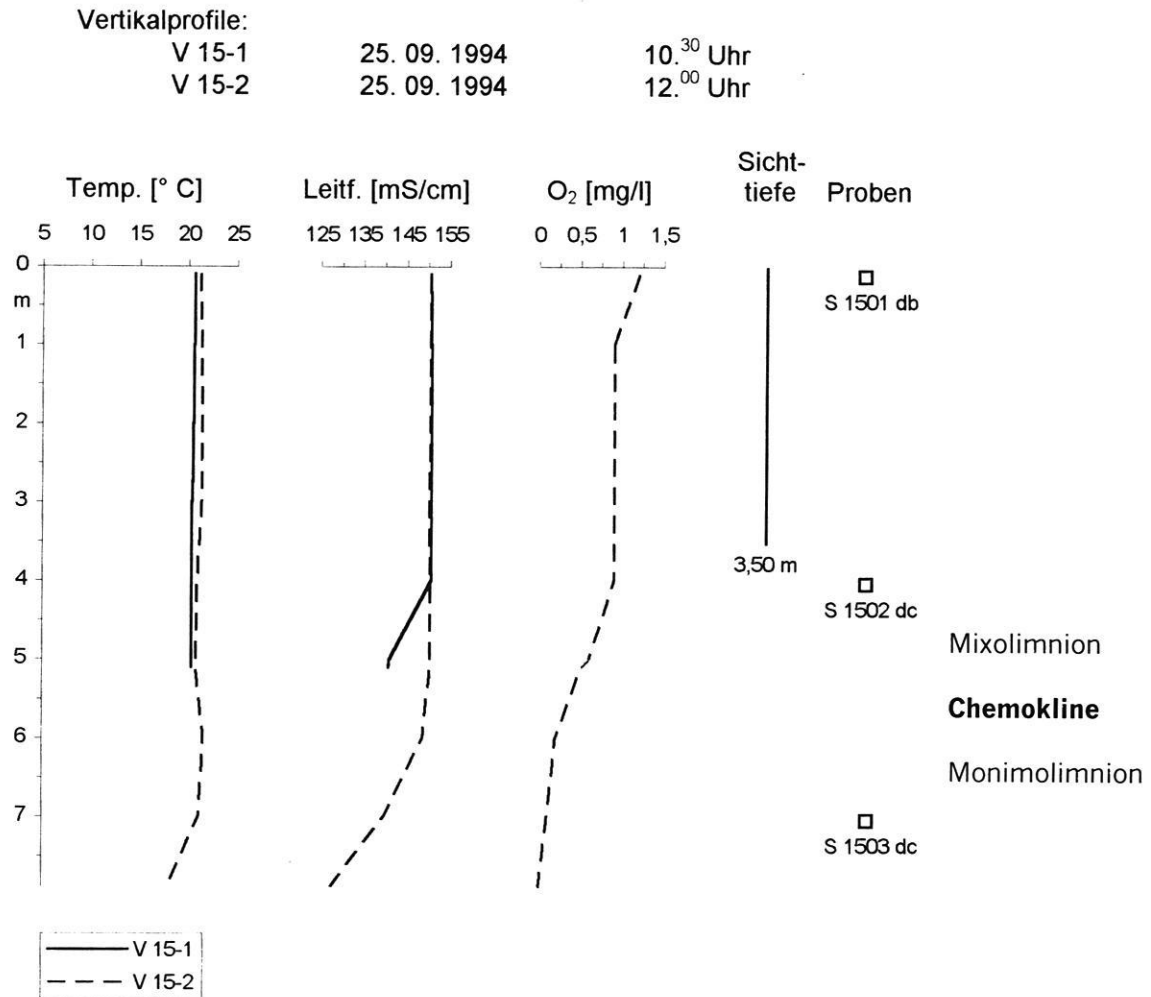


Abb. 24: Vertikalprofile der Temperatur, Leitfähigkeit, Trübung und des Sauerstoffgehaltes im See Yinderitu (S 15).

werden, da bisher nur leere Schalen am Ufer bzw. im Litoral gefunden wurden. Die Insektenfauna wurde nicht in die Untersuchung einbezogen. Es sei hier darauf hingewiesen, daß in den hypersalinen Gewässern die Salzseefliege *Ephydra* sp. in grosser Abundanz vertreten ist und Stechmücken weit verbreitet sind.

3.5.1 Diatomeen

Insgesamt wurden 14 verschiedene Gewässer hinsichtlich des Vorkommens von Diatomeen untersucht, wobei außer 22 Wasserproben auch 3 Proben subhydrischer Sedimente ausgewertet wurden (Kap. 7.2.4). Die Untersuchung umfaßte das komplette Spektrum der Salzgehalte beider Gewässergebiete. Insgesamt konnten 55 Arten benannt werden, wobei die meisten der 22 Gattungen der Ordnung *Pennales* angehören. Die Artbestimmung erfolgte durch

Frau Dipl.-Biol. Andrea HAHN (FU Berlin). Die Vielfalt der Taxa in den einzelnen Proben unterliegt erheblichen Schwankungen. Extremwerte dokumentieren die Proben aus dem Gewässer S 50 mit bis zu 45 Taxa und dem Gewässer S 11 mit einem Taxon. Das Ergebnis der Diatomeenbestimmung ist in der Artenliste in Tab. 12 zusammengestellt.

Gattungen, Arten und Formen sind unter den Gewässernummern bzw. Bohrkernnummern eingetragen und nach den Salzgehalten gegliedert. Der in der Tabelle verzeichnete Artenbestand hat repräsentativen Charakter, da aus zeitlichen Gründen nur eine semi-quantitative Abschätzung des Gehaltes an Diatomeen möglich war.

Die Anzahl der Taxa und die Abundanz ist in den subsalinen Gewässern am größten, wobei Diatomeen aus der Gruppe der Aufwuchsalgen (epiphytisch, epilithisch

PROBE		S 49	S 52	S 66	S 50	B 50	S 81	S 63	S 65	G 59	S 57	S 58	S 70	S 34	B 11	S 26	S 28
Salinität		subsalin															
Salzgehalt	‰	0,8	1,3	1,3	1,5	1,5	1,5	1,7	1,7	2,2	2,5	8,7	21,5	99	107	130	243
Gattung	Art																
Achnanthes																	
	A. lanceolata ssp. lanceolata				xx												
	A. minutissima					xxx											
	A. cf. flexella					x											
	A. conspicua															x	
Amphora	spec. div.			x			xx				x						
	A. cf. commutata				xx												
	A. lybica				xx	xx											
	A. pediculus				xx	xx											
	A. veneta				xx												
Anomoeoneis																	
	A. vitrea				xx	xxx											
	A. costata									xxx							
	A. sphaeropora f. sphaeropora									xxx							
Asterionella																	
	A. formosa													x			
Aulacoseira																	
	A. granulata var. granulata																x
Caloneis																	
	C. bacillum					x											
	C. silicula					x											
Chaetoceros																	
	C. spec.						xx										
Cocconeis																	
	C. placentula var. lineata					x											x
Cyclotella	spec. div.	x				x	xx							x			
	C. bodanica var. affinis																x
	C. cf. ocellata																x
	C. cf. distinguenda									xx							
	C. meneghiniana			x		x				xx							
	C. spec. aff. stelligeroides				xx												
	C. spp.																
Cymatopleura																	
	C. elliptica var. elliptica															x	
Cymbella																	
	C. cf. amphicephala var. hercynia				xx	x											
	C. cymbiformis				xx	xx											
	C. microcephala	xx	x		xx	xxx		xx	xxx								
	C. pusilla	xx	xx		xxx	xxx				xxx			x				
Denticula																	
	D. kuetsingii		xx		xxx	xx	xxx		xx								x
Diatoma																	
	D. tenuis	xx															
Diploneis																	
	D. interrupta				xx												
Entomoneis																	
	E. paludosa var. subsalina								xx								
Epithemia	spec. div.																
	E. smithii					x											
	E. adnata																x
Fragilaria	spec. div.		x						xxx								
	F. brevistriata					x											
	F. construens forma																x
	F. cf. nanana	xxx	x						xx								
	F. parasitica	xxx	x						xx								x
	F. pulchella	xxx	x						xx								
Mastogloia																	
	M. braunii				xx	x											
	M. elliptica				xx	x						x					
	M. smithii					x											
Navicula	spec. div.																
	N. cuspidata				xx	xx		xx	xx		xx						
	N. halophila	x	x						x	xx							
	N. oblonga				xx	xx											x
	N. perrotetii																x
	N. pupula				xx	x											
	N. pygmaea										xx						
	N. subrhynchocephala				xx	xx											
	N. spec. aff. microcari									xx							
Nitzschia	spec. div.																
	N. amphibia		xx		xx												
	N. cf. diversa													x			
	N. cf. frustulum var. bulnheimiana				xx												
	N. cf. obstusa	x							x			xxx					
	N. commutata	x							x			xx					
	N. elegantula	xx															
	N. spp.																
Stephanodiscus																	
	S. spec.																x
Tabellaria																	
	T. cf. flocculosa																xxx
TAXA	geschätzte Gesamtanzahl	15	10	10	25-30	35-45	10	10	10	40	10	1	2	2	1	20-30	0
Häufigkeit		xx	xx	xx	xx	xx	x	xx	xxx	xxx	x	xx	x	x	x	x	0

Tab. 12: Verzeichnis der in den Wasser- und Bohrkernproben erfaßten Diatomeen. Erläuterung s. Forts. auf S. 57

Tab. 12 (Forts.): Verzeichnis der in den Wasser- und Bohrkernproben erfaßten Diatomeen.

Erläuterung zur Häufigkeit: x = sehr geringe Häufigkeit; xx = geringe Häufigkeit; xxx = große Häufigkeit). Im folgenden sind die Nummern der untersuchten Proben entsprechend der Klassifikation des Gewässerkatasters abgegeben. Die hydrochemischen bzw. geochemischen Analysen der Proben sind den Tab. 21 bis 26 in Kap. 9.2 bzw. 40 bis 43 in Kap. 9.3 zu entnehmen.

Zuordnung der untersuchten Wasser- und Bohrkernproben auf der Grundlage des Gewässerkatasters: S 49 (= Wasserprobe S 4901 ab; Tab. 42, Kap. 9.3); S 52 (= S 5201 aa); S 66 (S 6601 aa); S 50 (S 5001 aa, S 5002 ab); B 50 (Bohrkernprobe B 50/1-1); S 81 (S 8102 aa); S 63 (6301 a); S 65 (S 6501 aa); G 59 (G 5901 ba); S 57 (S 5701 ba); S 58 (unvollständige Wasseranalyse); S 70 (S 7003 ca); S 34 (S 3402 dc); B 11 (B 11/1-1); S 26 (S 2604 dc); S 28 (S 2801 dc, S 2801 dc, S 2803 dc).

und benthisch) dominieren *Cymbella pusilla*, *C. microcephala*, *Denticula kuetzingii*, *Fragillaria* cf. *nanana*, *F. parasitica*, *F. pulchilla* und *Nitzschia* spec. Das Vorhandensein submerser Pflanzen, insbesondere der dichten *Characeen*-Wiesen, begünstigt epiphytische Formen. Planktische Diatomeen haben insgesamt nur einen

geringen Anteil an der Flora sub- und hyposaliner Gewässer. In den subsalinen Gewässern zeigen sich hinsichtlich der Abundanz und der Artenvielfalt große Unterschiede. So wurde in einer Probe aus einem frisch gegrabenen Wasserloch (G 59 in Tab. 12) eine vielfältige Diatomeenflora festgestellt, deren Artenspektrum erheblich

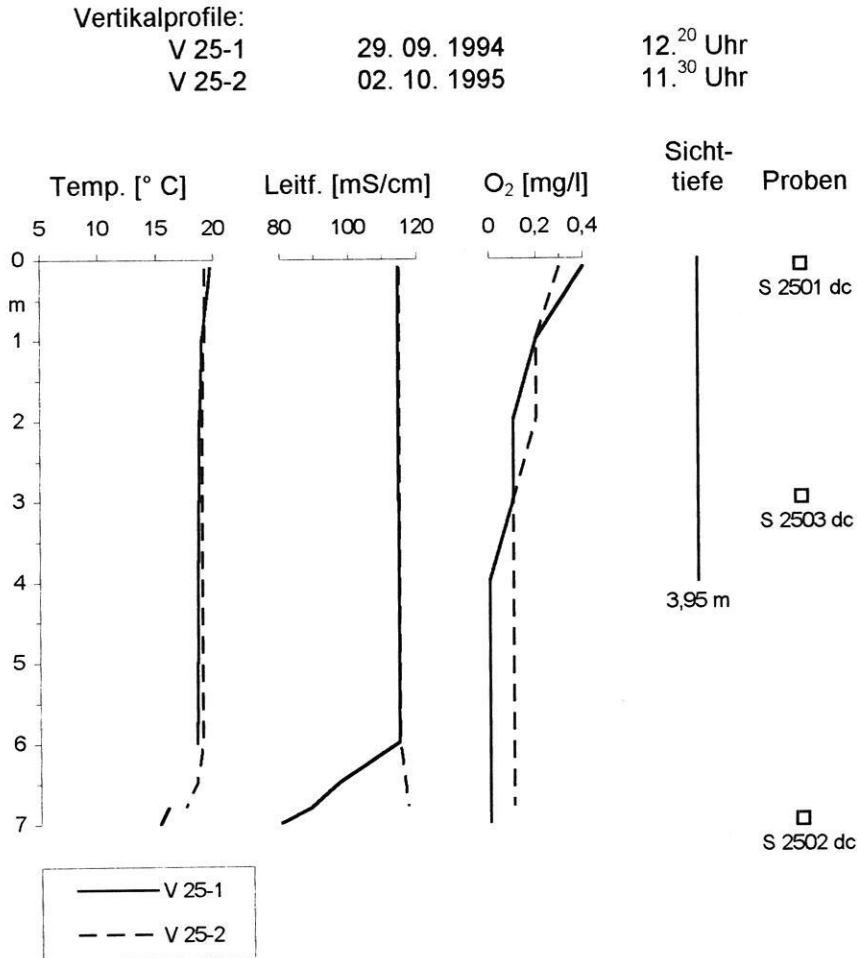


Abb. 25: Vertikalprofile der Temperatur, Leitfähigkeit, Trübung und des Sauerstoffgehaltes im See Zhalate (S 25).

Vertikalprofile:

V 26-1

22. 09. 1994

10.¹⁵ Uhr

V 26-2

22. 09. 1994

12.¹⁵ Uhr

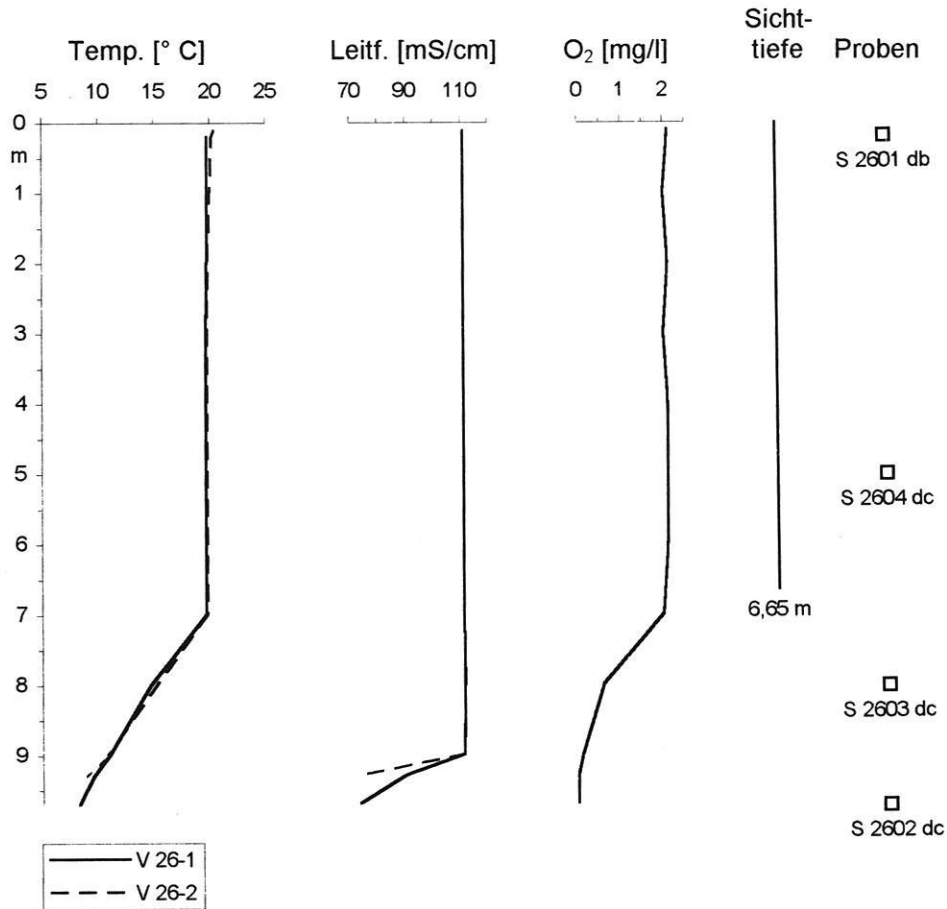


Abb. 26: Vertikalprofile der Temperatur, Leitfähigkeit, Trübung und d. Sauerstoffgehaltes im See Sumbarunjaran (S 26).

von den Proben benachbarter Gewässern abweicht. Zusätzlich zu den Diatomeen sind in den subsalinen Gewässern Cysten weiterer Algengruppen (*Chrysophyceen*, *Desmidiaceen* und *Dinophyceen*) vorhanden.

Die durch extreme Härtegrade und hohe Magnesiumgehalte gekennzeichneten hyposalinen Gewässer S 58 und S 70 weisen dagegen eine individuenreiche, aber sehr artenarme Diatomeenflora auf. Im Gewässer S 58 (Gesamthärte 87°, 343 mg/l Mg²⁺) wurde nur ein einziges Taxon (*Nitzschia cf. obtusa*) nachgewiesen, während im Gewässer S 70 (Gesamthärte 146°, 618 mg/l Mg²⁺) ausschließlich *Cymbella pusilla* auftritt. Beide Taxa kommen kosmopolitisch vor und sind in Mitteleuropa im Brackwasser der Meeresküsten und in Salzwässern des Binnenlandes nachgewiesen. In weit geringerer Häufigkeit

treten auch Exemplare von *Mastogloia elliptica* (S 58) und *Nitzschia cf. diversa* (S 70) auf. Die Existenz eines individuenreichen, monospezifischen Bestandes spricht dafür, daß diese Art Toleranzen hinsichtlich der extremen hydrochemischen Verhältnisse hat, die andere Taxa in diesem Gewässer an einer Entwicklung hindern.

In den hypersalinen Gewässern treten Diatomeen in äußerst geringer Häufigkeit überwiegend als planktonische Formen auf. Die Arten *Achnanthes conspicua*, *Asterionella formosa*, *Aulacoseira granulata* var. *granulata*, *Cyclotella bodanica* var. *affinis*, *C. cf. ocellata*, *Cymatopleura elliptica* var. *elliptica*, *Epithemia adanata*, *Fragilaria construens* forma, *Navicula perrotteti*, *Stephanodiscus* spec. und *Tabellaria cf. flocculosa* wurden ausschließlich in hypersalinen Gewässern mit Salzgehalten bis zu 130 ‰ aufgefunden. Eine weitere Gruppe,

Vertikalprofile:

V 28-1	19. 09. 1995	12. ³⁰ Uhr
V 28-2	19. 09. 1995	13. ⁰⁰ Uhr
V 28-3	19. 09. 1995	14. ¹⁵ Uhr

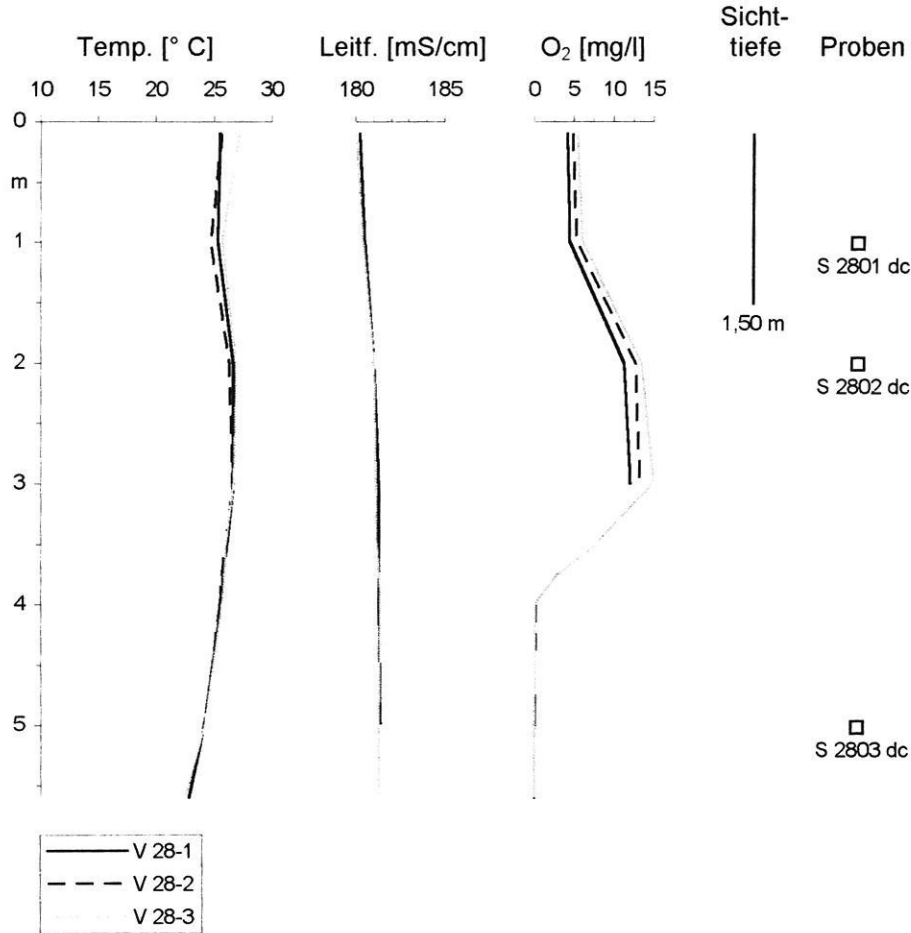


Abb. 27: Vertikalprofile der Temperatur, Leitfähigkeit, Trübung und des Sauerstoffgehaltes im See Yihejigede (S 28).

bestehend aus *Cocconeis placentula* var. *lineata*, *Denticula kuetzingii*, *Fragilaria parasitica* und *Nitzschia oblonga* weist eine große Salztoleranz auf, da sie sowohl in hypersalinen als auch in subsalinen Gewässern auftritt. Eine Ausnahme bei der für hypersaline Gewässer typischen Artenarmut bildet der Salzsee S 26 (Salzgehalt 130 ‰), in dem bei insgesamt geringer Abundanz bis zu 30 Taxa nachgewiesen wurden. Bei Salzgehalten > 130 ‰ P. ließen sich weder im Sediment noch im Wasser Diatomeen finden.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß es sich taxonomisch ganz überwiegend um kosmopolitische Arten der Ordnung *Pennales* handelt. Hinsichtlich ihrer ökologischen Ansprüche sind die meisten der bestimmten

Diatomeen in der Lage, höhere Salzgehalte bis in den hyposalinen Bereich und alkalische Verhältnisse zu tolerieren. Bei höheren Salzgehalten nimmt die Zahl der Taxa ab. Bei Gewässern mit Salzgehalten > 130 ‰ ist keine Diatomeenflora mehr nachweisbar. Bemerkenswert vielfältig ist die Diatomeenflora in kleinen grundwasser- gespeisten Tümpeln nahe der subsalinen Seen.

3.5.2 Charophyten

Subsaline und hyposaline Seen weisen im Infralitoral subaquatische Wiesen aus Charophyten auf. Besonders dichte Bestände wurden in den Gewässern S 49, S 50, S 59, S 70 und S 81 festgestellt. Die aufrecht wachsenden,

Vertikalprofile:

V 34-1	16. 09. 1994	17. ³⁰ Uhr
V 34-2	17. 09. 1994	12. ¹⁵ Uhr
V 34-3	18. 09. 1994	12. ⁰⁰ Uhr
V 34-4	06. 10. 1995	11. ⁰⁰ Uhr
V 34-5	06. 10. 1995	12. ³⁰ Uhr
V 34-6	07. 10. 1995	14. ⁰⁰ Uhr

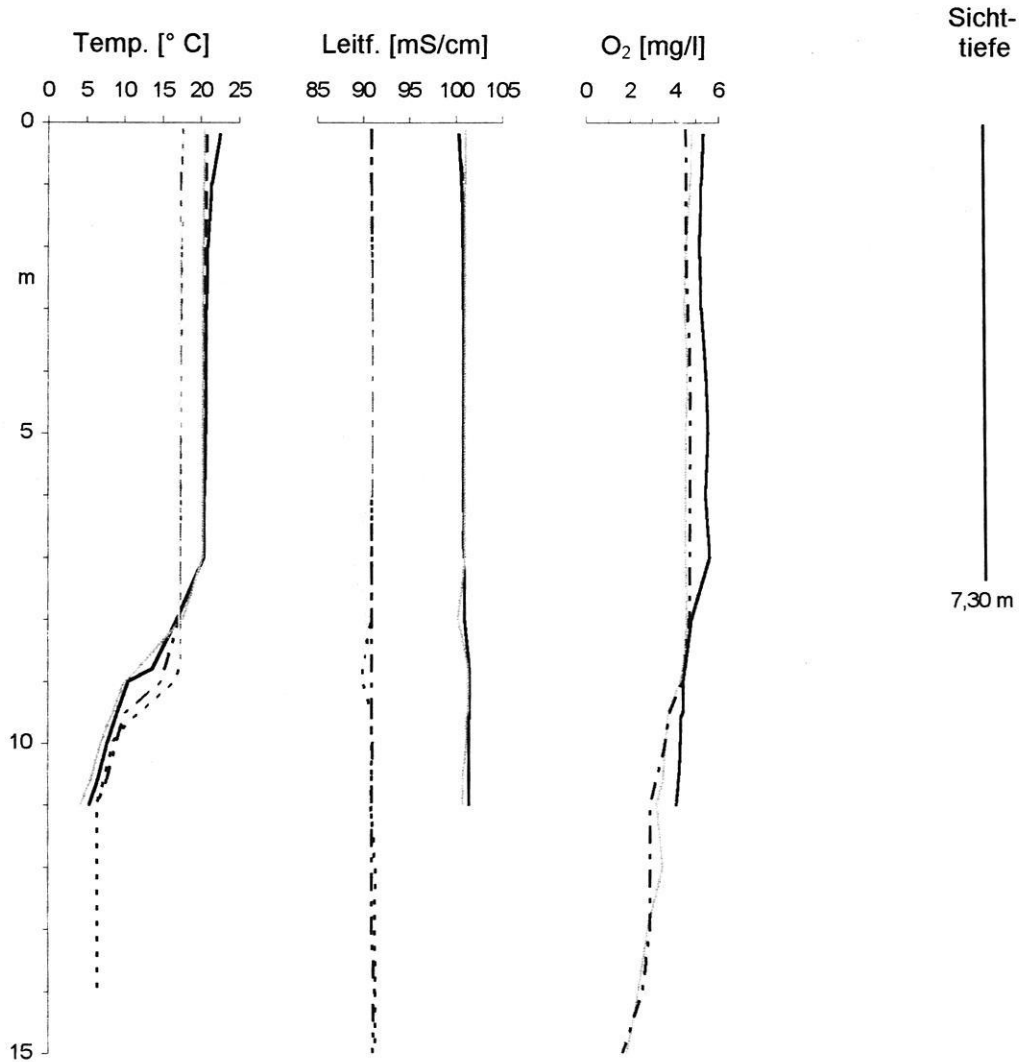
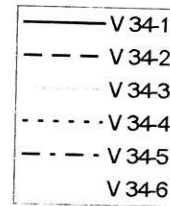
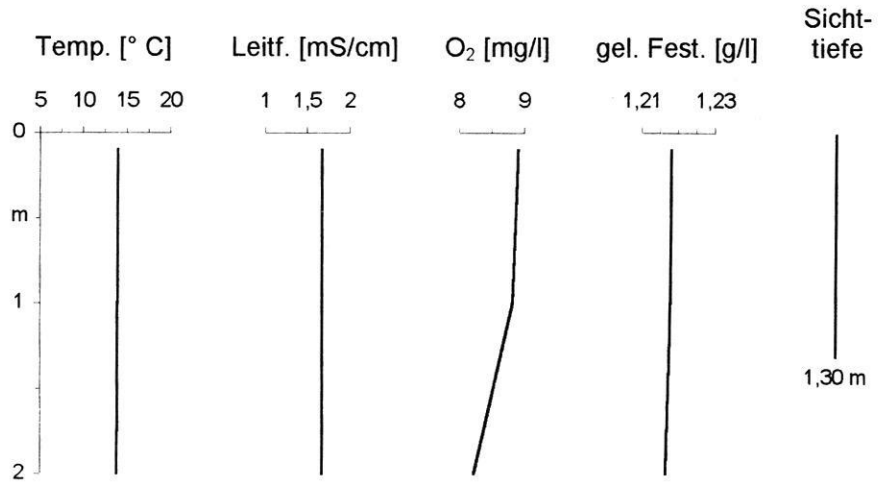


Abb. 28: Vertikalprofile der Temperatur, Leitfähigkeit, Trübung und des Sauerstoffgehaltes im See Nuortu (S 34).

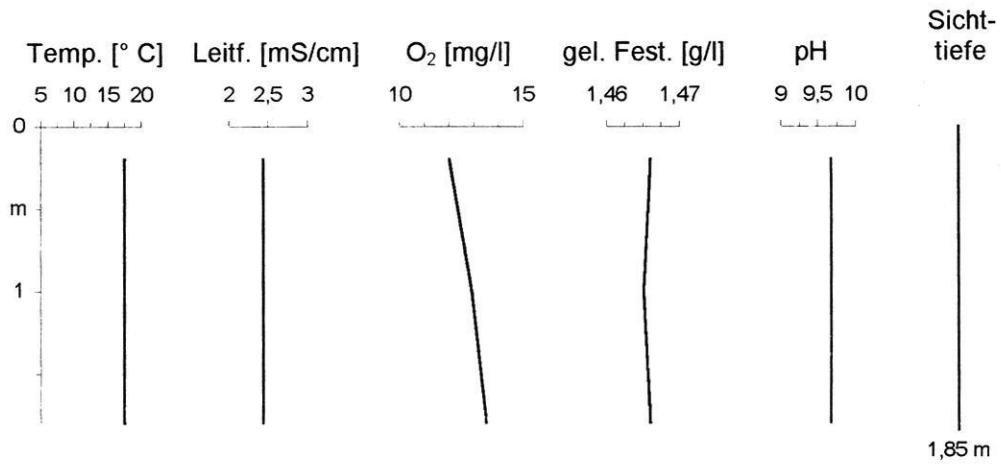
buschig verzweigten Pflanzen sind in Stengelglieder und Knoten (Internodien) gegliedert, die in regelmäßigen Abständen wirtelige Ästchen ausbildet. Diese kalkabscheidenden Grünalgen erreichen Wuchshöhen von 1 m und sind durch komplexe weibliche Reproduktionsorgane gekennzeichnet. Anhand des fixierten Belegmaterials konnten bisher drei Arten von PD Dr. M. SCHUDACK (Halle) bestimmt werden:

- *Chara tomentosa* var. *tomentosa* (Fotos 3 und 4 auf Tafel 11, Kap. 9.1; Fundort in den Gewässern S 49 und S 50) bevorzugt alkalische und leicht brackige Gewässer und ist bereits seit 1928 auch aus den Seen der Gobi bekannt;
- *Chara canescens* forma *canescens* (Fundort in den Gewässern S 59 und S 81) ist kosmopolitisch in der Nordhemisphäre verbreitet und kommt im Brackwasser mit

Vertikalprofil:
V 49-1 12. 10. 1995 11.⁴⁵ Uhr



Vertikalprofil:
V 50-1 12. 09. 1994 15.³⁰ Uhr



Vertikalprofil:
V 70-1 02. 10. 1994 13.⁰⁰ Uhr

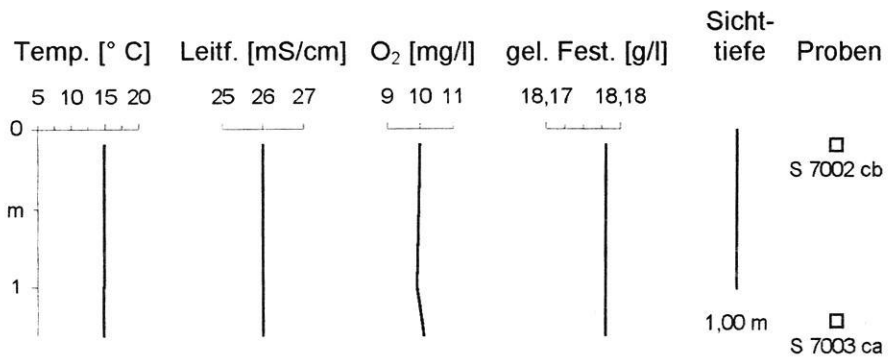


Abb. 29: Vertikalprofile der Temperatur, Leitfähigkeit, Trübung und des Sauerstoffgehaltes in den Seen Lexiketu (S 49), Baoritalegai (S 50) und Sayinwusu (S 70).

maximalem Salzgehalt bis zu 30g/l vor (HAMMER 1986); - *Chara globata* (Fotos 1 und 2 auf Tafel 11, Kap. 9.1; Fundort im Gewässer S 81) ist dagegen endemisch in Zentralasien vorhanden.

Einige der untersuchten Belegexemplare wiesen zwar Oogonien auf, jedoch fehlten die Antheridienstände. Grundsätzlich sind Charophyten in der Lage, sich ohne Ausbildung von Oogonien vegetativ zu vermehren. Wichtige morphologische Details der Hauptstämme und der Oogonien zeigen die rasterelektronischen Aufnahmen der Fotos 1 bis 4 auf Tafel 11 (Kap. 9.1). Dimension und Form der Gyrogonite unterliegen selbst innerhalb einer Art einer großen Schwankungsbreite, so daß eine sichere Art diagnose besonders bei fossilem Material nur auf statistischem Wege möglich ist (SOULIÉ-MÄRSCHÉ 1989). Die Verbreitung der Charophyten im Arbeitsgebiet ist auf Flachseen des südlichen Gewässergebietes mit Salzgehalten zwischen 1,5 ‰ (S 50) bis zu 21,5 ‰ (S 70) beschränkt. Möglicherweise besteht ein Zusammenhang zwischen der Hydrochemie und der Verbreitung einzelner Arten. So wurde *Chara tomentosa* var. *tomentosa* bisher nur in harten subsalinen Gewässern mit hohen Magnesiumgehalten gefunden (S 49 und S 50; Wasserprobe S 5001 in Kap. 9.3). Die bisher bestimmten Charophyten können Salinitätsschwankungen bis in den hyposalinen Bereich tolerieren und sind an perennierende Gewässer gebunden. Sie gehören zu den wichtigsten Kalkbildnern, da ihre Zellwände mit Calcit inkrustiert sind. In meso- und hypersalinen Seen konnten Charophyten bisher nicht nachgewiesen werden.

3.5.3 Mikrobielle Matten

Die wichtigsten Primärproduzenten im Litoral hypersaliner Seen sind mikrobielle Matten. Unter morphologischen Aspekten lassen sich zwei Typen mikrobieller Matten unterscheiden: Mehrere Dezimeter mächtige weiche Matten mit sphärisch gewölbten Oberflächen (Foto 2 auf Tafel 8, Kap. 9.1) dominieren in flachen Gewässerbereichen des Litorals und gehen an der Basis in weiche Sedimente über. Der andere Typ ist als dünner Biofilm auf festen Substraten ausgeprägt und steht in engem Zusammenhang mit der Bildung von Kalktuff (Foto 7 auf Tafel 8, Kap. 9.1). Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf den Typ der weichen mikrobiellen Matten, deren vertikaler Aufbau näher untersucht wurde (ARP, HOFMANN & REITNER 1998). Die Biofilme werden in Kap. 3.6.2.3.1 in Zusammenhang mit den Kalktuff-Bildungen behandelt.

Die weichen Matten sind einige Dezimeter mächtig und weisen eine gewölbte Oberflächenstruktur auf. Häufig sind die Matten infolge von Gasbildung (Methan?) im Substrat aufgewölbt und können sogar zerreißen, so daß Teile der Matten im Wasser umhertreiben. Grob vereinfacht weisen sie eine vertikale Gliederung auf, die sich in drei Bereiche gliedern läßt (Abb. 30).

Die obersten 2 cm (a in Abb. 30) bestehen aus dunkelgrünen, vertikal strukturierten filamentösen Cyanobakterien (*Phormidium*) (Fotos 4 und 5 auf Tafel 8, Kap. 9.1). Sie werden im wesentlichen von filamentösen Cyanobakterien ohne Heterocysten der Gattung *Phormidium* gebildet (Foto 1 auf Tafel 10, Kap. 9.1). Die Gattung *Phormidium* ist durch zwei Arten (im folgenden sp.1 und sp.2 genannt) vertreten, die sich im Trichomdurchmesser sowie der

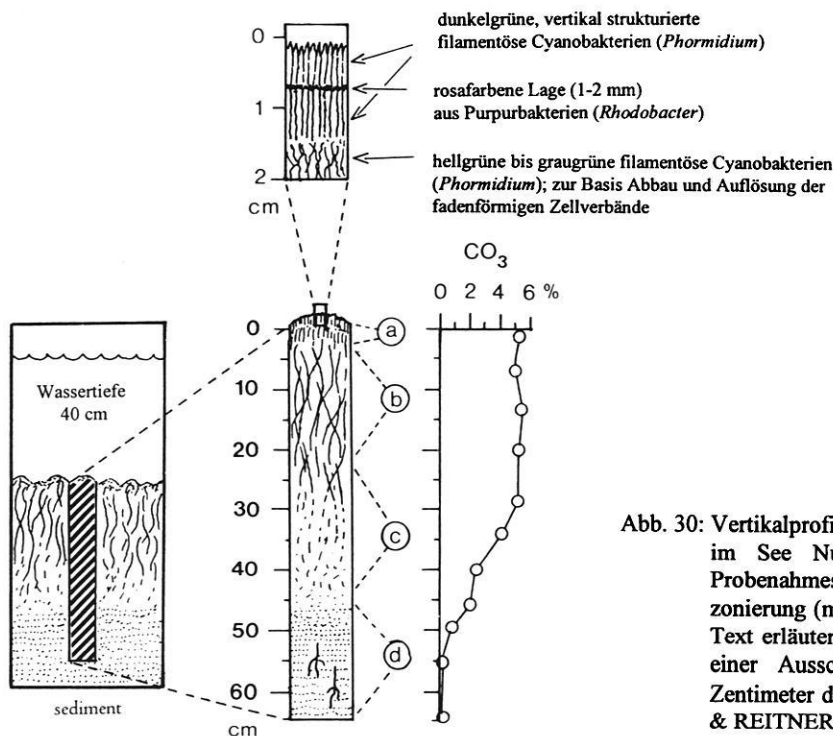


Abb. 30: Vertikalprofil einer weichen mikrobiellen Matte im See Nuortu (S 34) mit Angabe der Probenahmesituation (links), der Mattenzonierung (mitte; die Buchstaben a bis d sind im Text erläutert), des Carbonatgehalts (rechts) und einer Ausschnittsvergrößerung der oberen 2 Zentimeter der Matte (oben). (ARP, HOFMANN & REITNER 1998)

Morphologie der Zellwände unterscheiden. Die Art *Phormidium* sp. 1 ist sowohl in den weichen Matten als auch in den Biofilmen am häufigsten vertreten. Ihre Trichome haben einen Durchmesser von $\frac{3}{4}$ μm und setzen sich aus verlängerten, walzenförmigen Zellen von 3 bis 6 μm Länge zusammen. Einige Trichome weisen bis zu 8 μm lange Zellen als Zeichen eines interkalaren Zellwachstums auf. Jedes Trichom hat eine sehr dünne Hülle. Die Art *Phormidium* sp. 2 tritt seltener auf und ist durch größere Trichomdurchmesser von $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ μm gekennzeichnet. Die walzenförmigen Zellen sind 2 bis 4 μm lang. Es tritt interkalare Zellteilung auf.

Als einzige coccoideale Form tritt *Aphanocapsa* cf. *salina* in Gestalt kohärenter Zellkolonien auf, in deren Zentrum Aragonitkristalle gebildet werden (Foto 3 auf Tafel 9, Kap. 9.1). Untergeordnet kommen die Gattungen *Oscillatoria* und *Spirulina* (*S.* cf. *labyrinthiformis*) vor, wobei die letztere durch ihre helixförmigen Filamente (Durchmesser $2\frac{1}{2}$ μm) gekennzeichnet ist (Foto 2 auf Tafel 10, Kap. 9.1). Grünalgen sind zwar vertreten, spielen aber im Gesamtbild kaum eine Rolle. Nur vereinzelt wurden verzweigte Filamente einer gedrunghenen Form der Siphonocladales gefunden (Foto 4 auf Tafel 10, Kap. 9.1). Untergeordnet treten auch Diatomeen auf (Foto 3 auf Tafel 10, Kap. 9.1).

Das vollständige Fehlen von heterocystentragenden Cyanobakterien hängt vermutlich mit den hohen Nitratwerten des Quellwassers zusammen (64,0 mg/l NO_3^- in Probe Q 3401, Kap. 9.3). Etwa 0,5 cm unter Top der Matte ist eine markant rosafarbene, etwa 1-2 mm mächtige Lage ausgebildet (Foto 4 auf Tafel 8, Kap. 9.1), die aus Purpurbakterien (*Rhodobacter*) besteht (Fotos 5 und 6 auf Tafel 10, Kap. 9.1). Die schleimig-filamentöse Matte enthält viele detritische Partikel (Quarz und Feldspatkörner 40 bis 330 μm , verkalkte Kotpillen). Des Weiteren findet in der schleimigen Substanz eine Sprossung autochthoner Carbonatkristalle (Aragonit) in Form kurzer Prismen (Durchmesser 0,5 bis 4 μm) statt.

Von 2 bis etwa 40 cm folgt ein hellgrüner bis graugrüner Bereich filamentöser Cyanobakterien, der zur Basis hin durch Abbau und Auflösung der fadenförmigen Zellverbände gekennzeichnet ist. In den oberen 15 cm (b in Abb. 30) dieses Bereichs sind nur noch vereinzelt lebende Filamente von *Oscillatoria* und ausschließlich leere Hüllen der Gattung *Phormidium* vorhanden. Dafür steigt die Zahl heterotropher Bakterien (Kokken, Spirillen) stark an. Zwischen 20 und 40 cm Tiefe (c in Abb. 30) wird die ursprünglich filamentöse Matte in strukturlose schleimige Substanzen umgewandelt, die Zellverbände sind vollständig aufgelöst. Es ist anzunehmen, daß die photosynthetisch aktive Zone auf die oberen Zentimeter beschränkt ist, während in tieferen Schichten ein Abbau der Matte erfolgt. Die von den Cyanobakterien gebildeten extrazellulären polymeren Substanzen (EPS; in der Regel Polysaccharide und Glycoproteine) schaffen ein Mikromilieu, das durch eine hohe Pufferkapazität und Mikrogradienten des pH-Werts geprägt ist. Dadurch wird zunächst eine Bildung von Präzipitaten verhindert, erst bei Überschreitung der Pufferkapazität setzt eine Ausfällung von Carbonat ein. An höheren Organismen existieren in

den Matten große Protozoen (35 bis 50 μm) mit dicker Flagelle und einem Cilienkranz (Foto 7 auf Tafel 10, Kap. 9.1), sowie eine saprophytische Nematodenart (Foto 8 auf Tafel 10, Kap. 9.1).

Der beschriebene vertikale Aufbau der Matte ist ein Anzeichen dafür, daß in diesem Mikromilieu chemische und physikalische Gradienten ausgeprägt sind. Die Matte kann somit als ökologische Membran (BAULD 1981) bezeichnet werden, die die Grenzfläche Wasser/Sediment im Sublitoralbereich entscheidend beeinflusst. Die filamentösen Cyanobakterien verfügen aufgrund der schleimigen Umhüllung der Trichome über eine ausgeprägte Gleitfähigkeit, so daß sie gut am Substrat haften und Sedimentpartikel binden können. Sie fungieren damit als Sedimentfallen und stabilisieren das Substrat, auf dem sie wachsen. Im geschilderten Fall des Sees Nuortu handelt es sich um die mit Schilffresten durchsetzten sandigen Ufersedimente, die nach 1927 von Wasser bedeckt waren (d in Abb. 30).

Der Vertikalgradient des Carbonatgehalts zeigt leicht erhöhte Gehalte in den oberen Bereichen, in denen eine Sprossung von Aragonitkristallen stattfindet. Zur Basis nehmen die Gehalte kontinuierlich ab. Dies läßt auf eine Auflösung der Aragonit-Kristalle als Folge von Fermentationsprozessen mit entsprechender CO_2 -Produktion und mangelnder Calcium-Zufuhr schließen.

3.5.4 Ostrakoden

In den untersuchten Proben der Bohrungen B 09/1, B 11/1, B 25/1, B 26/1, B 28/1, B 34/1, B 34/2, B 50/1, B 59/1, B 70/1, B 81/1, B 79/1 und B 79/2 konnten bisher vier verschiedene Arten nachgewiesen werden.

Limnocythere inopinata (BAIRD 1843) gilt als sehr anpassungsfähige Ostrakodenart, die bevorzugt im Grundschlamm von Seen und Kleingewässern lebt, aber auch in Fließgewässern, im Grundwasser und in großen Wassertiefen bis 64 m vorkommen kann (HILLER 1972; CARBONEL et al. 1988). Die Art tritt kosmopolitisch auf, als Salinitätsspannweite gibt HAMMER (1986) subsaline bis hyposaline Bedingungen (3 bis 20 ‰) an. Hinsichtlich ihrer ökologischen Ansprüche ist sie typisch für den Carbonatkonzentrationspfad kontinentaler Wässer. Die Fortpflanzung und Vermehrung erfolgt oft parthenogenetisch, wobei Männchen bevorzugt in alkalischen Gewässern vorkommen. Neben eindeutig bestimmbareren Schalen von *L. inopinata* (BAIRD 1843) treten auch Ostrakodenschalen auf, die in einigen Merkmalen mit *L. inopinata* übereinstimmen, denen aber die posteroventrale Zähnelung fehlt. Sie wurden als *L. cf. inopinata* eingestuft, wobei nicht geklärt werden konnte, ob diese Form eine eigene Art bildet oder innerhalb der morphologischen Variationsbreite zu *L. inopinata* gehört. Das Auftreten aller Übergänge von starker zu schwacher und fehlender Zähnelung steht möglicherweise in einem Zusammenhang mit der Salinität des Gewässers. In den Bohrkernen nimmt der Anteil an *L. cf. inopinata* zur Basis zu und der Anteil an *L. inopinata* entsprechend ab.

Darwinula stevensoni ist eine schwimmunfähige Art und bewohnt meist den Grund stehender Gewässer in geringen

Tiefen. Sie kommt bevorzugt im Süßwasser sowie in schwach salzhaltigen Gewässern bis zu einem Salzgehalt von 16 ‰ vor (HILLER 1972). Ihre Ansprüche gegenüber Temperatur- und Calcium-Gehalt sind gering.

Heterocypris salina ist dagegen eine Leitform des Salzwassers und kann in einer Salinitätsspannweite von 10 bis 70 ‰ auftreten (HAMMER 1986). Sie ist schwimmfähig und bildet in der Regel eine Generation, bei günstigen Bedingungen zwei Generationen im Jahr aus. Eine kurzzeitige Austrocknung des Gewässers kann sie überstehen und begünstigt wahrscheinlich die Entwicklung (CARBONEL et al. 1988).

Potamocypris sp. ist eine eher wärmeliebende und das Süßwasser bevorzugende schwimmfähige Art (KLIE 1938), über deren ökologische Ansprüche nur wenig bekannt ist.

Es handelt sich um eine nahezu monospezifische Ostrakodengemeinschaft aus *Limnocythere inopinata*, die vor allem in subsalinen bis hyposalinen Gewässern verbreitet ist. Die größte Anzahl von Individuen je Probe wurde in den subsalinen Flachseen Badan (S 81) und Womenjaran (S 59) festgestellt. Geringere Individuenzahlen traten in mesosalinen Gewässern wie dem Flachsee Sayinwusu (S 70; Salinität 21,5 g/l) auf, in dem verschiedene Entwicklungsstadien von *L. inopinata* (verschiedene Larvenstadien und Exemplare) gefunden wurden. In hypersalinen Seen konnte bisher eine Ostrakodenfauna nicht eindeutig nachgewiesen werden. Im Salzsee Nuoertu (S 34) wurde lediglich eine Vielzahl sehr kleiner, möglicherweise umgelagerter Larven der Gattung *Limnocythere* in der Bohrung B 34/1 festgestellt. Auch Dünnschliffe von Kalktuffen aus dem Salzsee Huhejaran (S 11) zeigten eindeutig Ostrakodenschalen. Es ist anzunehmen, daß Ostrakoden in der Mischzone von subaquatischen Grundwasseraustritten auch in Salzseen existieren können. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, daß im Bohrkern B 79/1 aus dem salzhaltigsten Gewässer im Arbeitsgebiet (S 79, 334 g/l) im Teufenbereich 38 bis 46 cm über 2000 Ostrakodenschalen der Arten *L. inopinata* und *L. cf. inopinata* auftreten, während die darüber liegenden Schichten, mit Ausnahme einzelner Exemplare von *Heterocypris salina*, nahezu frei von Ostrakoden sind. Der abrupte Wechsel zwischen Fundleere in oberflächennahen Schichten und hoher Abundanz in Schichten unterhalb 38 cm ließ sich auch im Parallelkern B 79/2 nachweisen. Hier ist zu vermuten, daß sich die Salinität des Flachsees innerhalb kurzer Zeit dramatisch von Süßwasser- bzw. hyposalinen Brackwasserhältnissen zu hypersalinen Salzgehalten änderte. Auch im unmittelbar benachbarten subsalinen Flachsee Badan (S 81) spiegelt sich eine Änderung der hydrochemischen Verhältnisse in einer bemerkenswerten Änderung der Abundanz und Artzusammensetzung wider. So weist der Bohrkern B 81/1 (Foto 2 auf Tafel 7, Kap. 9.1) unterhalb 28 cm bis zu 1500 Ostrakodenschalen je Probe auf, darüber jedoch nur 100 und max. 500 Schalen. Während in den basalen Proben *L. cf. inopinata* dominiert, ist es in den oberen Bereichen *L. inopinata*. Insgesamt ist festzuhalten, daß die Abundanz der artenarmen Ostrakodenfauna in subsalinen Gewässern

am größten ist und mit zunehmendem Salzgehalt abnimmt. Offensichtlich findet gerade *L. inopinata* in den Flachseen des südlichen Gewässergebietes eine ökologische Nische, die für andere Ostrakodenarten nicht zu besetzen ist. Erstaunlicherweise konnte der kosmopolitische, typische Brack- und Salzwasservertreter *Cyprideis torosa* nicht nachgewiesen werden, obwohl er im See Bayan Hu in der nahe gelegenen Tengger Wüste und in der Mongolei verbreitet ist.

3.5.5 Crustaceen (Anostraca)

In hypersalinen Seen treten Massenbestände des Salinen-Krebeses *Artemia* sp. auf (Foto 3 auf Tafel 6, Kap. 9.1). Die rötlich erscheinenden, zarten Tiere werden bis zu 1 cm lang und sind durch filtrierende Blattfüße (11 Thorakopodenpaare) sowie gestielte Augen gekennzeichnet. Aufgrund der nahezu unbegrenzt haltbaren Dauerstadien sowie des geringen Aufwandes bei der Haltung von *Artemia*-Populationen im Labor war *Artemia* ein bevorzugtes Objekt für zahlreiche histologische, biochemische und toxikologische Untersuchungen (PERSOONE et al. 1980). Die Populationsdynamik ist offensichtlich jahreszeitlich gesteuert, da im Herbst ein Massensterben der Artemien beobachtet wurde. Zeitgleich traten große Mengen an Cysten auf, die als braune kugelförmige Partikel (Durchmesser 200 bis 300 µm) im Pelagial treiben und vom Wind an das Ufer getrieben werden, wo sich große braune Säume von Cysten bilden. Bisher konnten nur weibliche Individuen festgestellt werden, so daß es sich vermutlich um parthenogenetische Populationen handelt (schriftl. Mitt. TRIANTAPHYLLIDIS v. 7.4.1995). Der Salinenkrebs *Artemia* sp. ist der einzige Makroinvertebrat in hypersalinen Gewässern des Arbeitsgebietes mit Salzgehalten zwischen 99 ‰ (S 34) bis zu 196 ‰ (S 09). *Artemia* ist ein wichtiger Proteinlieferant für Aquakulturen, bei denen besonders die Eier als Fischfutter verwendet werden. Gegenwärtig laufende Untersuchungen über die Artenvielfalt und die Produktivität chinesischer *Artemia*-Bestände heben die ernährungswirtschaftliche Bedeutung für Aquakulturen insbesondere in ariden Gebieten hervor (TRIANANTAPHYLLIDIS et al. 1994). Während der Geländeaufenthalte konnte beobachtet werden, daß die *Artemia*-Bestände insbesondere für Wasservögel (Enten) eine wichtige Nahrungsquelle darstellen.

3.5.6 Ichthyofauna

Nachweise einer Fischfauna konnten bisher ausschließlich für die subsalinen Gewässer S 50 und S 81 erbracht werden. Die bis zu 50 cm langen Exemplare gehören zur Familie der Karpfen- oder Weißfische (*Cyprinidae*) (Foto 6 auf Tafel 6, Kap. 9.1). Vermutlich handelt es sich um eine monospezifische Population von Karpfen (*Cyprinus carpio*), die entweder als Nutzfische während der Besiedlungsversuche in der Kulturrevolution ausgesetzt wurden oder deren Laich im Gefieder von Wasservögeln dorthin gelangte. Karpfen können die extremen winterlichen Verhältnisse ertragen, da sie die kalte Jahreszeit am Gewässerboden ohne Nahrungsaufnahme überleben können.

3.6 Sedimentologie und Geochemie der subhydrischen Sedimente

Die Erkundung der rezenten subhydrischen Sedimente ist eine wichtige Grundlage für aktualistische Vergleiche mit vorzeitlichen Seeablagerungen. Zu diesem Zweck wurden insgesamt 14 Flachbohrungen abgeteuft, 8 davon im nördlichen (Abb. 31) und 6 im südlichen Seengebiet (Abb. 32). Angaben zum Bohrverfahren (Foto 1 auf Tafel 7, Kap. 9.1), zur Probengewinnung und zur Sedimentbeschreibung befinden sich in Kap. 7.2.2. Vor der Festlegung der Bohransatzpunkte erfolgte eine Tiefenlotung entlang von Profillinien, die sich an der maximalen Längs- und Quererstreckung des Gewässers orientierten. Somit war es möglich, die Morphologie des Seebeckens zu berücksichtigen, um den Bohransatzpunkt an einer möglichst tiefen und ebenen Stelle festzulegen. Die Ergebnisse der Bohrungen sind in den Abb. 31 und 32 zusammengefasst, die Tab. 13 enthält die Beschreibungen des Sedimentaufbaus sowie Angaben zur Probenahmesituation (Tab. 14).

Die meisten Bestimmungsschlüssel zur Nomenklatur subhydrischer Sedimente arbeiten mit qualitativen Merkmalen der Feldansprache (MERKT, LÜTTIG & SCHNEEKLOTH 1971) Die in der ehemaligen DDR entwickelte Richtlinie TGL 24 300/04 (Technische Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen der ehem. DDR) erweitert die Feldansprache subhydrischer Sedimente durch quantitative Angaben von Laboranalysen und ermöglicht eine genauere terminologische Zuordnung. Die folgenden Ausführungen orientieren sich daher an der TGL 24 300/04, derzufolge nach dem jeweiligem Gehalt an organischer Substanz, Kalkgehalt und silikatischem Anteil die Muddeartengruppen „Organomudde“, „Kalkmudde“ und „Silikatmudde“ unterschieden werden. Da sich die Bezeichnung limnische Sedimente definitionsgemäß auf Süßwassersedimente bezieht und im Arbeitsgebiet zahlreiche hypersaline Gewässer auftreten, wird stattdessen der Oberbegriff lakustrine Sedimente verwendet. Ausfällungsprodukte in Form leicht löslicher Salze, die in den lakustrinen Sedimenten hypersaliner Gewässer insbesondere bei übersättigten Lösungen als weitere Komponente von Bedeutung sind, werden im Sinne von LAST & SCHWEYEN (1983) berücksichtigt.

Auf der Grundlage dieser Definition werden die subhydrischen Sedimente als Sandmudden bezeichnet, die überwiegend silikatisch sind und deren Kalkgehalte und Gehalte an org. Substanz < 30 % liegen.

3.6.1 Das Gefüge der subhydrischen Sedimente

3.6.1.1 Granulometrie

Die granulometrische Zusammensetzung der Sandmudden wurde an 11 Proben aus dem nördlichen Gewässergebiet (Bohrkerne B 26/1 und B 34/2) sowie an 5 Proben aus dem südlichen Gewässergebiet (Bohrkerne B 50/1 und B 70/1) untersucht (Angaben zur Methodik in Kap. 3.1.3). In Tab. 18 (Kap. 9.2) sind die Korngrößenfraktionen in Prozent des Trockengewichts sowie daraus abgeleitete

Korngrößenparameter (Medianwert, Schiefe, Sortierung, Kurtosis) nach FOLK & WARD (1957; zit. n. TUCKER 1996) aufgeführt. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf einen Vergleich des nördlichen und südlichen Gewässergebiets.

Bei den Sedimenten des Bohrkerns B 26/1 aus dem nördlichen Gewässergebiet, der komplett bis zur Endteufe analysiert wurde, handelt es sich um sehr feine Sande mit Medianwerten von 0,081 mm (3,62 ϕ) bis 0,108 mm (3,21 ϕ). Die in Abb. 33 dargestellte Korngrößenverteilung zeigt im Hangenden zunächst eine Zunahme der Schluffanteile von 16,0 auf 26,3 %, die jedoch zum Liegenden hin auf 11,1 % abnehmen. Entsprechend nehmen die Feinsandanteile von 68,3 % auf über 80 % zu. Die Mittelsandanteile zeigen keine Veränderungen und bleiben über die gesamte Kernlänge im Bereich von 4,8 % bis 6 % konstant. Das gleiche gilt auch für die extrem niedrigen Tonanteile (< 1 %). Aus den Histogrammen und Summenkurven von drei ausgewählten Proben (B 26/1-3, -6 und -8) in den Abb. 34 und 35 geht hervor, daß mäßig sortierte (B 26/1-3) mit mäßig gut sortierten Kornmischungen (B 26/1-8) abwechseln. Die unimodale Verteilung weist ein Hauptmaximum in der Fraktion 100 bis 125 μ m auf, während bei einigen Proben deutlich erhöhte Anteile in der Fraktion des Grobschluffs (20-63 μ m) auftreten können (B 26/1-2). Dies kann durch die unterschiedliche Herkunft der Komponenten bedingt sein. Das Maximum im Grobschluff deutet auf Löss- oder lößartige Sedimente als Ausgangsmaterial hin, so daß gegenwärtig Ferntransport und Deposition von Stäuben stattfinden kann. Insgesamt weisen die schmalgipfligen, positiv schiefen Kornverteilungskurven auf mäßig bis mäßig gut sortierte Kornpopulationen sehr feiner Sande hin.

Die Korngrößen von Proben aus dem südlichen Gewässergebiet (Bohrkernproben B 50/1-1 und -6; B 70/1-3 und -5) weisen höhere Medianwerte im Bereich von 0,139 mm (2,84 ϕ) bis zu 0,177 mm (2,50 ϕ) auf. Feinsand ist zwar die vorherrschende Fraktion, jedoch sind die Mittelsandanteile mit Werten zwischen 29 % und 52 % signifikant höher, während die Schluffanteile im Bereich zwischen 7 % und 11 % liegen. Im Mittel sind die Feinsande mäßig sortiert (0,75) und durch eine unimodale Verteilung, eine stark positive Schiefe (0,538) sowie eine schmalgipfelige Kurtosis (1,39) charakterisiert.

Der granulometrische Vergleich zeigt das Vorherrschen einer mäßig sortierten Feinsandfraktion in beiden Gewässergebiet, wobei die Sedimente im südlichen Gewässergebiet gröber sind. Die Schluffanteile sind als Anzeichen eines gegenwärtigen Staubeintrags zu deuten, während die Feinsande durch Sandstürme und andere turbulente atmosphärische Strömungen in die Gewässer eingeweht werden. Im südlichen Gewässergebiet erstreckt sich das Korngrößenspektrum über einen wesentlich größeren Bereich. Das Korngrößenmaximum ist dort zum Mittelsand hin verschoben. Das Korngrößenspektrum der Mudden zeigt eindeutig das Vorherrschen der Feinsandfraktion, jedoch weisen die Verschiebungen der

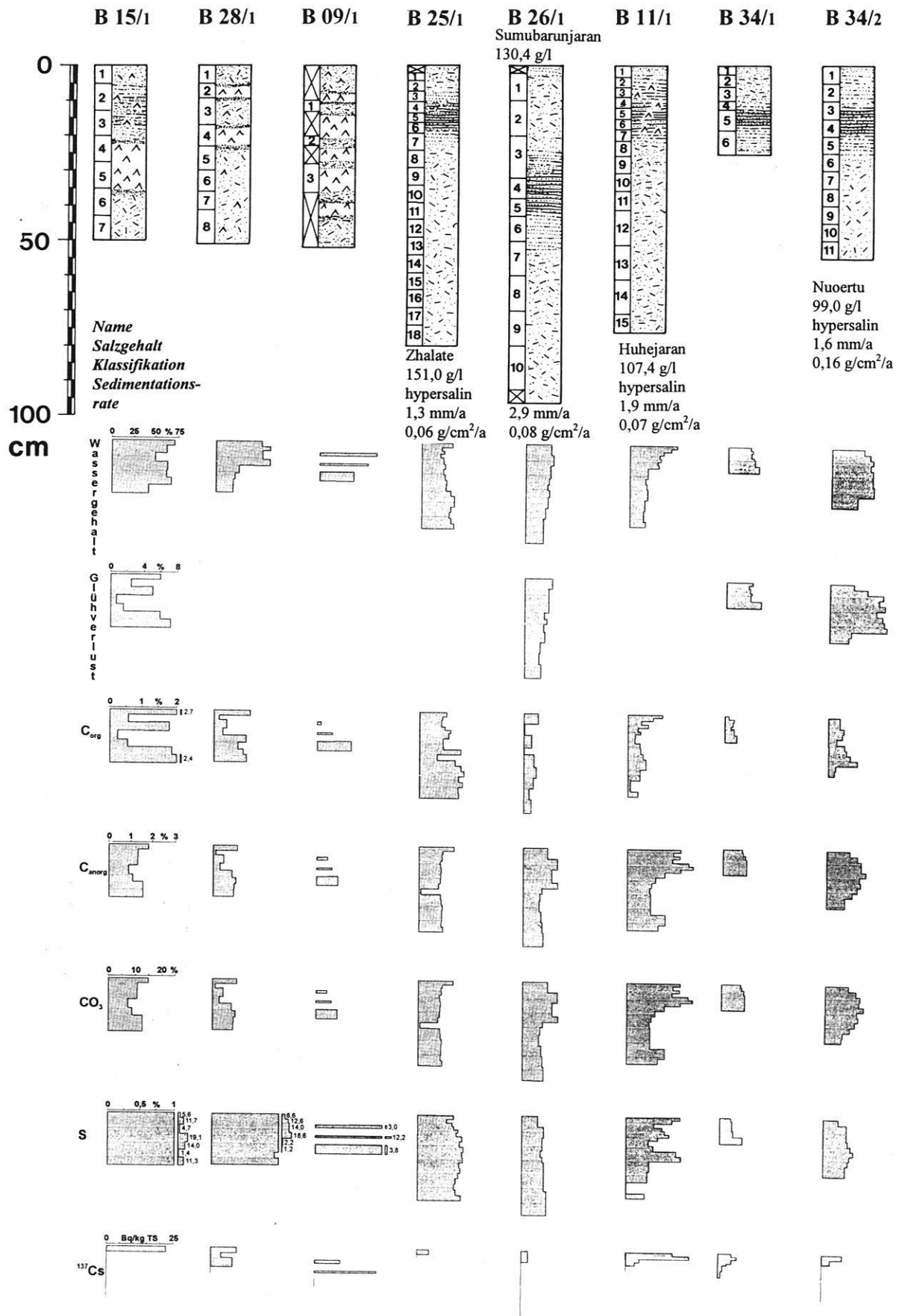


Abb. 31: Kernprofile von Bohrungen subhydrischer Sedimente des nördlichen Gewässergebietes mit Angabe der Probennummern sowie den Ergebnissen der geochemischen Analytik (Wassergehalt, Glühverlust, C_{org}, C_{anorg}, Carbonatgehalt, Schwefelgehalt und ¹³⁷Cs).

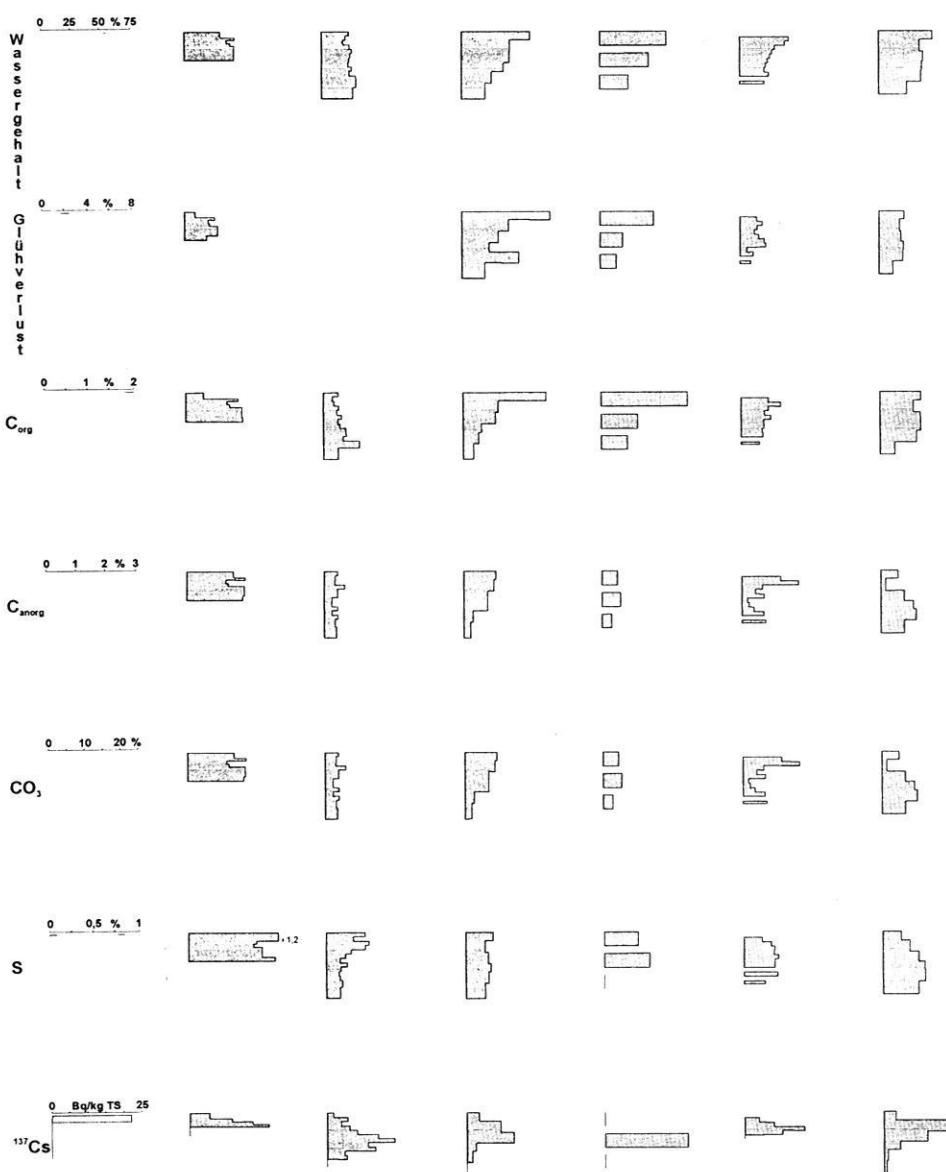
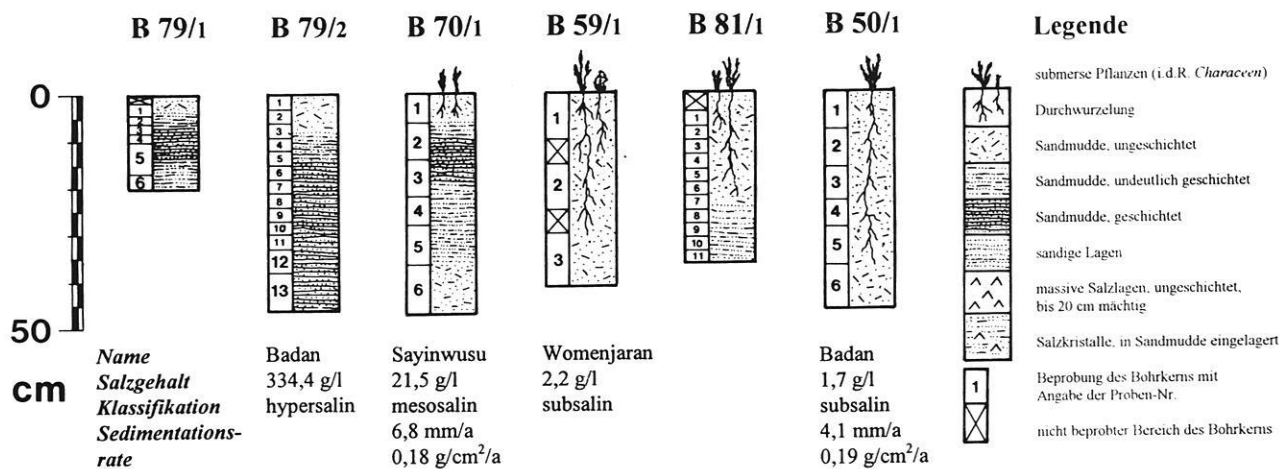


Abb. 32: Kernprofile von Bohrungen subhydrischer Sedimente des südlichen Gewässergebietes mit Angabe der Probennummern sowie den Ergebnissen der geochemischen Analytik (Wassergehalt, Glühverlust, C_{org}, C_{anorg}, Carbonatgehalt, Schwefelgehalt und ¹³⁷Cs).

Bohrung	Lithologie	Korngrösse	Schichtung	CO ₃	Farbe (MUNSELL)	Bemerkungen
B 09/1	Massive Lagen aus gelblich-olivfarbigen Salzmineralien mit Zwischenlagen aus mudehaltigem Sand	Salzkristalle im mm-Bereich, feinsandige Beimengungen	nicht erkennbar	c 3 (Salz) c 3.4 (Sandlagen)	5 Y 6/6 bis 6/8 (Salzlagen) bzw. 5 Y 2.5/1 (Sandlagen)	intensiver Geruch nach H ₂ S; Bohrgut aus breiartiger Konsistenz
B 11/1	schwarze Sandmudde mit Lagen aus olivfarbigen Salzkristallen	Feinsand, schluffig	+ (8-20 cm), olivfarbige Laminaen ca. 0,1 mm	c 3.3 bis c 3.4 durchgehend	N 2.5 Sandmudde 5 Y 6/3 (Salzkörner)	intensiver Geruch nach H ₂ S; Verfestigung zur Basis zunehmend (Vf 2-3)
B 15/1	Massive Lagen aus gelblich-olivfarbigen Salzmineralien mit Zwischenlagen aus mudehaltigem Sand	Salzkristalle im mm-Bereich, feinsandige Beimengungen	+ (5-20 cm); ansonsten sehr homogen (0)	c 3 (Salz) c 3.4 (Sandlagen)	5 Y 6/6 (Salzlagen) N 2.5 (Sandlagen)	intensiver Geruch nach H ₂ S; Wasser am Seeboden gelb bis bernsteinfarben
B 25/1	schwarze Sandmudde	Feinsand, schluffig	+ (10-20 cm, Laminaen bis 0,2mm)	c 4 (0-50 cm) c 3.4 (50-79 cm)	N 2.5 durchgehend	intensiver Geruch nach H ₂ S; vereinzelt Schilffreste
B 26/1	schwarze Sandmudde	Feinsand, schluffig	+ (32-43 cm)	c 3.4/c 4 (0-60 cm) c 3.2 (60-93 cm)	N 2.5 durchgehend 5 GY 4/1 Laminaen	H ₂ S-Geruch, Pflanzenreste in 60 cm Tiefe
B 28/1	Massive Lagen aus gelblich-olivfarbigen Salzmineralien mit Zwischenlagen aus mudehaltigem Sand	Salzkristalle bis 4 cm lang, feinsandige Beimengungen	nicht erkennbar	c 3 (Salz) c 3.4 (Sandlagen)	5 Y 5/6 (Salzlagen) N 2.5 (Sandlagen)	intensiver Geruch nach H ₂ S; Wasser am Seeboden gelb bis bernsteinfarben
B 34/1	dunkelgraue Sandmudde	Feinsand, schluffig	+ (12-18 cm), grüngraue und schwarze Laminaen	c 3 durchgehend	N 2.5 bis N 3 durchgehend; Laminaen 5 GY 4/1	hellbraune Sandlage am Seeboden
B 34/2	dunkelgrau-schwarze Sandmudde	Feinsand, schluffig	+ (8-20 cm, fein laminiert)	c 3 durchgehend	N 2.5 bis N 3 durchgehend; Laminaen (5 GY 4/1)	hellbraune Sandlage am Seeboden
B 50/1	schwarze Sandmudde	Feinsand, mittelsandig	nicht erkennbar	c 3.2 bis c 3.4 durchgehend	N 2.5 (0-23 cm) N 3 (23-46 cm)	Seeboden mit Characeen bewachsen, Bioturbationsmerkmale
B 59/1	schwarze Sandmudde	Feinsand, mittelsandig	nicht erkennbar	c 1/c 2 durchgehend	N 2.5/N 3 durchgehend	Seeboden mit Characeen bewachsen, Bioturbationsmerkmale
B 70/1	dunkelgrau-schwarze Sandmudde	Feinsand, mittelsandig	+ (6-22 cm)	c 3.3/c 3.4 (0-36cm) c 2 (36-47 cm)	N 3 durchgehend Laminaen N 4	Seeboden mit Characeen bewachsen, Bioturbationsmerkmale
B 79/1	schwarze Sandmudde	Feinsand, mittelsandig	++ (11-45 cm)	c 4 (0-11 cm) Laminaen c 2 bis c 3.4	N 2.5 (0-11 cm) Laminaen N 4 bzw. 5 G 4/1.	Meromiktischer hypersaliner flacher See ohne submerse Pflanzen
B 79/2	schwarze Sandmudde	Feinsand, mittelsandig	++ (11-46 cm)	c 4 (0-11 cm) Laminaen c 2 bzw. c 3.4.	N 2.5 (0-11 cm) Laminaen N 4 bzw. 5 G 4/1.	Meromiktischer hypersaliner flacher See ohne submerse Pflanzen
B 81/1	schwarze Sandmudde	Feinsand, mittelsandig	(+) (24-36 cm)	c 3.4/c 4 Laminaen c 5 bzw. c 2	N 2.5/N 3; Laminaen N 5 bzw. N 3	Seeboden mit Characeen bewachsen, Bioturbationsmerkmale

Tab. 13: Bohrungen subhydrischer Sedimente mit Angaben zur Profilbeschreibung. (Angabe der Carbonatgehalte nach Kürzein der Bodenkundlichen Kartieranleitung (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 1994); Schichtung + = eindeutig geschichtet; ++ = geschichtet).

Bohrung	Salinität des Sees	Wassertiefe	Datum der Bohrung	Ansatzpunkt	Kernlänge	Pr.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
B 09/1	hypersalin (195 g/l)	7,25 m	23.09.95	150 m v. Ostufer	52 cm	3	3		3	3	3			3	3								
B 11/1	hypersalin (107,4 g/l)	7,50 m	29.09.95	250 m v. Südufer	76 cm	16	16		16	16	16		16	3	6				1				
B 15/1	hypersalin (251,6 g/l)	8,50 m	27.09.95	200 m v. Nordufer	50 cm	7	7		7	7	7			3	7								
B 25/1	hypersalin (151,0 g/l)	6,15 m	02.10.95	50 m v. Nordufer	79 cm	18	18		18	18	18		18	4	5								
B 26/1	hypersalin (130,4 g/l)	6,50 m	22.09.94	300 m v. Ostufer	97 cm	10	10		10	10	10			1	10		10	5			3	5	
B 28/1	hypersalin (244,5 g/l)	5,60 m	20.09.95	200 m v. Westufer	51 cm	8	8		8	8	8			4	4								
B 34/1	hypersalin (99,0 g/l)	11,0 m	18.09.94	200 m v. Ostufer	25 cm	6	6		6	6	6			3	6						3		
B 34/2	hypersalin (99,0 g/l)	9,30 m	19.09.94	300 m v. Nordufer	55 cm	11	11		11	11	11		6	4	11		3	1			1	1	
B 50/1	subsalin (1,5 g/l)	1,80 m	12.09.94	15 m v. Südufer	46 cm	6	6		6	6	6			1	6			3	6		2	6	6
B 59/1	subsalin (2,2 g/l)	0,25 m	15.09.95	40 m v. Westufer	41 cm	3	3		3	3	3			2	3						3		
B 70/1	mesosalin (21,5 g/l)	1,30 m	02.10.94	50 m v. Ostufer	47 cm	6	6		6	6	6		6	3	6		2				2	6	
B 79/1	hypersalin (334,4 g/l)	0,50 m	09.09.95	50 m v. Südufer	20 cm	9	9		9	9	9			4	5				1		1		
B 79/2	hypersalin (334,4 g/l)	0,30 m	09.09.95	2 m v. Südufer	46 cm	14	14		14	14	14			5	14								
B 81/1	subsalin (1,7 g/l)	1,50 m	07.09.95	60 m v. Ostufer	36 cm	11	11		11	11	11			5	5				1		11	6	

Tab. 14: Bohrungen subhydrischer Sedimente mit Angaben zur Probenahme sowie geochemischer und sedimentologischer Untersuchungen.

Angaben zur Probenahme Salinität: Gesamtmineralisation des Seewassers; Wassertiefe = Wassertiefe am Bohransatzpunkt; Ansatzpunkt = Lage des Bohransatzpunktes mit Angabe der Entfernung vom Ufer Kernlänge = Gesamtlänge des Bohrkerns in [cm]; Pr. = Gesamtzahl der Proben.

Angaben zur Laboranalytik (Es ist jeweils der Zahl der analysierten Proben angegeben)

A: Wassergehalt B: Glühverlust C: Kohlenstoff, ges. D: Kohlenstoff, anorg. E: Schwefel, ges. F: REA G: ICP H: XRD I: Gammaskopmetrie J: 14C-Datierung K: Granulometrie L: Schwerminerale M: Dünnschliffauswertung N: Diatomeen O: Durchmusterung unter dem Binokular auf Ostracoden, Oogonien etc. P: Pollenanalyse

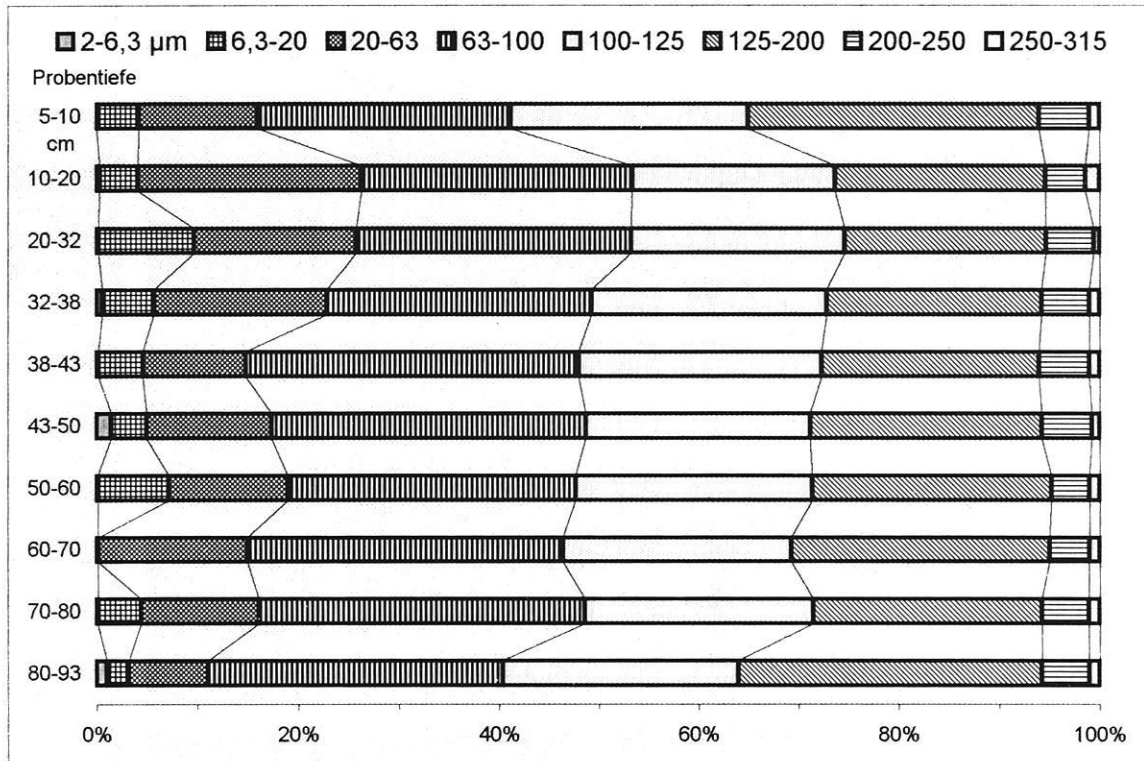


Abb. 33: Granulometrische Verteilung der Korngrößenfraktionen in Bohrung B 26/1.

Korngrößenmaxima im südlichen Gewässergebiet auf höhere energetische Prozesse des Sedimentationsmilieus hin. Entscheidend hierfür ist die jeweilige Lage des Gewässers zum Dünenkörper und die dadurch bedingten aerodynamischen Verhältnisse sowie die Flächengröße der Gewässer. Während Seen im Lee der höchsten Erhebung der Megadüne eher windgeschützte Positionen einnehmen, sind Gewässer im Bereich der aktiven Sandschweife am Ansatzpunkt des Dünenkörpers, wo eine ständige Umlagerung stattfindet, schon bei geringer Luftbewegung einem Sandeintrag ausgesetzt. Diese topographische Situation ist für die Flachseen bei Duohejaran (S 62) fotografisch dokumentiert (Foto 7 auf Tafel 6 sowie Foto 3 auf Tafel 2, Kap. 9.1).

3.6.1.2 Schichtung

Das Auftreten einer makroskopisch erkennbaren Schichtung im obersten Meter der Sedimentsäule ist auf die Sandmudden meso- und hypersaliner Gewässer beschränkt (Abb. 32). Für die Genese kommen folgende Voraussetzungen in Betracht:

- Am Gewässergrund herrschen ganzjährig anoxische Verhältnisse, so daß keine bioturbaten Schichtzerstörungen auftreten.
- Der Salzgehalt des Wasserkörpers liegt in einem Bereich, in dem noch keine Salzabscheidungen am Gewässergrund auftreten. Sobald eine massive

Abscheidung von Salzmineralien aus der übersättigten Salzlauge des Wasserkörpers einsetzt, ist das Gefüge durch mehrere Zentimeter mächtige strukturlose Salzlagen bestimmt. Zusätzlich verändern haloturbate Prozesse das Gefüge der Salz- und Muddelagen. Dies ist bei den Bohrkernen B 09/1, B 15/1 und B 28/1 der Fall (Foto 5 auf Tafel 7 in Kap. 9.1).

Die durchgehend grauschwarzen Sedimente der Bohrkern B 11/1, B 25/1, B 26/1, B 34/1 und B 34/2 weisen in Teufen von 10 bis max. 40 cm Schichtungsmerkmale auf. So treten in unregelmäßigen Abständen von einigen Millimetern bis Zentimetern dünne helle Lagen auf, deren Carbonatgehalt deutlich höher liegt als im umgebenden Sediment (Foto 3 auf Tafel 7, Kap. 9.1). Hier handelt es sich um Ausfällungen von Carbonaten, deren Genese durch CO_2 -Entzug infolge von sommerlicher Temperaturerhöhung bzw. durch Assimilation der mikrobiellen Matten denkbar ist. Eine Auszählung der Schichten war aufgrund der geringen Prägnanz und der Notwendigkeit, die Bohrkern vor Ort zu beproben, nicht möglich. Lediglich aus den Bohrkernen B 79/1 und B 81/1 wurden Gefügeproben für Untersuchungen an Dünnschliffen genommen (Fotos 7 und 8 auf Tafel 9, Kap. 9.1). Die am besten erkennbare Schichtung wiesen die Sedimente des meromiktischen Flachsees S 79 auf, die als Rhythmit zu beschreiben ist (Foto 4 auf Tafel 7, Kap. 9.1). Der Dünnschliff einer Gefügeprobe (B 79/1-5; Foto 8 auf

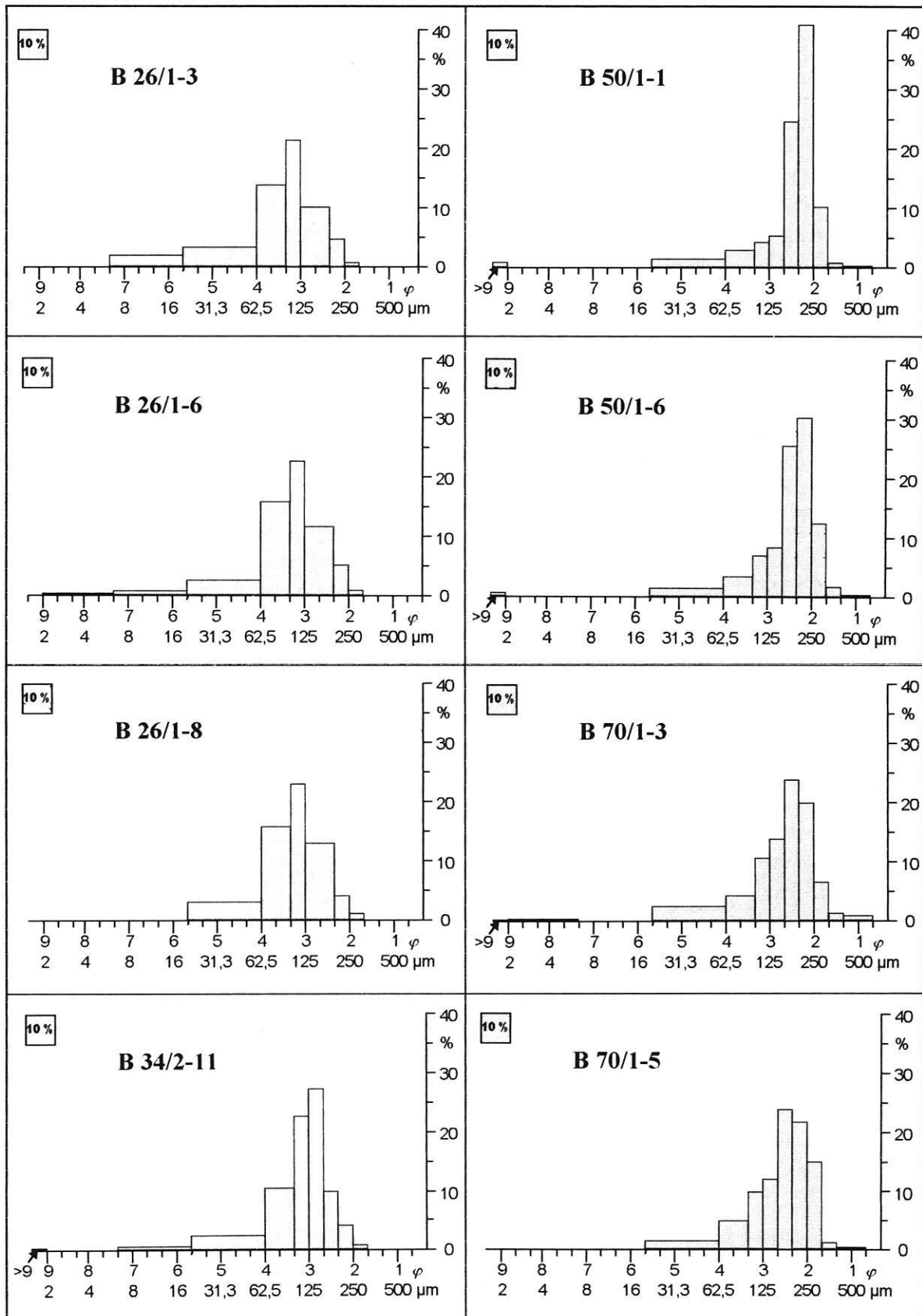


Abb. 34: Korngrössenhistogramme subhydrischer Sedimente der Bohrungen B 26/1 (Proben B 26/1-3, -6 und -8), B 34/2 (Probe B 34/2-11), B 50/1 (Proben B 50/1-1 und -6) und B 70/1 (Proben B 70/1-3 und -5). Die Fläche der einzelnen Rechtecke entspricht dem Volumenanteil der einzelnen Fraktionen. Der Flächenmaßstab ist in Form eines Quadrats (links oben) angegeben.

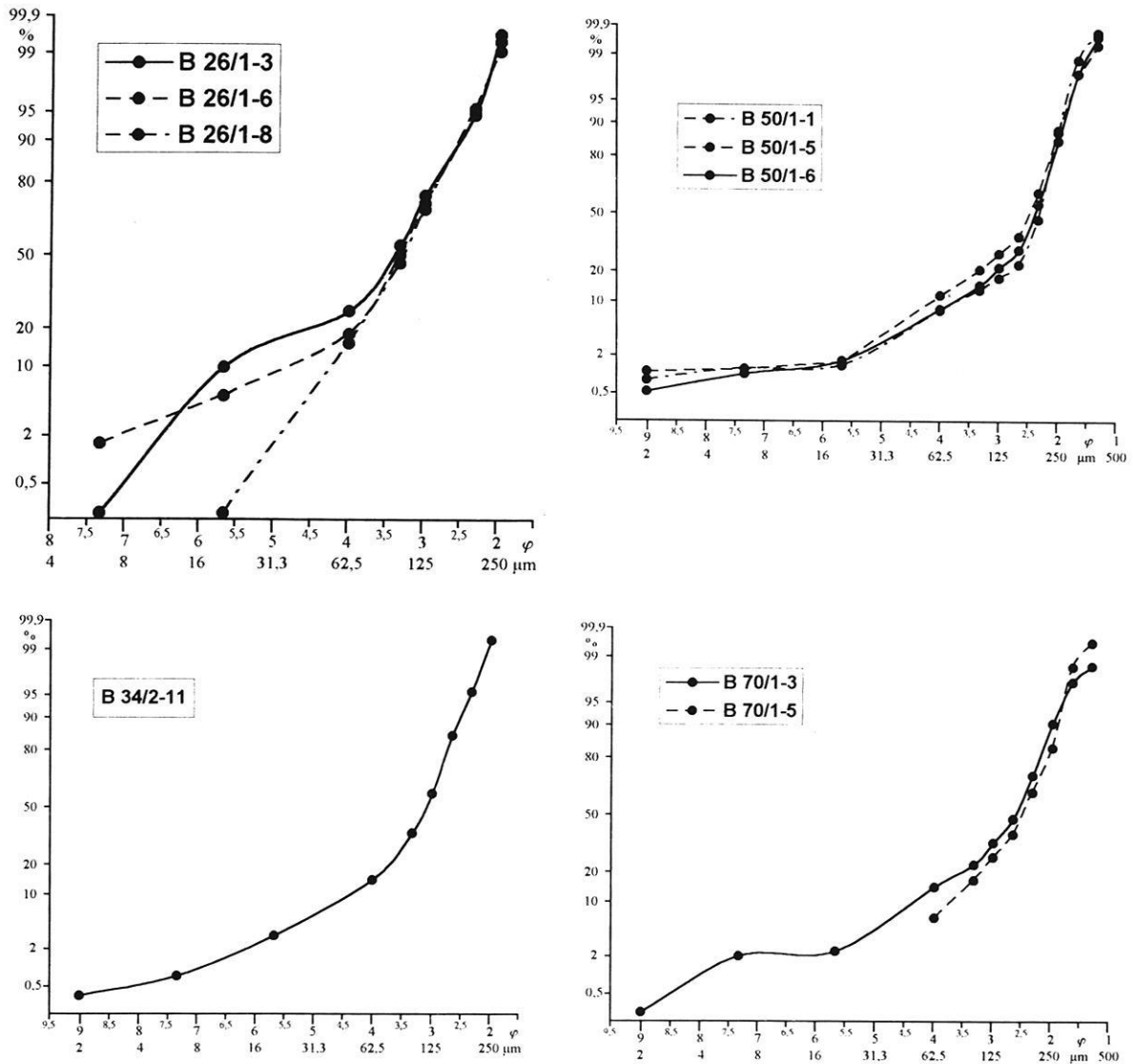


Abb. 35: Kornsummenkurven subhydrischer Sedimente im Wahrscheinlichkeitsnetz (Bohrungen B 26/1, B 34/2, B 50/1, B 70/1)

Tafel 9, Kap. 9.1) aus einer Tiefe von 10-15 cm zeigt einen Wechsel von Sandlamellen mit eingeregelter Sandkörnern und Lamellen aus Feinmaterial (Siltpartikel und mikritische Matrix). Hieraus kann eine jahreszeitlich differenzierte Sedimentationsrhythmik abgeleitet werden. Im Gegensatz dazu weisen die Sedimente der subsalinen und hyposalinen Gewässer (Bohrkerne B 50/1, B 59/1 und B 81/1; Foto 2 auf Tafel 7, Kap. 9.1) ein bioturbates Gefüge auf, da aufgrund der hohen Sauerstoffgehalte am Gewässergrund eine entsprechende Besatzdichte bodenwühlender Tiere (Chironomidenlarven, Ostrakoden etc.) gegeben ist. Außerdem ist der Seeboden von Charophyten besiedelt, deren Wurzelwerk bis ca. 30 cm Tiefe reicht. Entsprechend zeigt die Fotografie eines Dünnschliffs von

Sedimenten der Bohrung B 81/1 (Foto 7 auf Tafel 9, Kap. 9.1) eine regellose Verteilung von Sandkörnern, Siltpartikeln und organischem Detritus. Die Texturmerkmale weisen auf klastgestützte Sedimente mit schlecht sortierter Matrix und einer polymodalen Verteilung hin. Die Korngröße der Klaster liegt im Feinsandbereich. Das Auftreten calciumhüllter Oogonien und Characeensprosse ist ein Hinweis auf biogene Kalkfällung. Die im Sediment der Bohrung B 81/1 syndimentär eingebetteten Ostrakodenschalen sind häufig paarweise als Gehäuse entsprechend der Lebendstellung erhalten und nicht mit Sedimentpartikeln verfüllt (Foto 7 auf Tafel 9, Kap. 9.1). Offensichtlich sind die abgestorbenen Ostrakoden eingesedimentiert worden, bevor sich die chitinöse

Verbindung beider Klappen nach dem Absterben löste, so daß eine Sedimentverfüllung des Hohlraums unterblieb. Daraus kann ein relativ schnelles Sedimentationsgeschehen abgeleitet werden.

Insgesamt sind die Sandmudden in den oberen 10 bis 20 Zentimetern makroskopisch weitgehend homogen. Bereiche mit Schichtungsmerkmalen treten in subhydrischen Sedimenten hypersaliner Seen in Teufenbereichen von 20 bis 40 cm auf. Die tieferen Bereiche bis zur Endteufe sind weitgehend homogen mit schichtigem Gefüge. Rhythmite kommen nur in meromiktischen Gewässern vor. Die Sandmudden der subsalinen Gewässer sind ohne erkennbare Textur.

Da varvenchronologische Untersuchungen daher nicht zur Anwendung gelangten, wurden Informationen der Sedimentzuwachsrate über die Verteilung des Radionuklids ^{137}Cs gewonnen. Außerdem wurden exemplarisch am Bohrkern B 34/2 Altersbestimmungen nach der ^{14}C -Methode durchgeführt.

3.6.1.3 Zur Abschätzung der Sedimentationsraten

Der Profilmzuwachs lakustriner Sedimente wurde für die obersten 50 cm der Sedimentsäule mit der gammaspektrometrischen Untersuchung insbesondere des Nuklids ^{137}Cs an allen Bohrkernen untersucht. Hinsichtlich der Verteilungsmuster können folgende drei Typen unterschieden werden:

Typ 1: niedrige Anfangsgehalte mit einem raschen Anstieg bis zur Erreichung eines ausgeprägten Maximums und Abklingen des Signals bis zur Grenzfläche Wasser/Sediment (Beispiel: B 50/1);

Typ 2: untypische Verteilung mit mehreren Maxima (Beispiel: B 28/1) bzw. nur ein Signal in den obersten 3 bis 5 cm (Beispiel B 15/1);

Typ 3: abruptes Einsetzen des Signals mit einem Maximum, das zur Grenzfläche Wasser/Sediment allmählich abklingt (Beispiel: B 79/1).

Das Maximum der ^{137}Cs Verteilung bei Typ 1 liefert eine Zeitmarke für die Jahre 1963/64, so daß aus der Tiefenlage des Maximums Sedimentationsraten für den Zeitraum der letzten 32 Jahre (gerechnet ab Datum der Probenahme) ermittelt werden können. Die Verteilungsmuster von Typ 2 und Typ 3 weisen auf Störungen des Schichtenverbandes hin, so daß aus diesen Mustern keine Sedimentationsraten abgeleitet werden können. Als mögliche Störfaktoren kommen abrupte subaquatische Sedimenttransporte in Gestalt des „slumping“ in Betracht. Da der Typ 2 in meromiktischen Seen angetroffen wurde, an deren Gewässersohle massive Salzabscheidungen auftreten, ist dies als Hinweis auf besondere Sedimentationsverhältnisse zu deuten. Der Typ 3 tritt an flachen Gewässern (Wassertiefe $< 1\text{ m}$) auf, bei denen kleine Wasserstandsschwankungen eine ausgeprägte Flächendynamik mit sich bringen. Das zeitweise Trockenfallen einiger Bereiche, die dann der Deflation ausgesetzt sind, steht offensichtlich in einem Zusammenhang mit diesem Verteilungsmuster.

Hinsichtlich der Nachweistiefe gibt es Unterschiede zwischen beiden Gewässergebieten. So ließ sich das Radionuklid ^{137}Cs im nördlichen Gewässergebiet - mit Ausnahme der Salzabscheidungen - nur in Teufen

zwischen 4 bis 12 cm nachweisen. Im südlichen Gebiet dagegen lag die Aktivitätskonzentration noch in 45 cm Tiefe über der Nachweisgrenze, unabhängig vom Salzgehalt der Gewässer. Hier ist insbesondere in sub- und hyposalinen Gewässern mit einer vertikalen Verlagerung infolge von Bioturbation zu rechnen.

Als höchste Werte der Aktivitätskonzentration wurden 23,1 Bq/kg TM gemessen. Aus den vorhandenen Daten lassen sich für den Typ 1 Sedimentationsraten ableiten, die im nördlichen Gewässergebiet Werte zwischen 1,3 mm/Jahr und 2,9 mm/Jahr ergaben. Im Gegensatz hierzu sind die Sedimentationsraten im südlichen Gewässergebiet mit einem Mittel von 5,6 mm/Jahr um den Faktor 2,9 höher als im nördlichen Gewässergebiet.

Um der Verfälschung der Sedimentationsrate durch Kompaktion und Entwässerung des Sediments zu entgehen, beziehen sich die Angaben in Abb. 31 und 32 auf das Trockengewicht in der Dimension $[\text{g cm}^{-2} \text{a}^{-1}]$. Im Vergleich der Mittelwerte beider Gewässergebiete ist die Akkumulationsrate im südlichen Gebiet ($0,16\text{ g cm}^{-2} \text{a}^{-1}$) um den Faktor 2 höher als im nördlichen Gebiet ($0,09\text{ g cm}^{-2} \text{a}^{-1}$).

Als weitere Möglichkeit zur Abschätzung der Sedimentationsrate wurde die ^{14}C -Radiokohlenstoffmethode angewendet (HOFMANN & GEYH 1998). Hierzu wurden aus dem Bohrkern B 34/2 drei Proben von Top, Mitte und Basis des 55 cm langen Kerns datiert (Abb. 36). Die gammaspektrometrische Untersuchung eines Parallelkerns (B 34/1) wies in den oberen 12 cm ^{137}Cs nach, dessen Maximum zwischen 3 und 5 cm eine Zeitmarke für die Jahre 1963/64 liefert. Die Form der ^{137}Cs -Verteilung spiegelt den erhöhten Eintrag vor und den erniedrigten nach 1963/64 wider und bestätigt, daß am Seeboden anoxische Bedingungen herrschen, die eine bioturbate Durchwühlung der Sedimente verhindert haben. Aus der Lage des ^{137}Cs -Maximums ergibt sich für den Zeitraum von 32 Jahren eine Sedimentationsrate zwischen 0,9 und 1,6 mm/Jahr. Für die oberen 12 cm und einen Zeitraum von 42 Jahren beträgt sie 2,9 mm/Jahr. Der Unterschied ist allerdings aufgrund der Dicke der einzelnen Schichten von 2-3 cm methodisch kaum signifikant. Die ^{14}C -Datierung der organischen Substanz ergab für die jüngste Schicht von 0-3 cm an der Grenzfläche Wasser/Sediment ein ^{14}C -Alter von 1080 ± 155 Jahren (Hv 21925). Unter Bezug auf das Trockengewicht ergeben sich Akkumulationsraten von 0,082, 0,162 und $0,246\text{ g cm}^{-2} \text{a}^{-1}$.

Die drei ^{14}C -Daten Hv 21925, 21927 und 21929 der organischen Fraktion der Proben des 55 cm langen Bohrkerns B 34/2 liefern eine schlüssige Abfolge von oben nach unten. Die maximale ^{14}C -Altersdifferenz von 1050 ± 220 Jahren ergibt eine wesentlich kleinere Sedimentationsrate von 0,5 mm/Jahr als die des Kerns B 34/1, die mit Kompaktion und Entwässerung des Sediments zu erklären ist und sich in der Abnahme der Dicke der Laminae zeigt. Im Trend ergibt sich freilich ein analoges Bild aus den ^{14}C -Daten der Proben Hv 21925/21927 sowie Hv 21927/21929. Das Sediment zwischen 0 und 30 cm lieferte ein ^{14}C -Alter von 140 ± 230 Jahren entsprechend

Bohrung B 34/2

¹³⁷Cs-Zeitskala

Konventionelle ¹⁴C-Zeitskala

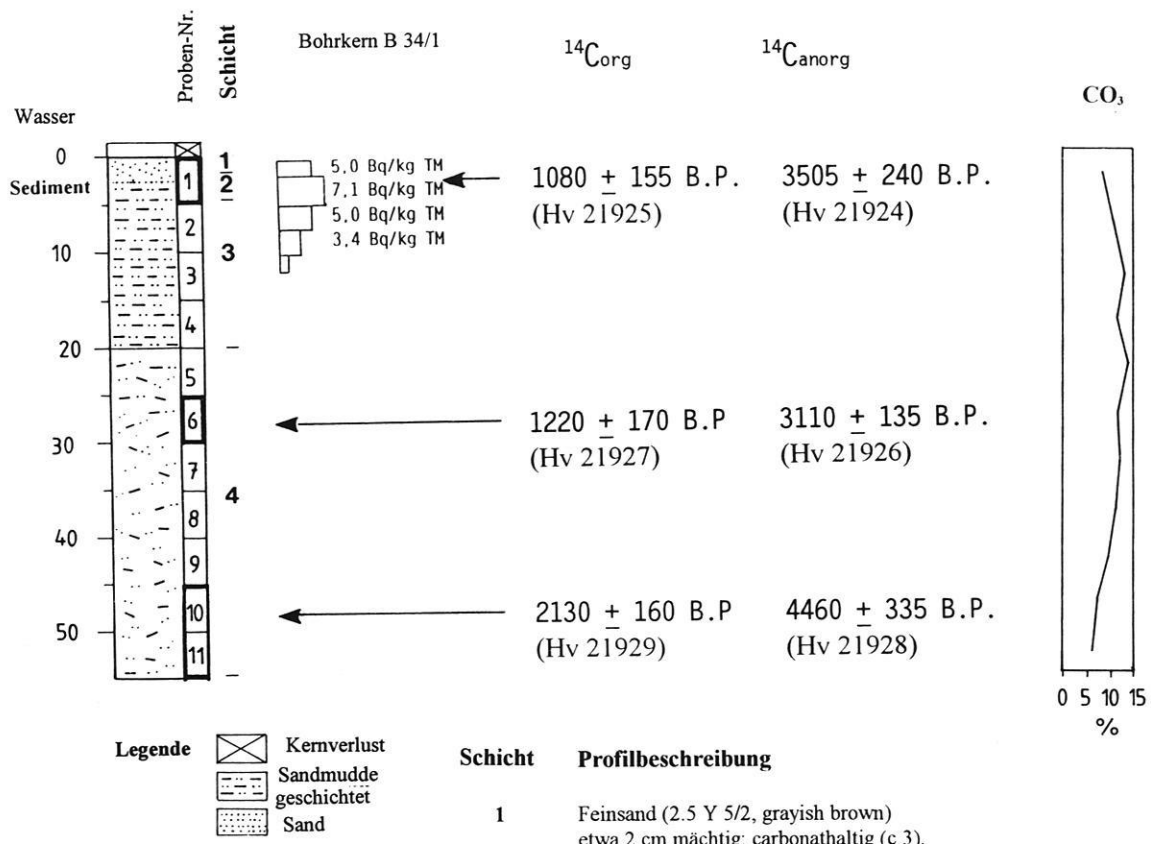


Abb. 36: Ergebnisse der ¹⁴C-Altersbestimmungen an subhydriischen Sedimenten des Bohrkerns B 34/2.

einer Sedimentationsrate von $2,1 \pm 3,5$ mm/Jahr, für den Bereich von 30 - 55 cm ergaben sich 910 ± 230 Jahre und eine Sedimentationsrate von $0,27 \pm 0,07$ mm/Jahr. Die Trockengewichte lieferten $0,851 \pm 1,400$ und $0,115 \pm 0,029$ g cm⁻² a⁻¹. Bei Berücksichtigung der Breite der Mutungsintervalle läßt sich damit nur folgern, daß die Sedimentationsrate seit rund 1000 Jahren in etwa gleich groß geblieben ist und zwischen 0,1 und 0,2 g cm⁻² a⁻¹ gelegen hat.

Die Differenz der ¹⁴C-Daten der carbonatischen Fraktion der Proben vom Top (Hv 21924) und der Basis

(Hv 21928) beträgt 955 ± 410 Jahre und gleicht der organischen Fraktion. Die Probe Hv 21926 aus der Mitte des Bohrkerns ist nur scheinbar verjüngt, da die Altersumkehr innerhalb der Mutungsintervalle liegt. Eine Diskussion der verschiedenen Zeitskalen organischer und carbonatischer Fraktionen erfolgt in Kap. 5.2.

Die Abschätzung der Sedimentzuwachsrate (mm/a) ist auch durch Zählung der jahreszeitlichen Diatomeenwarven und der Siderit-Laminite möglich (ZOLITSCHKA 1990). Im Rahmen dieser Untersuchungen konnte diese Methodik aus technischen Gründen nicht angewendet werden.

3.6.2 Chemische und mineralogische Charakterisierung

3.6.2.1 Der Wassergehalt

Der Wassergehalt der Sedimente liegt bei beiden Gewässergebieten im oberen Bereich der Bohrkerne im Mittel bei 53 % (Extremwerte bis 70 %) und geht mit zunehmender Tiefe auf Werte um 20 bis 30 % zurück. Dies ist auf die Kompaktion des Sediments, die durchgehend hohen Sandanteile und die relativ niedrigen Gehalte an organischer Substanz zurückzuführen. Bei der Bestimmung des Wassergehaltes ist zu berücksichtigen, daß während des Proben transports bei einigen Proben Feuchtigkeitsverluste auftraten, so daß die prozentualen Angaben teilweise zu niedrig ausfielen.

3.6.2.2 Der organische Kohlenstoff

Die Gehalte an organischem Kohlenstoff sind insgesamt niedrig, die Mittelwerte betragen 0,4 % für das nördliche bzw. 0,7 % für das südliche Gewässergebiet. Als Extremwerte traten 2,68 % (Probe B 15/1-1) bzw. 0,08 % (Probe B 11/1-4) auf. Von den untersuchten Bohrkernen zeigte die Bohrung B 15/1 mit einem Mittelwert von 1,4 % die höchsten Gehalte an organischem Kohlenstoff. Die Gehalte lassen sich aus der insgesamt geringen Primärproduktion ableiten, die in den subsalinen Gewässern aufgrund des dichten Bewuchses mit Charophyten etwas höher ist. Im nördlichen Gewässergebiet kommen außer dem photoautotrophen Plankton die mikrobiellen Matten sowie bei meromiktischen Seen das chemoautotrophe Plankton als Primärproduzenten in Betracht. Der Eintrag detritischer organischer Partikel ist bei beiden Gebieten vernachlässigbar gering.

Nach den Angaben von SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1984) beträgt der Umrechnungsfaktor für organischen Kohlenstoff in organische Substanz 1,724. Zusätzlich ist die Bestimmung des Glühverlustes eine Möglichkeit, den Gehalt an organischer Substanz abzuschätzen. Der Vergleich der Werte des Glühverlustes mit den berechneten Gehalten der organischen Substanz zeigt besonders bei Sedimenten aus dem nördlichen Gewässergebiet große Abweichungen in Größenordnungen, die einen Umrechnungsfaktor > 10 erfordern würden. Offensichtlich wurden bei der Bestimmung des Glühverlustes in den Proben enthaltene Sulfide (z. B. FeS) geröstet und in Oxide umgewandelt, so daß die Angaben des Glühverlustes zu hohe Gehalte an organischer Substanz vortäuschen. Im südlichen Gewässergebiet beträgt der durchschnittliche Glühverlust nur das 2,3 bis 2,5fache des Gehalts an organischem Kohlenstoff, so daß dieser Faktor für die Umrechnung in organische Substanz mit den Werten aus der Literatur recht gut übereinstimmt.

3.6.2.3 Die Carbonate

Das dominierende Carbonatmineral der untersuchten subhydrischen Sedimente ist Calcit, so daß nach entsprechender röntgenographischer Untersuchung die anorganischen C-Gehalte in CaCO_3 umgerechnet wurden (Abb. 31). Daneben tritt auch Mg- Calcit sowie unterge-

ordnet Aragonit und Siderit (FeCO_3) auf. Da nicht alle Proben röntgenographisch bearbeitet werden konnten, ist die Existenz von Siderit und Magnesit in einigen Kernabschnitten insbesondere der Sandmudden aus hypersalinen Seen nicht auszuschließen.

Aus den chemischen Analysendaten ergibt sich für das nördliche Gewässergebiet ein mittlerer CaCO_3 -Gehalt von 10,6 %, wobei die Extremwerte zwischen 1,1 % (Probe B 28/1-2) und 24,8 % (Probe B 11/1-6) liegen. Die vertikalen Gradienten sind sehr heterogen, so daß sich kein einheitliches Verteilungsmuster erkennen läßt. Grob vereinfacht kann man feststellen, daß die höchsten Gehalte in den oberen 30 bis 40 cm auftreten und zur Basis abnehmen. Die Bohrung B 11/1 liegt dabei mit einem Mittelwert des CaCO_3 -Gehaltes von 15,2 % deutlich über den Werten der anderen Bohrungen.

Der mittlere CaCO_3 -Gehalt des südlichen Gebietes beträgt etwa 6 % mit Extremwerten von 1,8 % (B 81/1-6) bis 16,3 % (B 79/1-5) und ist damit niedriger als im nördlichen Gebiet. Abweichend hiervon weisen die Proben aus dem hypersalinen Flachsee S 79 (Bohrung B 79/1) höhere CaCO_3 -Werte mit einem Mittelwert von 14 % auf, so daß ein Zusammenhang zum Salzgehalt besteht.

Die Bildung der primären Carbonatminerale hängt entscheidend vom Mg/Ca-Mol-Verhältnis und der Konzentration durch Verdunstung ab. MÜLLER et al. (1972) geben folgende Kategorien an:

Mg/Ca < 2 = Bildung von Niedrig-Mg- Calcit

Mg/Ca 2-12 = Bildung von Hoch-Mg- Calcit

Mg/Ca > 12 = Bildung von Aragonit.

Im Übergang dieser Kategorien können die verschiedenen Carbonatminerale nebeneinander existieren. Als Carbonatmineral herrscht in den Sandmudden die Modifikation des Niedrig-Mg- Calcits vor.

Die Bildung der Carbonate wird vor allem in den hypersalinen Gewässern durch anorganische Carbonatfällung gesteuert, da in den alkalischen CO_3^{2-} -haltigen Wässern bei Zufuhr von Calcium eine Übersättigung und Ausfällung eintritt. Als Kristallisationskeime dienen häufig die Kotpillen des in Massen vorkommenden Salinenkrebses *Artemia* sp.

Als biogener Faktor spielt die Assimilation von Kohlendioxid bei der Photosynthese insbesondere bei sub- und hyposalinen Gewässern mit dichten Charophyten-Rasen eine große Rolle. So kann während der aktiven Photosynthesephasen dem Seewasser viel Kohlendioxid entzogen werden, so daß eine Calcit-Übersättigung eintritt. Anhand der REM-Aufnahmen von Charophyten ist zu ersehen, daß der Thallus großflächig mit Calcit verkrustet ist (Fotos 1 und 3 auf Tafel 11, Kap. 9.1).

3.6.2.3.1 Kalktuff-Bildungen (Mikrobialithe)

Im Gegensatz zu den Sandmudden mit mäßig hohen Calcitgehalten treten in einigen hypersalinen Seen (S 34, S 15) hügel- oder riffartige, massive Gesteinskörper aus aragonitischem Kalktuff auf, welche unter Mitwirkung von Mikroorganismen entstanden sind und daher auch als Mikrobialithe bezeichnet werden. Der Begriff „Mikrobialith“ wurde von BURNE & MOORE (1987: 241) für die Benennung organo-sedimentärer

Ablagerungen eingeführt, die von mikrobiellen Lebensgemeinschaften des Benthos als Ort der Mineralisierung insbesondere von Carbonaten unter Einbindung klastischer Sedimente gebildet werden. Sie ähneln den Algen-Biohermen (FÜCHTBAUER 1988: 347) des Nördlinger Rieskessels bei Öttingen (Obermiozän), deren Genese durch ARP (1995) näher untersucht wurde. Bevorzugte Bildungsareale dieser Carbonat-Buildups sind subaquatische Grund- und subaerische Quellwasser-austritte („spring mounds“) in Gewässern mit einer stark alkalischen Wasserchemie (Foto 1 auf Tafel 8, Kap. 9.1). Nähere Angaben zur Genese und Verbreitung finden sich in den Arbeiten von REITNER (1993) und ARP (1995). Ihr Vorkommen ist ausschließlich an die Existenz von Mischungsbereichen von süßem bis subsalinem Quellwasser und hoch mineralisiertem alkalischem Salzwasser gebunden. Als Ergebnis der Mineralogenese entstehen pfeilerartige, mehrere Meter hohe Gebilde aus hochporösem Kalktuff. Da ihre Bildung an das Vorhandensein eines Wasserkörpers gebunden ist, wachsen sie bei steigendem Seespiegel mit und ragen bei fallendem Seespiegel über die Wasseroberfläche hinaus. Sobald die calcifizierenden Biofilme bzw. die mikrobiellen Matten austrocknen und damit absterben, setzt eine Verkarstung ein. Somit dienen fossile Mikrobialithe als Seespiegelmarken.

Im Arbeitsgebiet existieren Mikrobialithe ausschließlich in einigen hypersalinen Seen des nördlichen Gewässergebiets, wo sie vor allem in den flächenmäßig größten Seen Nuortu (S 34), Huhejaran (S 11) und Yinderitu (S 15, Foto 3 auf Tafel 8, Kap. 9.1) erkundet und näher untersucht wurden. Verteilung und Aufbau der Mikrobialithe werden im folgenden am Beispiel des Sees Nuortu vorgestellt, wobei detailliertere Angaben in der Arbeit von ARP, HOFMANN & REITNER (1998) zu finden sind.

Riffartige Kalktuffe wachsen im ufemahen Bereich der südlichen Bucht dicht unter der Wasseroberfläche (Abb. 37). Diese Carbonat-Buildups ragen vom Seeboden aus gerechnet bis zu 12 m senkrecht empor und werden von subsalinem Quellwasser durchströmt, das unter Druck aus dem höchsten Teil herausprudelt (Foto 1 auf Tafel 8, Kap. 9.1). Die Mischzone zwischen Süß- und Salzwasser macht sich durch Schlierenbildung bemerkbar und bildet ein spezielles Biotop, das insbesondere von Larven der Salzseefliege (*Ephydra* sp.) besiedelt wird. Am Südostufer ragt ein derartiges Gebilde bis 1,5 m über die Wasseroberfläche und bildet eine 20 x 30 m große Insel mit zahlreichen Süßwasserquellen (Wasserprobe Q 3402 in Kap. 9.3). Der subaerisch exponierte Bereich ist verwittert und weist eine 40 cm mächtige schluffige Sedimentbedeckung mit den Merkmalen einer initialen Bodenbildung auf. Daraus kann gefolgert werden, daß die Kalktuffe schon seit langer Zeit landfest gewesen sein müssen.

Da die rezent gebildeten Kalktuffe von grünen Biofilmen überzogen sind (Foto 7 auf Tafel 8, Kap. 9.1), ist ein Zusammenhang zwischen der Carbonatgenese und biologischer Aktivität zu vermuten. Zur mikroskopischen

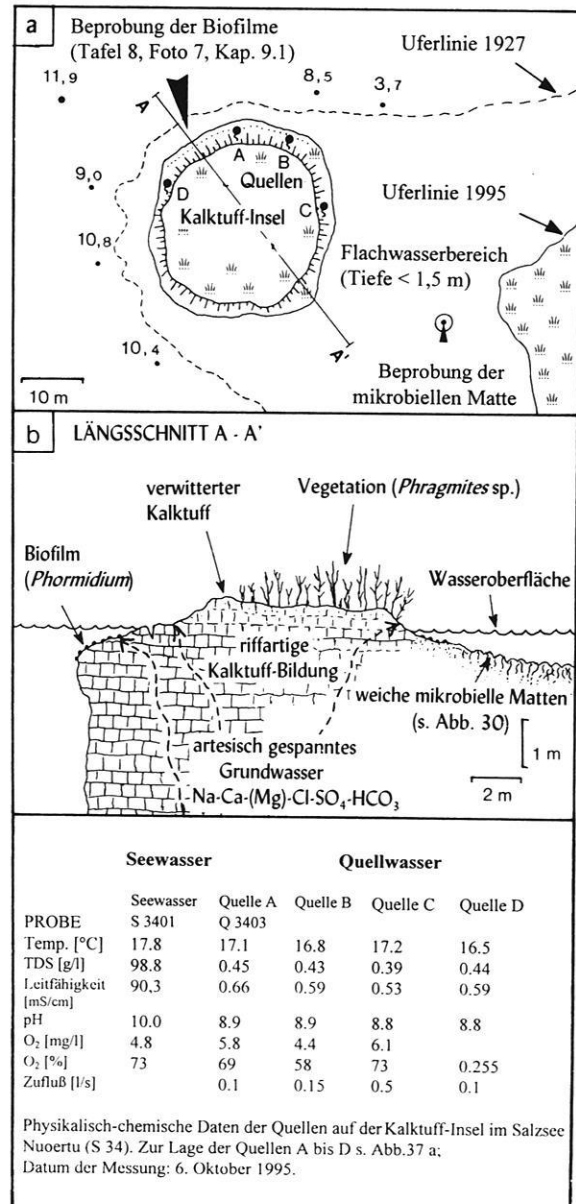


Abb. 37: Kalktuff-Bildungen (Mikrobialithe) und Position der beprobten Biofilme im See Nuortu (S 34; a = Lageskizze; b = Längsschnitt A - A'). In der Tabelle sind die vor Ort gemessenen physikalisch-chemischen Parameter angegeben. Die Position der Kalktuff-Insel ist in Abb. 12 (Kap. 3.2) eingetragen.

Untersuchung des Übergangs vom Biofilm zum Kalktuff wurden Kalktuffproben mit anheftendem Biofilm von der Insel Nuortu untersucht (Foto 7 auf Tafel 8, Kap. 9.1). Der Biofilm besteht aus filamentösen Cyanobakterien, deren Zusammensetzung bereits in Kap. 3.5.3 erläutert

wurde. Der Polysaccharidschleim und die hydrolysierte Substanz der zersetzten Cyanobakterien bilden ein mucöses Gerüst. Aragonitkristalle bis 20 µm Größe sind mit lockerer Verteilung orientiert innerhalb dieser Matrix gesproßt. Die Bildung mikrokristalliner Laminen im Übergangsbereich vom schrumpfenden organischen Schleim des Biofilms zum schleimfreien, wassergefüllten Hohlraum ist auf Foto 4 (Tafel 9, Kap. 9.1) gut zu erkennen. Die primären Präzipitate der Aragonitkristalle bilden an der Grenzfläche eine dichte Lage. Die orientierte „anorganische“ Präzipitation von nadelförmigen bis sphäroidalem Aragonit ist beschränkt auf die schleimfreien Oberflächen in den wassergefüllten Hohlräumen. Die orientierte Anordnung der Mikrokristalle gibt die Struktur der Polysaccharid-Matrix wieder. Die Oberflächen zu den Zwischenräumen sind dagegen geschlossen von dünnen Mikritlagen überzogen, auf denen sekundär sphäroide Carbonataggregate aufgewachsen sind (Fotos 1 und 2 auf Tafel 9, Kap. 9.1). Blasenartige Hohlräume der organischen Schleimmatrix wurden ebenso ausgekleidet. Es resultiert ein poröses Carbonatgestein mit irregulären Stapeln aus dünnen Lamellen mit Zementaufwüchsen und hohlen dünnwandigen Sphären (Foto 5 auf Tafel 9, Kap. 9.1). Unter UV-Anregung zeigt die mit Calcein markierte Probe eine intensive gelbe Fluoreszenz auf einigen Oberflächen sowie im Zentrum der Aragonithemispähren, ebenso im Bereich der Carbonatlamellen. Die Mikrite innerhalb der Polysaccharid-Matrix zeigen dagegen eine Autofluoreszenz im grünen Bereich. Die Fluoreszenz deutet auf eine Calcium-Anreicherung in diesen Bereichen hin und ist somit ein Beleg für die aktuelle Carbonatfällung. Neben den punktuell auftretenden riff- bzw. pfeilerartigen Kalktuffen existieren im Uferbereich auch flächenhafte Kalktuffbildungen, die den Ufersaum auskleiden.

3.6.2.4 Der Schwefelgehalt

Die Gesamt-Schwefelgehalte liegen in einem Schwankungsbereich von 0,16 % bis 19,1 %, wobei große Unterschiede zwischen beiden Gewässergebieten auftreten. Aus den chemischen Analysendaten ergibt sich für das nördliche Gebiet ein arithmetisches Mittel von 2,5 %, im südlichen Gebiet dagegen nur 0,4 %. Die durchgängig höchsten Schwefelgehalte treten in hypersalinen Seen des nördlichen Gewässergebietes auf, die durch massive Ausfällung von Salzmineralien am Seeboden charakterisiert sind. So weisen die Sedimente der Gewässer S 15, S 28 und S 09 extrem hohe Mittelwerte auf (B 15/1 = 9,7 %; B 28/1 = 7,3 %; B 09/1 = 6,4 %). Hier besteht ein deutlicher Zusammenhang zur Ausfällung sulfatreicher Salze. Die Sedimente der übrigen Salzseen liegen im Mittel bei 0,5 bis 0,6 % Gesamtschwefelgehalt. Im südlichen Gewässergebiete betragen die Schwefelgehalte im Mittel 0,4 %, lediglich im hypersalinen Flachsee S 79 treten mit einem Mittel von 0,9 % etwas höhere Werte auf. In beiden Gewässergebieten wiesen die frisch entnommenen Proben einen wahrnehmbaren H₂S-Geruch als Anzeichen einer aktiven Sulfat-Reduktion auf, wobei die Geruchsintensität im nördlichen Gebiet sehr ausgeprägt war. Die vorherrschende grauschwarze bis schwarze Farbe

ist darauf zurückzuführen, daß in den obersten Schichten der silikatischen Schlämme reduzierende Bedingungen herrschen. Durch die Reduktion des Sulfat-Ions, der Bildung von Schwefelwasserstoff und der Reaktion mit Eisenmineralien des Sediments entsteht Eisenmonosulfid, das jedoch nur bei hohen pH-Werten und sehr niedrigem eH stabil bleibt. Nach der Probenahme oxidiert das Eisen-sulfid und es entsteht eine hellgraue bis grauweiße Farbe.

3.6.2.5 Salzmineralien

In hypersalinen Seen mit Salzgehalten > 180 ‰ treten als syndimentäre primäre Salzabscheidungen vor allem Natriumsulfat und Natriumchlorid in den Seen S 09, S 15 und S 28 auf. Die oliv-gelben (MUNSELL Farbe 5 Y 6/6) ungeschichteten Lagen körniger Salze sind bis zu 20 cm mächtig und weisen Einschaltungen von Sandmudden auf. Die übersättigte Lösung am Seeboden hat eine intensive gelbe Farbe und riecht übel nach Schwefelwasserstoff. Die Wasserkörper (insbesondere des Sees Yinderitu S 15) weisen eine chemische Schichtung mit entsprechenden Dichtegradienten auf. Aus dem Chemismus der alkalischen Laugen ergibt sich im Zusammenhang mit der Löslichkeit einzelner Salzmineralien und der Lösungs-gleichgewichte eine Abscheidungsfolge in Abhängigkeit von der Temperatur.

Als bedeutendste Präzipitate der Stoffgruppe des Na-Cl-CO₃-SO₄-Typs treten Salzabscheidungen in Form von Natriumsulfat auf, das in Abhängigkeit von der Temperatur in der Modifikation als Thenardit (Na₂SO₄) oder Mirabilit (Na₂SO₄ x 10 H₂O) auftreten kann. Die Grenze der Stabilitätsbereiche der Salze Mirabilit/Thenardit liegt etwa bei 28°C. Oberhalb dieser Temperatur liegt das Natriumsulfat als Thenardit (Na₂SO₄) vor (TOMKINS 1954; FÜCHTBAUER 1988). Bei gleichzeitiger Natriumchloridsättigung kann Thenardit bereits oberhalb 18°C entstehen (TRÖGER 1967). Dies bedeutet, daß konzentrierte Natriumsulfatlaugen, die während der sommerlichen Erwärmung des Wasserkörpers nahe der Sättigungsgrenze sind, bei Abkühlung im Winter die Löslichkeitsgrenze überschreiten und sich am Seeboden massive Mirabilitausfällungen bilden. Die thermodiagenetische Umwandlung Mirabilit/Thenardit zeigt in den flachen hypersalinen Gewässern eine jahreszeitliche Veränderung, da sich der im Winter gebildete Mirabilit während des Sommers in Thenardit umwandelt. In tieferen hypersalinen Gewässern mit Salzgehalten > 180 ‰, in denen die Temperaturen des Hypolimnions ganzjährig < 18°C liegen, ist jedoch permanent Mirabilit zu erwarten. Die Löslichkeit des Natriumsulfats hängt von der Temperatur des Wasserkörpers ab. So steigt die Löslichkeit von Mirabilit zwischen 10° und 28°C rapide an. Der Bereich der Temperaturstabilität liegt für Mirabilit im Bereich zwischen < 0°C bis 28°C. Thenardit hingegen weist einen Bereich zwischen 13,5°C bis >100°C auf (BRAITSCH 1963).

Als weitere Hauptkomponente tritt Natriumchlorid in Gestalt von Halit (NaCl) in hypersalinen Seen mit max. Wassertiefen zwischen 6 und 8 m und Salzgehalten > 250 ‰ auf. Ferner sind Sylvit (KCl), Burkeit, Nahcolith (NaHCO₃) und Thermonatrit (Na₂CO₃ x H₂O)

als weitere Salzminerale in geringen Mengen vorhanden. In Sedimenten hypersaliner Seen mit Salzgehalten < 150 ‰ tritt ebenfalls Halit auf, jedoch nicht in massiven Lagen, sondern fein verteilt als mm-große Aggregate. In hypersalinen Tümpeln (Foto 8 auf Tafel 8, Kap. 9.1), die in beiden Gewässergebieten vorkommen, wird Halit und Mirabilit (Foto 9 auf Tafel 8, Kap. 9.1) gelegentlich abgebaut und per Kamelkarawanen abtransportiert. Aufgelassene Salinen stellen Relikte einer Salzgewinnung aus der Zeit der Kulturrevolution dar. In den Sedimenten hypo- und subsaliner Gewässer ließ sich Halit nur noch in Spuren nachweisen.

3.6.2.6 Mineralbestand und chemische Zusammensetzung

Zur Bestimmung des Mineralbestandes der Sandmudden wurde je eine Bohrung aus beiden Gewässergebieten der Schwer- und Leichtmineralanalyse unterzogen (Bohrung B 26/1 und B 50/1 mit jeweils 5 Proben). Zusätzlich wurden aus der unmittelbaren Umgebung der Gewässer Sandproben vom Dünenkamm und Dünenhang in die Untersuchung einbezogen, so daß insgesamt 12 Proben

ausgewertet wurden. An den Dünenhängen treten als lokale Besonderheit kleinräumige Wechsel von den typischen gelblich-rötlichen Sanden zu schwarzen Sanden auf. Diese schwarzen Sande wurden gesondert beprobt.

Der Leichtmineralbestand aller untersuchten Proben wird von Feldspat (insbesondere Plagioklas) und Quarz dominiert. Untergeordnet treten detritische Komponenten magmatischer Ganggesteine, insbesondere von Pegmatiten, sowie detritische Carbonatpartikel auf.

Der Schwermineralgehalt der Sandmudden liegt im Bereich von 0,75 % bis 2,5 %. Hornblende ist das vorherrschende Schwermineral, gefolgt von Ilmenit und Epidot. Untergeordnet tritt auch Granat auf. Da die Schwermineralverteilung der Bohrkerne B 26/1 und B 50/1 keine vertikale Differenzierung aufwies, sind in Abb. 38 die gemittelten Werte beider Bohrungen angegeben.

Bei den Dünenhängen liegen die Schwermineralgehalte ebenfalls im Größenbereich von 1 bis 2 %, entsprechend den Verhältnissen der Sandmudden. Der Mineralbestand wird von der Gruppe der opaken Minerale dominiert, insbesondere von ferromagnetischen Mineralen. Als Hauptkomponente tritt Ilmenit auf, gefolgt von Limonit, Hornblende und Epidot. Die „schwarzen Sande“ weisen

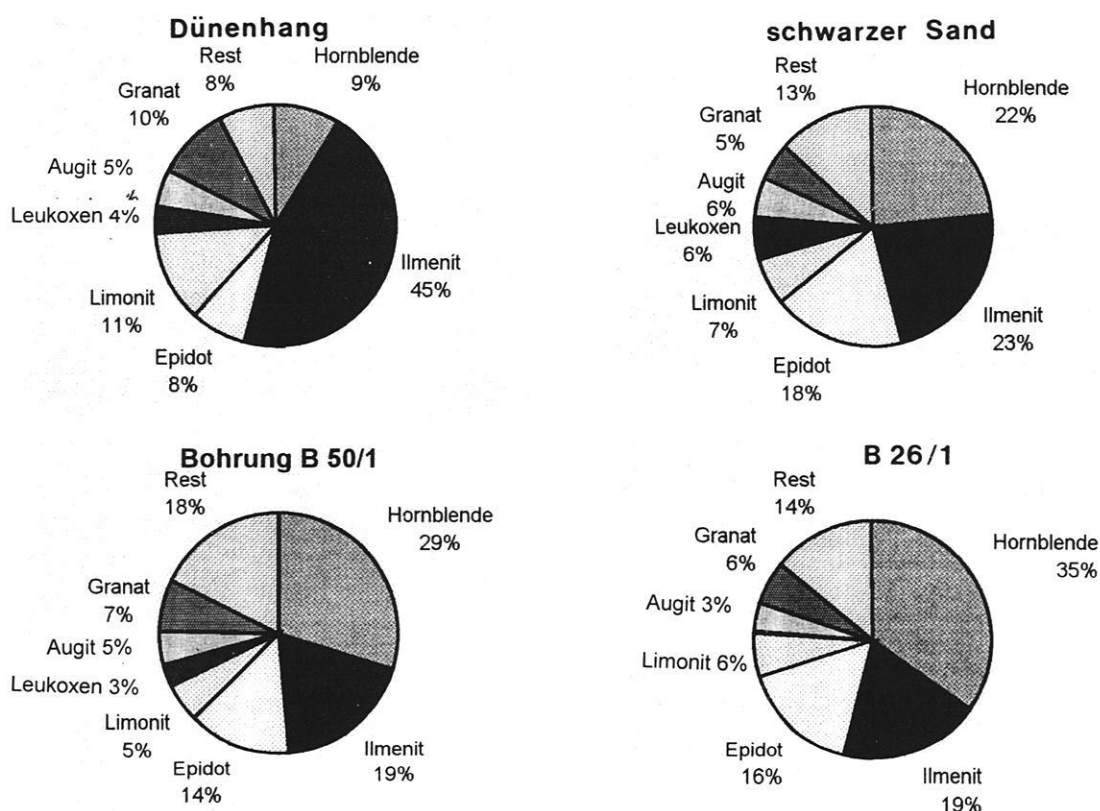


Abb. 38: Ergebnisse der Schwermineralanalysen subhydrischer Sedimente (Bohrungen B 26/1 und B 50/1) sowie von Dünenhängen (Proben vom Hang einer Megadüne und von auffälligen schwarzen Sanden, die als dünne Auflage an der Oberfläche sowie als dunkle Laminae in tieferen Schichten des Dünenkörpers auftreten).

hohe Schwermineralgehalte bis zu 37,5 % auf. Sie bestehen vorwiegend aus Ilmenit, Hornblende und Epidot. Insgesamt setzt sich der Mineralbestand der silikatischen Mudden aus Plagioklas und Quarz bei allgemein geringen Schwermineralgehalten zusammen. Bei den Schwermineralen dominieren opake Minerale mit insgesamt hohen Ilmenitgehalten.

Aus verschiedenen Bohrungen (Bohrkerne B 11/1, B 15/1, B 25/1, B 34/2 und B 70/1) wurden Proben ausgewählt, um mittels der Multielementanalyse (ICP) und der Röntgenfluoreszenzanalyse die chemische Zusammensetzung der subhydrischen Sedimente zu untersuchen (Tab. 21 bis 26 in Kap. 9.2).

Der SiO₂-Gehalt der Sandmudden beträgt 45 bis 77 %, gefolgt von Aluminium- (6 bis 7 %), Eisen- (2 bis 3 %) und Natriumoxid (1 bis 4 %). Dies entspricht den Verhältnissen des Mineralbestands. In Sedimenten mit Salzabscheidungen (B 15/1) ist der Na₂O-Gehalt mit Werten zwischen 34 und 50 % deutlich höher, während die SiO₂- sowie die MgO- und CaO-Gehalte wesentlich niedriger sind. Die TiO₂-Gehalte sind entsprechend den niedrigen Gehalten an Titanomagnetiten von untergeordneter Bedeutung. Anhand der geochemischen Daten in Tab. 21 bis 26 (Kap. 9.2) ist ersichtlich, daß die Schwermetallgehalte der subhydrischen Sedimente in einem Bereich liegen, der humantoxikologisch nicht relevant ist und den geogenen Hintergrund widerspiegelt. Mit Konzentrationen von 13 bis 30 mg/g ist Eisen das mengenmäßig bedeutendste Schwermetall.

Das Mg/Ca-Molverhältnis beträgt in den Sandmudden hypersaliner Gewässer etwa 0,6 bis 0,9 und liegt somit in einem Bereich, der für die Bildung von Niedrig-Mg-Calcit typisch ist (MÜLLER 1972). Die genaue Verteilung der Mg- und Ca-Gehalte sowie der Mg/Ca-Molverhältnisse sei am Beispiel der Bohrungen B 11/1 und B 25/1 in Abb. 39 gezeigt. Im Vergleich zu den relativ hohen Mg/Ca-Molverhältnissen der Wassersäule (2,6 bis max. 12,05) sind die Molverhältnisse in den subhydrischen Sedimenten mit Werten zwischen 0,6 und 0,9 erstaunlich niedrig. Die hydrochemischen Mg/Ca-Molverhältnisse lassen die Bildung von Hoch-Mg-Calcit und Aragonit erwarten. In den Sedimenten konnte jedoch nur Calcit und untergeordnet Niedrig-Mg-Calcit nachgewiesen werden. Daraus kann gefolgert werden, daß aus den Mg/Ca-Molverhältnissen des subhydrischen Sediments nicht die entsprechenden hydrochemischen Bedingungen abgeleitet werden können. Somit ist eine Rekonstruktion der Paläosalinität anhand des Mg/Ca-Molverhältnisses fossiler lakustriner Sedimente mit Skepsis zu betrachten.

3.6.3 Pollenanalysen

Aussagen zum gegenwärtigen Pollenniederschlag, insbesondere zum Fernflug von Gehölzpollen, lassen sich aus den palynologischen Untersuchungen der Bohrkerne B 26/1, B 50/1 und B 81/1 ableiten (Abb. 40).

Die Pollenspektren der Proben sind in beiden Seengebietern sehr ähnlich, wobei die Grundsumme der Proben zwischen 168 und Maximalwerten von 1133

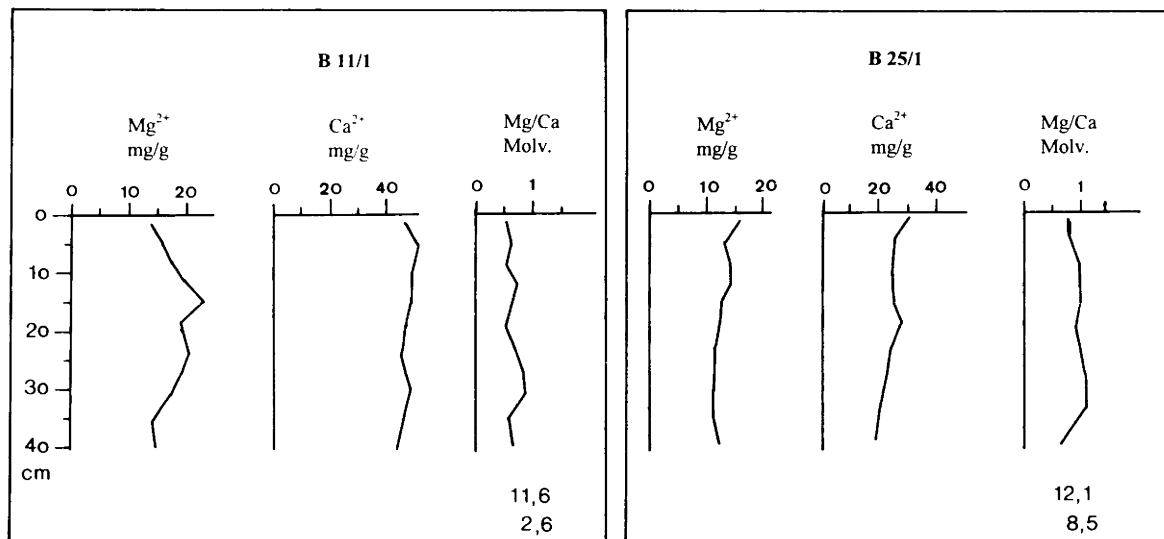


Abb. 39: Magnesium- und Calciumgehalte (mg/g) sowie daraus abgeleitete Mg/Ca-Molverhältnisse subhydrischer Sedimente von Salzseen (Bohrkerne B 11/1 und B 25/1). Zum Vergleich sind die Mg/Ca-Molverhältnisse des Seewassers (bezogen auf Wasserproben aus 1 m Wassertiefe bzw. aus der Schicht dicht über der Gewässersohle) rechts unten angegeben. (Beispiel B 11/1: Wasserprobe S 1101 aus 1 m Wassertiefe hat ein Mg/Ca-Molverhältnis von 11,6, während die Probe S 1104 vom Gewässergrund einen Wert von 2,6 aufweist; zur Analytik der Wasserproben s. Tab. 40 und 41 in Kap. 9.3).

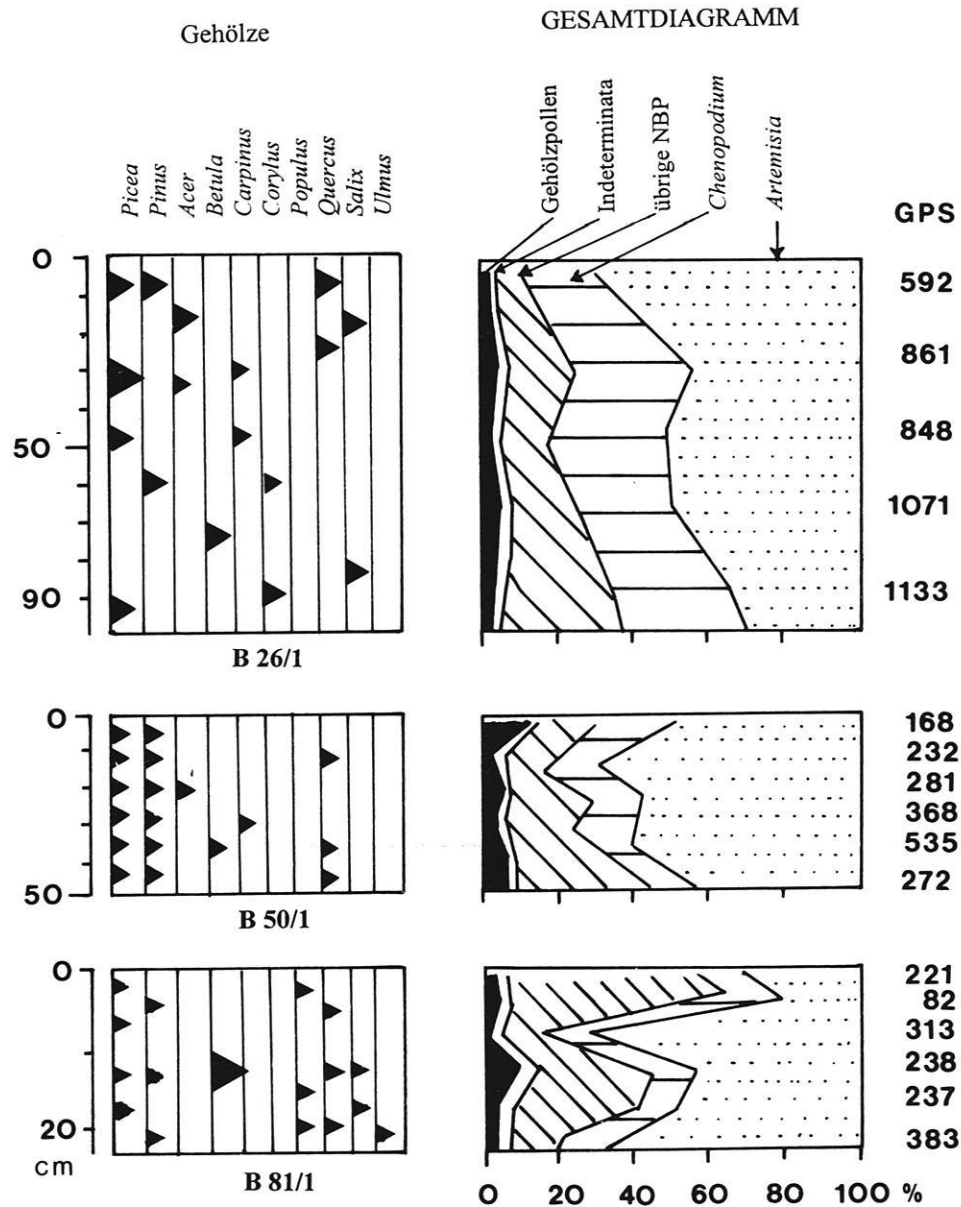


Abb. 40: Ergebnisse der Pollenanalysen rezenter subhydrischer Sedimente (Bohrkerne B 26/1, B 50/1 und B 81/1). Neben dem Gesamtdiagramm (rechts) und der Gesamtpollensumme (GPS) sind die Gehölzpollen (links) gesondert ausgewiesen. Der prozentuale Anteil der jeweiligen Gehölzart ist durch die Größe der Dreieckssignaturen angegeben (großes Dreieck: 5 bis 8%; mittleres Dreieck: 2 bis 5%; kleines Dreieck: < 2%).

schwankt. In allen Proben ist die hohe Pollenproduktion von *Artemisia* mit Werten zwischen 45 bis 65 % dokumentiert, die eindeutig lokal bedingt ist. Auch die *Chenopodiaceae* sind mit Werten zwischen 11 und 21 % eine lokale Komponente. Die Gruppe der Gramineen ist dagegen mit Werten zwischen 2 bis 6 % von untergeordneter Bedeutung. Bemerkenswert ist der Anteil ortsfremder Gehölzpollen, insbesondere von Nadelhölzern wie *Pinus* und *Picea*. Da die nächstgelegenen borealen Koniferenwälder 250 km südsüdwestlich im Lenglongling (HUANG 1987: 478) in 2000 bis 3000 m ü.d.M. in N-

Exposition bzw. 400 km südöstlich im Helan Shan (HOFMANN 1993: 40) in 2100 bis 3100 m ü.d.M. vorkommen, handelt es sich um ein Indiz für den Ferntransport von Gehölzpollen.

Überträgt man die für den See Nuortu ermittelte Sedimentationsrate von 0,5 mm/Jahr (Kap. 3.6.1.3) auf den 97 cm langen Bohrkern B 26/1, so ergibt sich ein Zeitraum von 1900 Jahren. Offensichtlich hat sich in diesem Zeitraum der Pollenniederschlag insgesamt verringert, wobei eine deutliche Zunahme der *Artemisia* Anteile zu verzeichnen ist, während die Anteile der

Chenopodiaceen und der übrigen Nichtbaumpollen abnehmen. Der Anteil der Gehölzpollen ist dagegen annähernd konstant geblieben. Ein Vergleich zum südlichen Gewässergebiet ist nur bedingt möglich, da die Bohrkerne B 50/1 und B 81/1 einen wesentlich kürzeren Zeitraum dokumentieren.

3.7 Zusammenfassung

Die in diesem Kapitel vorgestellten hydrochemischen, limnologischen, faunistischen, floristischen und sedimentologischen Merkmale der Gewässer gestatten eine geoökologische Zustandsbeschreibung, die als Datengrundlage für aktualistische Vergleiche mit den Sedimenten spätquartärer Gewässer dient. Unter dem gegenwärtigen ariden Klima existieren im Arbeitsgebiet Gewässer verschiedenster limnologischer Seetypen:

Neben polymiktischen Flachseen sind monomiktische Gewässer und - als lokale Besonderheit - meromiktische Seen mit ausgeprägter Chemokline vorhanden. In Gewässern mit Wassertiefen > 6 m bilden sich im Sommerhalbjahr stabile thermische Schichtungen, während im Herbst eine Phase der Vollzirkulation erfolgt. Die Existenz von zwei Gewässergebieten, die in einer Entfernung von nur 10 bis 15 km vom rein hypersalinen Milieu der Salzseen (nördliches Gebiet) bis zu einem räumlichen Nebeneinander von Süßwasser-, Brackwasser- und Salzseen (südliches Gebiet) reicht, zeigt deutlich, daß die Gewässerentwicklung gegenwärtig nicht primär vom Klima, sondern entscheidend von den hydro(geo)logischen Gegebenheiten gesteuert wird.

Im Vergleich der Ionenbilanzen sind die Gewässer in hydrochemischer Hinsicht relativ einheitlich. Natrium und Chlorid sind die dominierenden Kationen und Anionen in allen untersuchten Wässern. Die wichtigsten Wasserinhaltsstoffe des Grund- und Quellwassers im nördlichen Gewässergebiet stimmen mit den Verhältnissen in den untersuchten Regenwasserproben überein. Daraus ist eine Zufuhr der Inhaltsstoffe durch atmosphärische Wässer abzuleiten. Die Herkunft der auffällig hohen Nitratanteile im Quellwasser bleibt bislang ungeklärt.

Im südlichen Gewässergebiet werden die hydrochemischen Verhältnisse durch geogene Einflüsse überlagert, die zum einen aus gelösten Komponenten dort anstehender magmatischer Gesteine und zum anderen aus der Matrix der Fanglomerate stammen. Der geogene Einfluß wird besonders durch die räumlich eng begrenzte Salinar-anomalie deutlich. In der hyposalinen Gewässer mit extrem hohen Härtegraden bzw. hohen Magnesiumgehalten neben subsalinen Gewässern niedrigerer Härtegrade existieren. Die relativ artenarme Fauna und Flora setzt sich überwiegend aus kosmopolitischen Arten zusammen, die hinsichtlich der Schwankungen des Salzgehalts Toleranzen bis in den hyposalinen Bereich aufweisen. Ein Nachweis lokal endemischer Arten konnte bisher nicht erbracht werden. Allgemein ist festzustellen, daß mit ansteigendem Salzgehalt die Artenzahl abnimmt, während die Abundanz

einzelner, auf hohe Salzgehalte spezialisierter Arten deutlich zunimmt. Hinsichtlich der Salztoleranz und der Artenzusammensetzung der submersen Pflanzen zeigt sich ein deutlicher Zusammenhang: während Charophyten die wichtigsten Primärproduzenten im sub- und hyposalinen Milieu sind, fehlen sie in hypersalinen Gewässern völlig. Hier dominieren mikrobielle Matten und Biofilme aus Cyanobakterien, wobei letztere als Ort der aktuellen Carbonatfällung zum Wachstum massiver Gesteinskörper aus aragonitischem Kalktuff (Mikrobialithe) beitragen. Im Extremfall existieren bei der untersuchten Fauna hypersaliner Gewässer monospezifische Populationen, die entsprechend ihrer Wachstumsrhythmik als Massenpopulationen auftreten können (*Artemia* sp.).

Die subhydrischen Sedimente können unter sedimentologischen Aspekten in drei Typen unterschieden werden, deren Vorkommen im wesentlichen durch den Salzgehalt und die Mächtigkeit des Wasserkörpers bedingt ist.

a) Sandmudde

In sub-, hypo- und mesosalinen sowie in hypersalinen Gewässern mit Salzgehalten < 180 g/l sind dunkelgraue bis schwarze Sandmudden die typischen subhydrischen Sedimente. Sie sind durch Carbonatgehalte von 5 bis 10 % und einen geringen Anteil an organischer Substanz gekennzeichnet, der in der Größenordnung von 1 bis 3 % liegt. Eine Schichtung ist makroskopisch nur in einigen Kernabschnitten durch weiße Lagen erkennbar, die überwiegend aus Calcitablagerungen bestehen. Gut erkennbare Schichtungen treten nur in Sedimenten meromiktischer Flachseen auf. In subsalinen Gewässern ist die Schichtung durch intensive Bioturbation gestört und nicht erkennbar.

b) Massive Salzabscheidungen mit Sandmudde-Lagen

In hypersalinen, meromiktischen Seen mit Salzgehalten > 180 g/l und Gewässertiefen > 5 m kommt es im anoxischen Milieu des Seebodens zur Abscheidung von Natriumchlorid und Natriumsulfat. Das Monimolimnion weist hohe Gehalte von Schwefelwasserstoff auf. Eine Störung des Gefüges ist bei den Bohrkernen in Gestalt von Haloturbationen zu erkennen. Einzelne Salzlagen sind bis zu 20 cm mächtig, wobei Einschaltungen muddehaltiger Sande auftreten.

c) Kalktuff

Kalktuffbildungen treten nur in hypersalinen Seen des nördlichen Gewässergebietes auf. In ihrem Gefüge ähneln sie den Sichelzellen-Kalksteinen. Morphologisch sind zwei Haupttypen zu unterscheiden: pfeiler- bis zinnenartige Auftragungen von Kalktuffen reichen vom Seeboden bis dicht über bzw. unter die Wasseroberfläche. Gemessen vom Seeboden erreichen sie im See Nuoertu Höhen bis zu 9 m. Als weiterer Typ treten im Eulitoral bis in Wassertiefen um 3 m flächenhafte Kalktuffbildungen auf, die das Seeufer auskleiden.

4. Faziesanalysen spätquartärer Sedimente im Randbereich der Gewässer

4.1 Vorbemerkungen zur methodischen Vorgehensweise

Die in diesem Kapitel vorgestellten Geländebefunde beruhen auf Profilbeschreibungen von Aufschlüssen, die als Säulenprofile in der Vertikalen die Schichtmächtigkeit und in der Horizontalen die vorherrschende Korngröße ausweisen. In diesem Sinne richtet sich die graphische Umsetzung nach dem in der Sedimentologie gängigen Verfahren von Graphic Logs, wobei in der Sedimentsäule die wichtigsten textuellen Merkmale der Sedimente schematisch dargestellt werden. Als weitere Merkmale wurden Angaben zur Lithologie, Sedimentstruktur sowie Schichtgrenzen eingetragen, um eine komprimierte Darstellung der Geländedaten zu ermöglichen (TUCKER 1996). Die Signaturen werden in der Generallegende zu allen Profildarstellungen in Abb. 43 erläutert. Jedes Säulenprofil wurde in Schichten untergliedert, deren Numerierung sich auf die Profilbeschreibungen in den folgenden Kapiteln bezieht. Die Angaben zur Geländeoberkante (GOK = Top bzw. Hangendes des jeweiligen Profils) beruhen entweder auf höhenmäßig eingemessenen Nivellements (N) oder auf barometrischen Messungen mittels Höhenmesser (H) und beziehen sich auf den Seespiegel des nächstgelegenen Gewässers. Die im Gelände ermittelten Kenngrößen zum Verfestigungsgrad (Vf), dem Carbonatgehalt und ggf. der Bodenfeuchte wurden nach den Tabellen der Bodenkundlichen Kartieranleitung (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 1994) aufgenommen und zeichnerisch als Vertikalprofile dargestellt. Nähere Angaben sind dem Kap. 7.2.3 zu entnehmen.

Die Profilbeschreibung umfaßt neben Sedimentstrukturen und der Bodenfarbe (MUNSELL SOIL COLOR CHARTS) auch Angaben zu Spurenfossilien, Bioturbation und weiteren ökologisch bedeutsamen Merkmalen. Jede Profilsäule wird im Text unter Einbeziehung vorhandener Labordaten und ¹⁴C-Daten (Tab. 27 in Kap. 9.2) beschrieben und interpretiert. Eine chronostratigraphische Zuordnung erfolgt jedoch erst in Kap. 5.2 unter Berücksichtigung des Reservoir-Effektes. Um das Ausmaß des Reservoir-Effektes zu ermitteln, wurde bei einigen Proben sowohl die organische als auch die carbonatische Fraktion datiert. Insgesamt wurden zur Überprüfung und Ergänzung der Geländeaufnahmen 45 Proben laboranalytisch bearbeitet, wobei insgesamt 200 Einzelanalysen durchgeführt wurden. Hierzu zählten die Parameter Kohlenstoff (gesamt und anorganisch), Schwefel (gesamt), Glühverlust sowie röntgendiffraktometrische und chemische Analysen (ICP) an ausgewählten Proben. Eine diatomeenanalytische Bearbeitung der Proben vorzeitlicher Stillwasserablagerungen erwies sich als nicht durchführbar, da die geringen Gehalte keine quantitative Auswertung erlaubten und die Untersuchung vermuteter signifikanter Unterschiede nur bei sehr hohem Zeitaufwand möglich gewesen wäre. Die schlechten Erhaltungsbedingungen der Diatomeen sind

wahrscheinlich auf eine Mobilisierung der Kieselsäure im alkalischen Milieu zurückzuführen. Untersuchungen zum biologischen Inhalt der Sedimente stützen sich auf Mikrofossilien (Mollusken, Ostrakoden) sowie auf Pollenanalysen an ausgewählten Proben.

Für jede Lokalität ist eine Lagebeschreibung erstellt worden, die ggf. in Gestalt schematischer Profile bzw. durch Verweis auf Luftbilder die Aufschlußsituation beschreibt. Die Benennung und Numerierung der Profile richtet sich nach den Vorgaben des Gewässerkatasters, so daß jedes Profil als erste Zahl die Nummer des nächstgelegenen Gewässers erhält (z.B. Profil P 09/1 ist im Randbereich des Gewässers S 09 das Profil Nr. 1). Insgesamt werden aus beiden Gewässergebieten 17 Profile von 7 Lokalitäten vorgestellt. In Kapitel 4.4 werden die beschriebenen Sedimentfolgen zu Fazies-Typen zusammengefaßt und anhand der Befunde Aussagen zum Ablagerungsmilieu entwickelt.

4.2 Befunde aus dem nördlichen Gewässergebiet

4.2.1 Lokalität Cheligeri (S 09)

Lage und Situation

Etwa 2 km SW des Sees Cheligeri (S 09) befindet sich eine Dünenalung, die von weißen Salzkrusten und eingetrockneten Stillwasserablagerungen eingenommen wird (Foto 2 auf Tafel 3, Kap. 9.1). An dem sich östlich anschließenden Dünenfeld aus meterhohen Querdünen ragt - etwa 200 m vom tiefsten Punkt der Dünenalung entfernt - eine bis zu 8 m hohe, ENE-WSW streichende Geländestufe aus dem Sand, die sich auf eine Länge von ca. 800 m verfolgen läßt (Foto 1 auf Tafel 12, Kap. 9.1). Die Geländestufe besteht aus hellgrauen, verfestigten Dünensanden mit sehr variablen Lagerungsverhältnissen, wobei einzelne Schichtpakete senkrecht in die Luft ausstreichen, während andere mit Winkeln zwischen 5° und 28° nach SSE bzw. NE einfallen (Abb. 41). Als weiterer Sedimenttyp treten carbonathaltige Schluffe mit Mächtigkeiten bis zu 70 cm auf (Foto 2 auf Tafel 12, Kap. 9.1). An der Geländestufe wurden in einem Abstand von 50 m zwei Schürfe angelegt und die Profile P 09/1 (Abb. 42) und P 09/2 (Abb. 44) aufgenommen.

4.2.1.1 Profil P 09/1

Beschreibung (Abb. 42)

Geländeoberkante (GOK) +35 m (H) über dem Seespiegel des Cheligeri (S 09)

(Schicht 1) 0-18 cm: Schluff, feinsandig (2.5 Y 7/3, pale yellow); zur Basis zunehmender Mittelsandanteil; gradierte Schichtung, Einfallen 28° ESE; bei 10-17 cm gehäuftes Auftreten lagiger Evaporite (c 2).

(Schicht 2) 18-30 cm: Schluff, feinsandig (2.5 Y 7/2, light gray); evaporitisch verbacken, Schrägschichtung (34° ESE); vereinzelt Auftreten von Geröllen aus verbackenem Sand (Gerölle bis zu 3 cm lang und 1,5 cm breit).

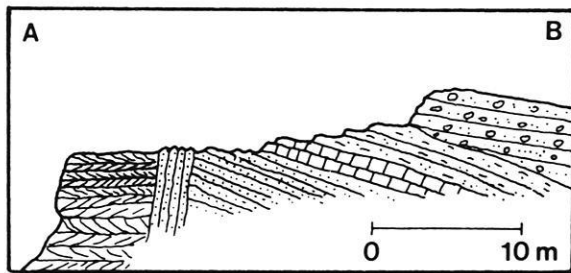
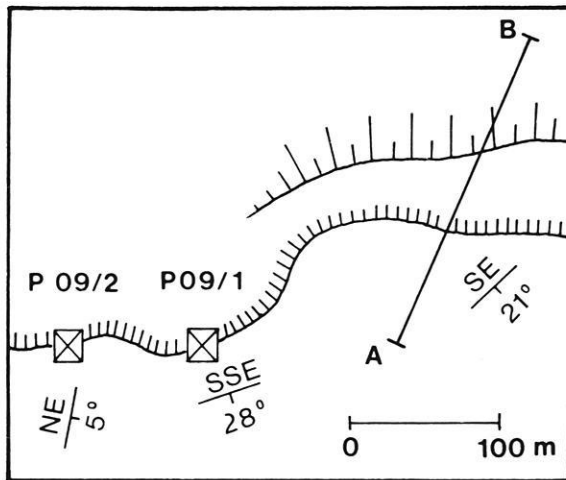


Abb. 41: Geländestufe 2 km SW des Sees Cheligeri (S 09) und Lage der Profile P 09/1 und P 09/2 in der Aufsicht (oben) und im Profil (unten). Die Lagerungsverhältnisse sind durch verstellte, z.T. steil aufgerichtete Schichten gekennzeichnet.

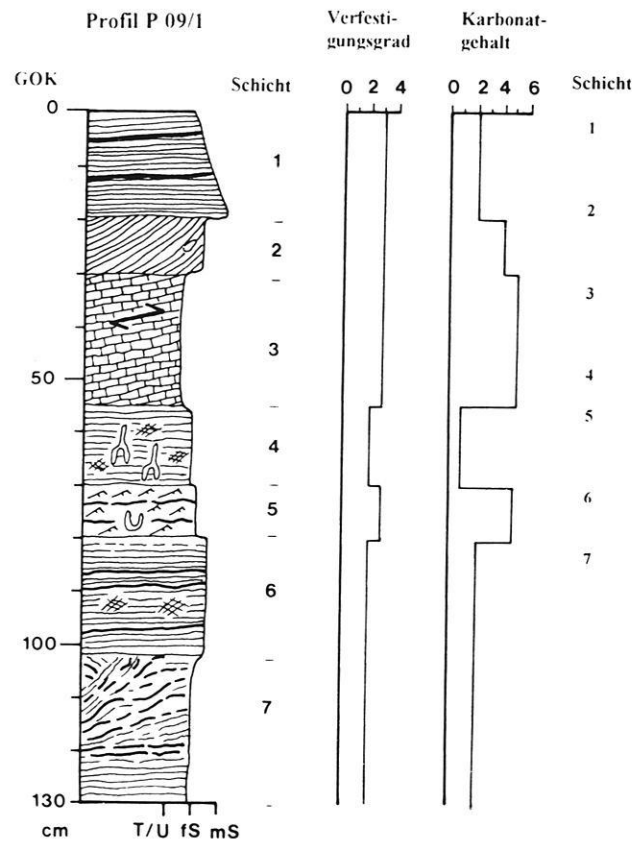


Abb. 42: Das Profil P 09/1.

Schichten schollenartig gebrochen und gegeneinander verstellt, z.T. chaotische Lagerung; zur Basis parallele Schichtung (Einfallen 31° ENE).

- (Schicht 3) 30-55 cm: Schluff, sehr schwach feinsandig (2.5 Y 6/3, light yellowish brown) mit Lagen aus mittelsandigem Feinsand; Schrägschichtung (32° ESE) Einschaltungen von Evaporitlagen (c 5) bis 5 mm mächtig; deutlich ausgeprägte Harnischflächen entlang der Schichtflächen, Harnische deutlich gestriemt.
- (Schicht 4) 55-70 cm: Feinsand, schluffig; homogen, rostfleckig (2.5 Y 7/4, pale yellow) mit Pflanzenspuren.
- (Schicht 5) 70-79 cm: Feinsand, schluffig, schwach mittelsandig (2.5 Y 8/3, pale yellow); wellige Lagerungsverhältnisse mit Merkmalen von Rippelschichtung; mit Einschaltungen von evaporitischen Lagen bis zu 1 cm mächtig und Mittelsanden.
- (Schicht 6) 79-103 cm: Mittelsand, feinsandig (10 YR 7/4, very pale brown); Einschaltungen evaporitischer Lagen bis zu 1 cm mächtig, vereinzelt rostfleckig.
- (Schicht 7) 103-130 cm: Feinsand, mittelsandig (2.5 Y 6/3, light yellowish brown) mit vielen hellen evaporitischen Lagen (Farbe: 2.5 Y 8/2); stark gestörtes Gefüge,

Die Schichtenfolge dieses Profils umfaßt sieben Schichten mit einem prägnanten lithofaziellen Wechsel in der 3. Schicht (Abb. 42). Im Hangenden treten feinsandige Schluffe mit gradiertem Schichtung und Schrägschichtung auf, wobei bis zu 3 cm lange Gerölle aus verbackenem Sand vorkommen. Das Gefüge wird durch mm-dünne evaporitische Lagen stabilisiert. Mit ausgeprägter Diskordanz folgen in der 3. Schicht 25 cm mächtige feingeschichtete carbonathaltige Schluffe, die vereinzelt Lagen aus Feinsand enthalten. Die Laboranalysen der Schicht 3 ergaben Carbonatgehalte in der Größenordnung von 13,8 bis 19,7 % bei allgemein niedrigen Werten des org. Kohlenstoffs (0,3 bis 0,5 % org. C) und des Gesamtschwefelgehalts (0,003 % S ges.). Eine Durchmusterung ergab keine Hinweise auf erhaltene Fossilien. Bemerkenswert ist die Existenz von Harnischen und Gleitstriemen entlang der Schichtflächen. Darunter folgen in der 4. Schicht rostfleckige, carbonatarme schluffige Feinsande mit Pflanzenspuren, die in der 5. Schicht deutliche Merkmale von Rippelschichtung aufweisen. Die ursprünglich feingeschichteten Sande der 7. Schicht weisen ein stark gestörtes Gefüge auf.

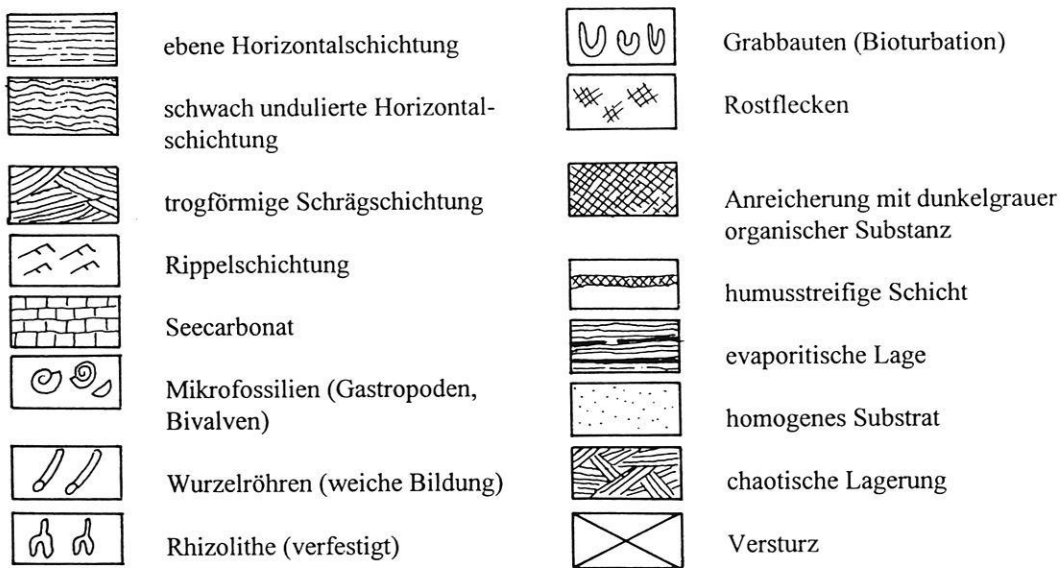


Abb. 43: Legende zu allen Profilen.

4.2.1.2 Profil P 09/2

Beschreibung (Abb. 44)

Geländeoberkante (GOK) +35 m (H) über dem Seespiegel des Cheligeri (S 09)

(Schicht 1) 0-65 cm: Schluff (2.5 Y 8/1, white); blättrig-plattige Aggregate; Entnahme einer Probe für die Doppeldatierung Hv 22001 (28350 ± 490 J.v.h.) bzw. Hv 22002 (33230 ± 4920 J.v.h.).

(Schicht 2) 65-99 cm: Feinsand, schluffig, schwach mittelsandig (2.5 Y 6/3, light yellowish brown); plattige Aggregate; mehrere cm-mächtige evaporitische Lagen (Carbonatgehalt c 2 bis c 3), Neigung der Schichtflächen 10° nach ESE.

(Schicht 3) 99-150 cm: Mittelsand, feinsandig (2.5 Y 7/4, pale yellow), regellos verteilte Rostflecken (2.5 Y 6/8, olive yellow).

Im Gegensatz zum Profil P 09/1 liegen hier keine auffälligen Anzeichen von gestörten Lagerungsverhältnissen vor (Abb. 44). Es ist jedoch nicht auszuschließen, daß das aufgenommene Sediment als Ganzes horizontal verschoben wurde. Harnische und Gleitstriemen konnten nicht festgestellt werden. Die Schicht 1 entspricht den carbonathaltigen Schluffen, wie sie auch im Profil P 09/1 (Schicht 3) vorliegen. Der Carbonatgehalt liegt in der Größenordnung von 12,8 %, während der Anteil des organischen Kohlenstoffs nur 0,3 % und der des Gesamtschwefelgehalts nur 0,06 % beträgt. Die Altersbestimmung einer aus der 1. Schicht entnommenen Probe ergab ein ¹⁴C-Alter der organischen Fraktion von 33230 ± 4920 J.v.h. (Probe Hv 22002 in Tab. 27 in Kap. 9.1). Zur Abschätzung des Reservoir-Effekts wurde auch die carbonatische Fraktion datiert, wobei ein ¹⁴C-Alter von 28350 ± 490 J.v.h. (Probe Hv 22001 in Tab. 27, Kap. 9.2) bestimmt wurde. Eine

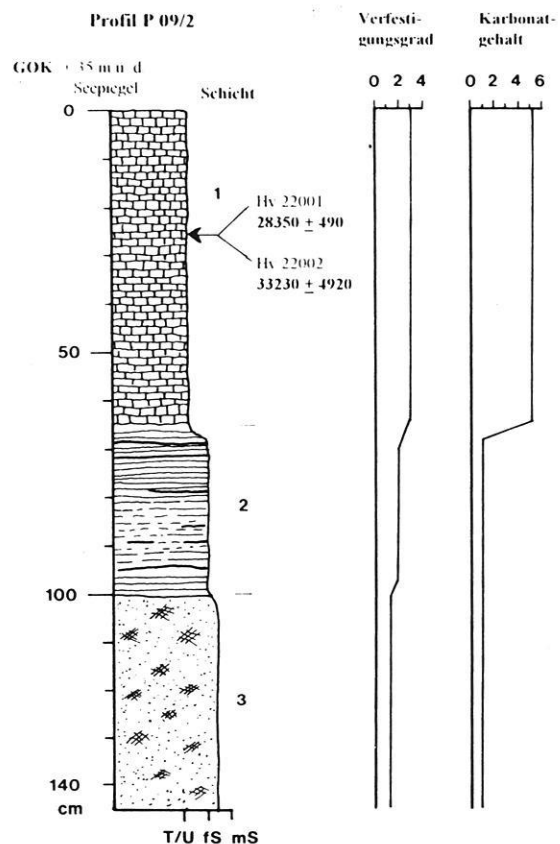


Abb. 44: Das Profil P 09/2.

Durchmusterung unter dem Binokular ergab, daß zwar zahlreiche carbonatische Aggregate, jedoch keine Schalenreste von Mikrofossilien vorhanden sind. Möglicherweise haben sich die carbonatischen Aggregate um kalkschalige Fossilien oder Fossilbruchstücke ausgebildet, die als Kristallisationskeime fungierten. Zur Klärung dieser Hypothese ist eine Vorbehandlung des Probenmaterials mit konzentrierter Essigsäure nötig. Dabei soll das instabilere Carbonat der Matrix zeitlich vor dem stabileren Carbonat der Mikrofossilien gelöst werden. Bei den dünn-schaligen Ostrakoden kann die beschriebene Behandlung jedoch zur Auflösung der Schalen führen, so daß auf die aufwendige Methode verzichtet wurde.

Zur Basis nimmt der Sandanteil zu und das Gefüge wird homogen. Eine röntgendiffraktometrische Untersuchung der evaporitischen Lagen aus der 2. Schicht ergab ein Vorherrschen von Dolomit, untergeordnet tritt auch Calcit auf.

4.2.1.3 Interpretation

Die Schichtenfolge des Profils P 09/1 zeigt im Liegenden sandige, vermutlich äolische Ablagerungen. Die Rostflecken in Schicht 6 sind Anzeichen für Oxidationsprozesse. Daraus können höhere Bodenfeuchteverhältnisse abgeleitet werden, da diese Schicht vom Schwankungsbereich des Grundwassers beeinflusst wurde. Die Rippelschichtung in Schicht 5 sowie die Pflanzenspuren weisen auf eine ufernahe Position eines Gewässers hin. Die zum Hangenden anschließende 3. Schicht ist aufgrund der feinen Schichtung carbonathaltiger Schluffe als Stillwasserablagerung zu deuten, die in Schicht 2 diskordant von schräggeschichteten Sanden überlagert wird. Die in der 2. Schicht enthaltenen Sande und Sandgerölle sind auf wellenbedingte Transportvorgänge im litoralen Bereich zurückzuführen. Diese Uferfazies wird im Hangenden von äolischen Sanden überlagert (Schicht 1).

Das Gefüge vor allem der basalen Sequenz (Schicht 7) und der carbonathaltigen Schluffe (Schicht 3) wurde erheblich von postsedimentärer Tektonik überprägt. Diese Überprägung ist durch die Ausbildung von Harnischen in der 3. Schicht und durch die schollenartig gebrochenen und gegeneinander verstellten Schichten im Liegenden (Schicht 7) dokumentiert. Da die dazwischen liegenden Schichten 4 bis 6 nicht verstellt sind, kann daraus eine mehrphasige tektonische Aktivität abgeleitet werden.

Die Sedimentsequenz des Profils P 09/2 besteht aus 70 cm mächtigen carbonathaltigen Schluffen ohne Makro- und Mikrofossilienreste, die wegen fehlender Pflanzenspuren und Rippelschichtung auf eine uferferne Position schliessen läßt. Im Vergleich zum Profil P 09/1 ist die Mächtigkeit der carbonathaltigen Schluffe größer. Das Fehlen von Fossilresten hängt möglicherweise mit den schlechten Erhaltungsbedingungen von hauptsächlich aus Calcit bestehenden Schalen zusammen. Es ist zu vermuten, daß sich der Calcit der ursprünglich vorhandenen Ostrakoden- und Gastropodenschalen gelöst bzw. umgelagert hat. Zum Liegenden nimmt der Sandanteil zu und das Gefüge wird homogen. Die 3. Schicht ist als äolische Ablagerung zu deuten. Auch hier sind die Rostflecken (Schicht 3) als Relikte eines vorzeitlichen Grund-

wasserschwankungsbereiches zu deuten, bevor die Seephase einsetzte. Nach der röntgendiffraktometrischen Untersuchung der evaporitischen Lagen (Schicht 2) dominiert Dolomit gegenüber Calcit. In Verbindung mit erhöhten Mg/Ca-Molverhältnissen kann auf eine erhöhte Ionenkonzentrationen sowie eine instabile Seephase mit schwankendem Seespiegel geschlossen werden.

4.2.2 Lokalität Huhejaran (S 11)

Lage und Situation

Südlich des Sees Huhejaran streicht in einer Entfernung von ca. 300 m zum Seeufer eine gratförmige Erhebung aus verfestigten Sanden von NE nach SW und taucht in einer relativen Höhe von ca. 50 m unter die aktiven Dünen ab. Die verfestigten Sande sind schräg geschichtet und der Porenraum ist durch silikatische Zemente ausgefüllt, so daß eine sandsteinähnliche Konsistenz gegeben ist (ähnlich der Situation in Foto 5 auf Tafel 12, Kap. 9.1). In einer Höhe von 45 m über dem Seespiegel ist der sandsteinähnliche Komplex von einer Trennfläche durchschert und die Schichten um einen Betrag von 5 m horizontal gegeneinander versetzt. In einer relativen Höhe zum Seespiegel des Huhejaran von 10 m, 23 m und 40 m wurden dort die Profile P 11/2, P 11/3 und P 11/4 aufgenommen (Abb. 45). Zusätzlich wurde das Profil P 11/1 nahe des Seeufers in einer Höhe von 3,7 m über dem Seespiegel dokumentiert. Die Lage der Profile zeigt Foto 1 auf Tafel 3 in Kap. 9.1.

4.2.2.1 Profil P 11/1

Beschreibung (Abb. 45)

Geländeoberkante (GOK) +3,7 m (N) über dem Seespiegel des Sees Huhejaran (S 11)

- (Schicht 1) 0-13 cm: Feinsand mit wechselnden Schluffanteilen (10 YR 7/4, very pale brown); homogenes Substrat mit einigen Gehäusen von planspiralen Schnecken (*Gyraulus* sp.); die Schneckengehäuse sind auf der Oberfläche in großer Zahl angereichert; Einfallen des Sedimentpakets 5° nach NE.
- (Schicht 2) 13-24 cm: Schluff, feinsandig (10 YR 7/4, very pale brown); mit rötlichen (10 YR 6/8, brownish yellow) und grauen (10 YR 7/2, light gray) Flecken; homogenes Substrat.
- (Schicht 3) 24-32 cm; Feinsand, schluffig, schwach mittelsandig (2.5 Y 6/4, light yellowish brown); homogenes Substrat.
- (Schicht 4) 32-65 cm: Feinsand, mittelsandig; zur Basis mit zunehmenden Mittelsandanteil (10 YR 7/2, light gray); schwach rostfleckig (YR 6/8, brownish yellow); homogenes Substrat.

Die Schichtenfolge zeigt eine Unten-grob-Sequenz, wobei die maximale Korngröße von mittelsandigen Feinsanden im Liegenden zu feinsandigem Schluff im Hangenden abnimmt. Lediglich in der 1. Schicht treten wechselnde Schluff- und Feinsandanteile auf. Nennenswerte Carbonatgehalte sind auf die 1. und 2. Schicht beschränkt. Bemerkenswert ist das Auftreten von Gastropodenschalen in der 1. Schicht. Auf der Oberfläche sind die durch

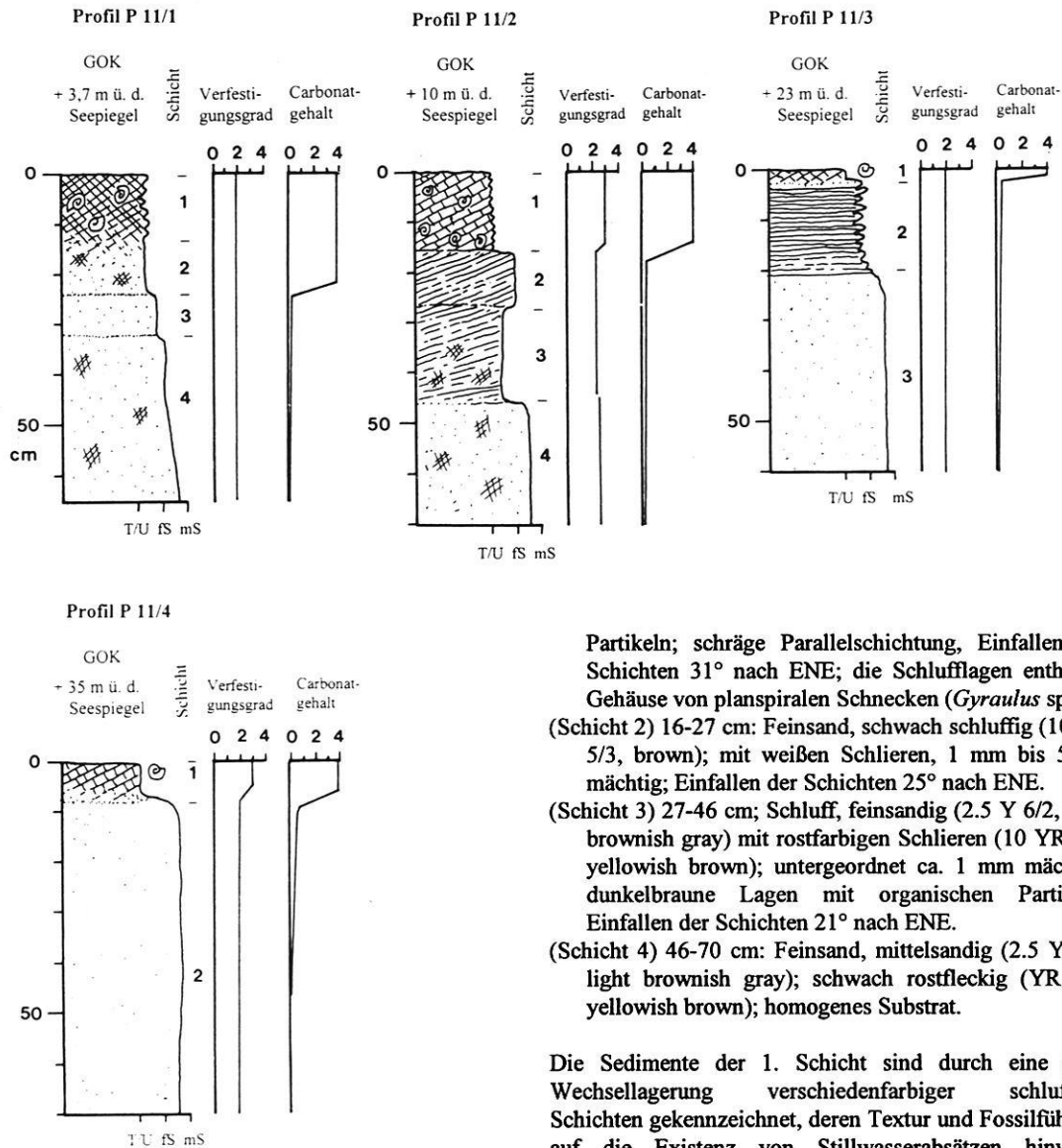


Abb. 45: Die Profile P 11/1 bis P 11/4.

Deflation ausgewehten, 2 bis 4 mm großen Schalen in großer Zahl angereichert. Die Gehalte an organischer Substanz betragen bei der 1. Schicht 0,7 % und nehmen zur Basis hin ab. Merkmale bioturbater Störungen sind auf die Schicht 1 im Hangenden beschränkt.

4.2.2.2 Profil P 11/2

Beschreibung (Abb. 45)

Geländeoberkante (GOK) +10 m (H) über dem Seespiegel des Huhejaran (S 11)

(Schicht 1) 0-16 cm: Wechselfolge von 2-3 mm mächtigen hellgrauen (10 YR 7/2, light gray) und braunen Schlufflagen (10 YR 4/3, brown) mit organischen

Partikeln; schräge Parallelschichtung, Einfallen der Schichten 31° nach ENE; die Schlufflagen enthalten Gehäuse von planspiralen Schnecken (*Gyraulus* sp.).

(Schicht 2) 16-27 cm: Feinsand, schwach schluffig (10 YR 5/3, brown); mit weißen Schlieren, 1 mm bis 5 mm mächtig; Einfallen der Schichten 25° nach ENE.

(Schicht 3) 27-46 cm; Schluff, feinsandig (2.5 Y 6/2, light brownish gray) mit rostfarbigen Schlieren (10 YR 5/8, yellowish brown); untergeordnet ca. 1 mm mächtige dunkelbraune Lagen mit organischen Partikeln; Einfallen der Schichten 21° nach ENE.

(Schicht 4) 46-70 cm: Feinsand, mittelsandig (2.5 Y 6/2, light brownish gray); schwach rostfleckig (YR 5/8, yellowish brown); homogenes Substrat.

Die Sedimente der 1. Schicht sind durch eine feine Wechsellagerung verschiedenfarbiger schluffiger Schichten gekennzeichnet, deren Textur und Fossilführung auf die Existenz von Stillwasserabsätzen hinweist. Auffallend ist die Neigung des Schichtpaketes gegen die Horizontale, die auch die 2. und 3. Schicht betrifft. Zum Liegenden treten größere Korngrößen auf, wobei die Sedimente außer einigen Rostflecken keine textuellen Merkmale aufweisen.

4.2.2.3 Profil P 11/3

Beschreibung (Abb. 45)

Geländeoberkante (GOK) +23 m (H) über dem Seespiegel des Huhejaran (S 11)

(Schicht 1) 0-2 cm: Schluff (5 Y 8/2, pale yellow); bis zu 1 mm mächtige Lagen mit Gehäusen von planspiralen Schnecken (*Gyraulus* sp.); Einfallen der Schichten 26° nach ENE.

(Schicht 2) 2-21 cm: Wechsellagerung aus Mittelsand, feinsandig und Schluff, feinsandig (2.5 Y 6/4, light yellowish brown); parallel geschichtet.

(Schicht 3) 21-60 cm; Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig (2.5 Y 6/4, light yellowish brown); homogenes Substrat

Die 1. Schicht stimmt in den textuellen Merkmalen mit denen der 1. Schicht von Profil P 11/2 überein. Auch hier ist eine Verstellung der Schichten gegeben. Zum Liegenden folgen mittelsandige Dünensedimente ohne besondere textuelle Merkmale.

4.2.2.4 Profil P 11/4

Beschreibung (Abb. 45)

Geländeoberkante (GOK) +40 m (H) über dem Seespiegel des Huhejara (S 11)

(Schicht 1) 0-7 cm: Schluff (5 Y 8/2, white); schräge Parallelschichtung, Einfallen der Schichten 23° nach ENE; die Schlufflagen enthalten Gehäuse von planspiralen Schnecken (*Gyraulus* sp.), Turmschnecken (*Lymnaea* sp.) und vereinzelt Muscheln (*Sphaerium* sp.).

(Schicht 2) 7-70 cm: Mittelsand, feinsandig (2.5 Y 6/4, light yellowish brown), homogenes Substrat.

Nennenswerte Carbonatgehalte sind nur in der Schicht 1 in der Größenordnung von 20 bis 22 % CaCO₃ vorhanden. Der röntgendiffraktometrische Befund zeigt mäßig hohe Aragonitgehalte bei insgesamt geringen Calcitgehalten. Die Gehalte an organischem Kohlenstoff bzw. Gesamtschwefel sind mit 0,02 % C_{org.} bzw. 0,007 % S_{ges.} in der Schicht 1 sehr gering und nehmen ebenso wie die Carbonatgehalte in den tieferen Schichten ab.

4.2.2.5 Interpretation

Unter lithofaziellen Aspekten lassen sich die hellgrauen bzw. weißen carbonathaltigen Schluffe aufgrund der Schichtung und des Fossilinhalts als Erosionsreste von Stillwasserablagerungen deuten (Schicht 1 in den Profilen P 11/2, P 11/3 und P 11/4). Die Schichtmächtigkeit der Stillwasserablagerungen nimmt von P 11/2 bis P 11/4 ab, wobei in P 11/3 nur noch eine dünne Lage von 2 cm erhalten ist. Die Unterkante dieser Sedimente ist scharf ausgeprägt. Dies läßt auf ein relativ schnelles Einsetzen limnischer Sedimentationsbedingungen schließen. Die ursprünglich horizontalen Schichten dieser Stillwasserablagerungen wurden postsedimentär durch tektonische Prozesse verstellt.

Hinsichtlich Farbe, Textur und Fossilführung sind die Sedimente der 1. Schicht in Profil P 11/1 als semilakustrine Sedimente zu deuten. Das schichtungslose Gefüge ist durch einen hohen Grad der Bioturbation bestimmt. Dies steht auch im Zusammenhang mit dem kontinuierlichen Übergang zu den unterlagernden Sedimenten. Das Auftreten von Rostflecken läßt auf hohe Grundwasserstände schließen, die entsprechenden Schwankungen unterworfen waren. Im Vergleich zu den geschichteten, carbonathaltigen Schluffen handelt es sich hier um Ablagerungen, die bei einer zeitweiligen Überstauung des Sedimentes entstehen.

Zum Liegenden folgt bei beiden Sedimenttypen der Über-

gang zu schwach verfestigten, homogenen Fein- und Mittelsanden, die auf ein rein äolisches Ablagerungsmilieu schließen lassen.

4.2.3 Lokalität Maigetü (S 18)

Lage und Situation

Etwa 100 m nördlich des Ufers vom Salzsee Maigetü (S 18 in Beilage 5) entfernt befindet sich etwa 15 m über dem Seespiegel eine 3,0 m hohe Geländestufe aus weissen carbonatischen Sedimenten, die aufgrund ihrer Verfestigung als Härtling aus den lockeren Dünensanden herausragen. Die Oberfläche der weissen Sedimente fällt mit einem Winkel von 3° nach NE ein. Nordöstlich des Aufschlusses ist eine höher gelegene Dünenentalung, die im tiefsten von einer Salzpfanne eingenommen wird.

4.2.3.1 Profil P 18/1

Beschreibung

Geländeoberkante (GOK) +15 m (H) über dem Seespiegel des Sees Maigetü (S 18)

(Schicht 1) 0-300 cm: massiver weißer (2.5 Y 8/1, white), poröser Kalktuff („Mikrobialith“); Entnahme der Probe Hv 20604 (19590 ± 260 J.v.h.).

(Schicht 2) 300-350 cm: carbonathaltige Feinsande (2.5 Y 7/3, pale yellow), homogen.

(Schicht 3) 350-380 cm: Feinsand (2.5 Y 7/4, pale yellow), homogen.

Die porösen Kalktuffe sind intensiv verwittert und sind makroskopisch durch ein regelloses Gefüge gekennzeichnet (Foto 6 auf Tafel 8, Kap. 9.1). Zuweilen zeigt sich eine konzentrische Anordnung von einzelnen Kalktufflagen. Im Dünnschliffbild weisen die fossilen Kalktuffe ein Gefüge aus blasenförmigen Hohlräumen auf, die durch fragile aragonitische Lamellen ausgekleidet sind (Foto 6 auf Tafel 9, Kap. 9.1). Aufgrund der Gefügemerkmale ähnelt das Gestein den Sichelzellen-Kalksteinen (sickle-cell-limestones), wie sie von Kalktuffbildungen aus dem Nördlinger Ries bekannt sind (ARP 1995). Die auffallendsten Gefügebestandteile sind Mikrit, während größere Partikel sowie große Zementpartien und organische Strukturen fehlen. Auf den Mikritlamellen wachsen sphäroide Carbonataggregate auf (Foto 2 auf Tafel 9, Kap. 9.1). Die Unterkante der Schicht ist unregelmäßig gestaltet. Zum Liegenden folgen lockere, homogene Feinsande mit geringen Carbonatgehalten.

4.2.3.2 Interpretation

Die makroskopischen Gefügemerkmale und die Untersuchung von Dünnschliffen zeigt, daß es sich um ein fossiles Analog der rezenten Mikrobialithe handelt, wie sie am See Nuortu untersucht worden sind. Die Datierung des Kalktuffs ergab ein Alter von 19590 ± 260 J.v.h. (Hv 20604). Die zeitliche Einordnung unter Berücksichtigung möglicher Datierungsfehler wird in Kap. 5.4 diskutiert.

Eine vergleichbare Aufschlußsituation wurde von Herrn Prof. Dr. JÄKEL unmittelbar westlich des Arbeitsgebietes bei 39°58'N, 101°48'E aufgenommen. Dort stehen in einer

Dünensenke ca. 5 m über dem gegenwärtigen Seespiegel mind. 60 cm mächtige Kalktuffe an. Die ^{14}C -Daten zweier Proben vom Hangenden (Hv 21513 = 8500 + 70 J.v.h.) und Liegenden (Probe Hv 21512 = 8770 + 70 J.v.h.) der Kalktuffbank, die in einem vertikalen Abstand von 60 cm entnommen wurden, lassen eine Abschätzung der Wachstumsrate dieser Carbonatbildungen zu. Demnach kann für die Bildung einer 60 cm mächtigen Kalktuffbank ein Zeitraum von 270 ± 100 Jahren errechnet werden, wobei konstante Bildungsbedingungen vorausgesetzt werden. Daraus läßt sich eine Zuwachsrate von ca. 2 mm/a ableiten.

4.2.4 Lokalität Zhalate (S 25)

Lage und Situation

Etwa 70 m östlich des Ufers vom Salzsee Zhalate (S 25) sind durch Deflation verschiedene Sedimentfolgen freigelegt, wobei farblich sich dunkelgraue homogene Sedimente von anderen helleren Sedimenten abheben. Zur Dokumentation der Schichten wurden zwei Profile gegraben, um die laterale Abfolge der Sedimente aufzunehmen. Die relative Höhenlage zum Seespiegel 8,3 m (Profil P 25/1) bzw. 9,6 m (Profil P 25/2) Die Profile wurden im Abstand von 3 bis max. 15 m gegraben.

4.2.4.1 Profil P 25/1

Beschreibung (Abb. 46; Foto 2 auf Tafel 13, Kap. 9.1)

Geländeoberkante (GOK) +8,3 m (N) über dem Seespiegel des Sees Zhalate (S 25)

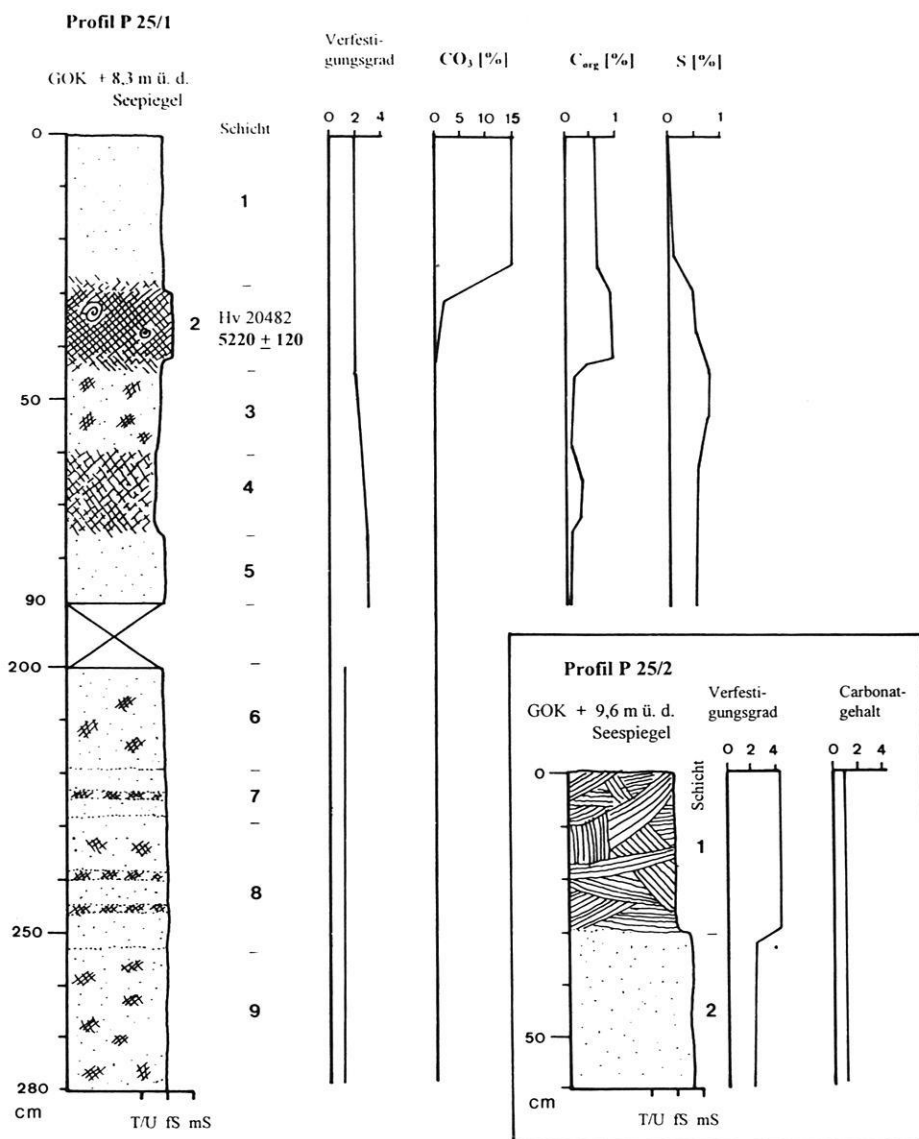


Abb. 46: Die Profile P 25/1 und P 25/2.

- (Schicht 1) 0-29 cm: Feinsand, schluffig (5 Y 4/1, dark gray); homogen; durchwurzelt.
- (Schicht 2) 29-42 cm: Feinsand (5 Y 3/1, very dark gray); vereinzelt mit weißen Flecken (Durchmesser 1 mm); Entnahme der Probe Hv 20482 (5220 ± 120 J.v.h.).
- (Schicht 3) 42-60 cm: Feinsand, schluffig (5 Y 5/4, olive); rostfleckig.
- (Schicht 4) 60-74 cm: Feinsand, schluffig (5 Y 4/2, olive gray); homogen, mit weißen Flecken.
- (Schicht 5) 74-88 cm: Feinsand, schwach schluffig (5 Y 5/4, olive) homogen, mit weißen punktförmigen Flecken.
- Versturz von 88 bis 200 cm
- (Schicht 6) 200-219 cm: Feinsand, schwach schluffig (5 Y 4/3, olive); mit Rostflecken und kleinen weißen Flecken; homogen.
- (Schicht 7) 219-228 cm: Feinsand, schwach schluffig (10 YR 3/6, dark yellowish brown); homogen; rostfleckig; mit dünnen, organikhaltigen Schichten. (Foto 2 auf Tafel 13, Kap. 9.1)
- (Schicht 8) 228-253 cm: Feinsand, schwach schluffig (10 YR 4/1, dark gray); homogen; mit rostfarbigen Bändern.
- (Schicht 9) 253-281 cm: Feinsand, schwach schluffig (2.5 Y 5/2, grayish brown); homogen; rostfleckig.

Die Schichten 1 und 2 heben sich durch höhere Gehalte an organischem Kohlenstoff (0,55 bis 0,65 %) von den Schichten im Liegenden ab, die nur über 0,25 % org. C verfügen. Eine Carbonatanreicherung ist nur auf die Schicht 1 mit Gehalten um 15 % CaCO₃ beschränkt, während die tieferen Schichten carbonatfrei sind. Die Zunahme der Gesamtschwefelgehalte von 0,02 % in den Schichten 1 und 2 bis zu 0,8 % ab Schicht 3 im Liegenden weist auf höhere Sulfatanteile hin. Die Datierung der organischen Fraktion einer Probe aus der 2. Schicht ergab ein ¹⁴C-Alter von 5220 ± 120 Jahren v. h.. Eine Pollenanalyse dieser Schicht zeigte eine sehr geringe Gesamtpollenzahl (41 Pollen), wobei ortsfremde Baumpollen ebenso wie Einflüsse der lokalen Steppenflora vorhanden sind. Das Auftreten von Dinoflagellaten ist als Relikt des Phytoplanktons und somit als Beleg eines Wasserkörpers zu deuten. Weitere paläoökologische Aussagen zur Vegetation können aufgrund der geringen Pollenzahl nicht abgeleitet werden. Das Gefüge ist sehr homogen, wobei die Schichten kontinuierlich ineinander übergehen.

Die Sedimentfolge ist hinsichtlich der Körnung und textueller Merkmale sehr gleichförmig gestaltet. Der Carbonatgehalt liegt im gesamten Profil unterhalb der Nachweisgrenze. Desgleichen ist der Gehalt an organischer Substanz insgesamt niedrig (< 0,5 %). Eine Profildifferenzierung ist durch die rostfarbigen Bänder in der 7. und 8. Schicht als Folge wechselnder Bodenfeuchteverhältnisse gegeben.

4.2.4.2 Profil P 25/2

Beschreibung (Abb. 46)

Geländeoberkante (GOK) +9,6 m (N) über dem Seespiegel des Sees Zhalate (S 25)

- (Schicht 1) 0-30 cm: Feinsand, schwach schluffig (10 YR 7/2, light gray); einzelne Laminen 8-10 mm mächtig; chaotische Lagerung.
- (Schicht 2) 30-90 cm: Feinsand, schwach mittelsandig (2.5 Y 6/4, light yellowish brown); homogen; diffuse Verteilung heller Flecken (10 YR 7/3, very pale brown) aus mittelsandigem Feinsand, schwach carbonathaltig.

Das Profil zeigt bei insgesamt geringen Unterschieden der Korngrößenzusammensetzung eine deutliche Zweiteilung hinsichtlich der Lagerungsverhältnisse und des Verfestigungsgrades der Feinsande. Die ursprüngliche Kreuzschichtung der stark verfestigten 1. Schicht ist sekundär gestört worden (Foto 5 auf Tafel 12, Kap. 9.1) und weist chaotische Lagerungsverhältnisse der einzelnen Schollen auf. Die Unterkante der sandsteinähnlich verfestigten Schicht ist scharf ausgeprägt. Durch korrasive Überprägung sind einzelne Schichten herauspräpariert. Die röntgendiffraktometrische Untersuchung der 1. Schicht ergab, daß die Zemente überwiegend silikatischer Natur sind. Die Carbonatgehalte sind niedrig, wobei als Carbonatmineral hauptsächlich Dolomit nachgewiesen wurde. In textuellen Merkmalen ähnelt die Sandsteinbank den Verhältnissen der Geländestufe am See Cheligeri (Abb. 41). Zum Liegenden nimmt der Verfestigungsgrad ab, es folgen homogene Sande ohne textuelle Merkmale.

4.2.4.3 Interpretation

Im Vergleich der relativ homogenen Profile lassen sich zwei Sedimentationseinheiten ausgliedern, deren Merkmale auf unterschiedliche Sedimentationsmilieus schließen lassen. Die homogenen dunkelgrauen schluffigfeinsandigen Sedimente werden als semilakustrine Bildungen gedeutet. In der 2. Schicht des Profils P 25/1 wurden im Sediment einige Molluskenschalen gefunden, die diese Annahme erhärten. Auch die Eisenoxidausfällungen weisen auf höhere Grundwasserstände bzw. -schwankungen hin.

Die Sedimente der 1. Schicht von Profil P 25/2 können als diagenetisch verfestigte Dünenande gedeutet werden, deren Gefüge postsedimentär gestört wurde. Sie stellen vermutlich die Relikte der ältesten Dünengeneration dar, die nur an wenigen Stellen im nördlichen Gewässergebiet ansteht.

4.2.5 Lokalität Nuortu (S 34)

Lage und Situation

In einer Entfernung von ca. 300 m vom Südostufer des Sees Nuortu befindet sich ein ca. 15 m hoher Hügel mit länglichem Grundriß. Dort wurden in feinkörnigen Sedimenten vier Grabungen durchgeführt und die Profile P

34/1 (2,5 m ü.d.Seespiegel), P 34/2 (3,5 m), P 34/3 (7,3 m) und P 34/4 (15,4 m) aufgenommen (Abb. 47 bis 49). Die Lage der Profilgrabungen ist der Abb. 37 (Kap. 3.6.2.3.1) sowie dem Foto 1 auf Tafel 4 (Kap. 9.1) zu entnehmen.

4.2.5.1 Profil P 34/1

Beschreibung (Abb. 47)

Geländeoberkante (GOK) +2,5 m (N) über dem Seespiegel des Sees Nuortu (S 34)

(Schicht 1) 0-35 cm: Feinsand, schluffig (2.5 YR 3/1, reddish brown); Merkmale von Bioturbation in Gestalt von Grabbauten, die mit grauen Sanden verfüllt sind (Länge bis zu 2 cm); diffus verteilte weiße Flecken (Durchmesser ca. 1 mm).

(Schicht 2) 35-60 cm: Feinsand, schwach mittelsandig 10 YR 5/6, yellowish brown); gradueller Übergang zu rostfleckigen Schlieren (10 YR 6/4, light yellowish brown).

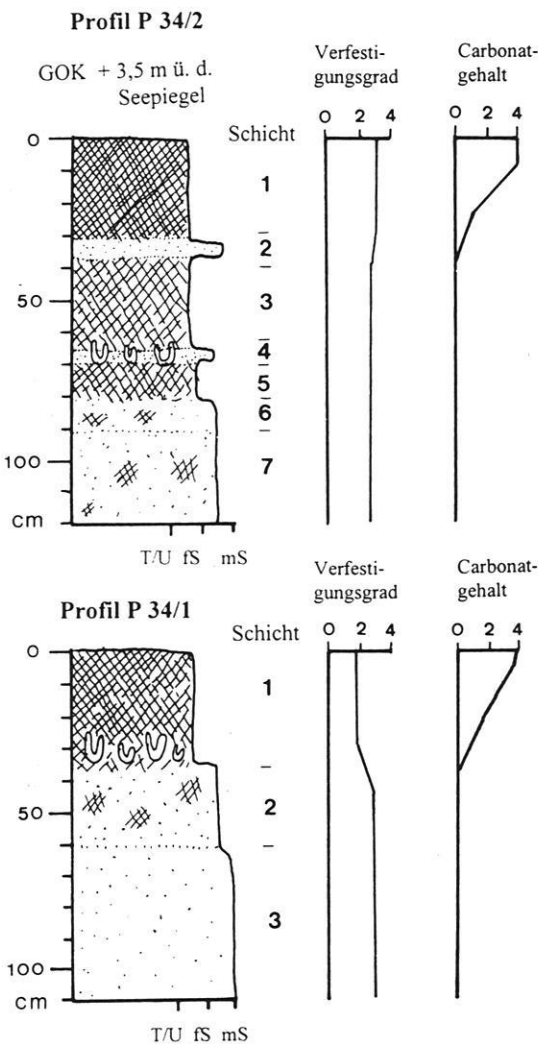


Abb. 47: Die Profile P 34/1 und P 34/2.

(Schicht 3) 60-110 cm: Feinsand, mittelsandig (10 YR 6/4, light yellowish brown); homogen, ohne Rostflecken.

Das Profil wurde in einer Deflationsenke in einem Querdünenfeld aufgenommen, wo die rötlich-braunen Sedimente sich markant durch die dunklere Farbe von den gelben Dünenanden abheben und korrosiv überformt werden (Foto 1 auf Tafel 13, Kap. 9.1). Die beschriebenen Schichten liegen jedoch nicht horizontal, sondern fallen mit einem Winkel von 8° nach NW ein. Die Schichtenfolge ist als eine Unten-grob-Sequenz zu beschreiben, deren Korngrößenzusammensetzung sich von mittelsandigen zu schluffigen Feinsanden im Hangenden ändert. Der Übergang zur 1. Schicht, deren dunklere Farbe auf höhere Gehalte an organischer Substanz schließen läßt, verläuft ohne scharfe Abgrenzung. Als besonderes Kennzeichen dieser Schicht ist die intensive Bioturbation in Gestalt von mehrere Zentimeter langen Wohn- und Grabbauten zu nennen. Durch Verfüllung mit dunkelgrauen Sanden ist ihre Struktur gut zu erkennen (ähnlich der Situation in Foto 3 auf Tafel 13 in Kap. 9.1). Nennenswerte Carbonatgehalte sind auf die 1. Schicht beschränkt.

4.2.5.2 Profil P 34/2

Beschreibung (Abb. 47)

Geländeoberkante (GOK) +3,5 m (N) über dem Seespiegel des Sees Nuortu (S 34)

(Schicht 1) 0-33 cm: Feinsand, schluffig (2.5 YR 3/1, reddish brown); Merkmale von Bioturbation an der Unterkante der Schicht in Gestalt von Grabbauten, die mit grauen Sanden verfüllt sind (Länge bis zu 2 cm); diffus verteilte Holzkohlepartikel.

(Schicht 2) 33-37 cm: Feinsand, mittelsandig 2.5 Y 6/4, light yellowish brown); Ober- und Unterkante der Schicht durch Bioturbation geprägt; Rostflecken entlang von Wurzelbahnen.

(Schicht 3) 37-65 cm: Feinsand, schluffig (2.5 YR 3/1, reddish brown); Störung des Gefüges durch Grabbauten; bei -50 cm GOK und -58 cm GOK jeweils 2 cm mächtige Sandlinsen (2.5 Y 6/4, light yellowish brown); schwach rostfleckig; diffus verteilte Holzkohlepartikel.

(Schicht 4) 65-70 cm: Feinsand, schwach schluffig (2.5 Y 4/2, dark grayish brown); Oberkante diffus, Unterkante der Schicht scharf ausgeprägt; Störung des Gefüges durch Grabbauten; rostfleckig.

(Schicht 5) 70-82 cm: Feinsand, schluffig (2.5 YR 3/1, reddish brown); schwach rostfleckig; Störung des Gefüges durch Grabbauten; Unterkante der Schicht scharf abgesetzt durch Farbe und abnehmende Gefügestörung.

(Schicht 6) 82-92 cm: Feinsand, mittelsandig (2.5 Y 7/4, pale yellow); homogen; mit Bleichungsmerkmalen; stark rostfleckig (10 YR 6/6, brownish yellow).

(Schicht 7) 92-120 cm: Feinsand, mittelsandig (10 YR 7/3, very pale brown); schwach rostfleckig; keine Anzeichen von Gefügestörungen.

Die Schichten lassen sich grob vereinfacht zu zwei Komplexen zusammenfassen: Im Liegenden ist ein sehr homogener sandiger Komplex mit Merkmalen der Bleichung und Eisenoxidausfällung ausgeprägt. Zum Hangenden folgt - markiert durch einen Farbwechsel - ein graubrauner bis rötlich brauner Komplex aus ungeschichteten, organikhaltigen Substraten, die durch Bioturbation und diffus verteilte humose Substanzen charakterisiert sind. Wie in Profil P 34/1 ist die 1. Schicht carbonathaltig.

4.2.5.3 Profil P 34/3

Beschreibung (Abb. 48)

Geländeoberkante (GOK) +7,4 m (N) über dem Seespiegel des Sees Nuortu (S 34)

- (Schicht 1) 0-35 cm: schluffiger Feinsand (2.5 Y 3/1, very dark grey); mit calcifizierten Pflanzenstengeln; sehr homogenes Substrat; Entnahme einer Probe zur Doppeldatierung (Hv 21922 sowie Hv 21923); Merkmale von Bioturbation (Grabbauten etc.) an der Unterkante der Schicht.
- (Schicht 2) 35-75 cm: Feinsand, schwach mittelsandig (10 YR 5/6; yellowish brown); homogenes Substrat; zwischen 56 bis 75 cm ungleichmäßig verteilte weiße Konkretionen bis 5 mm Durchmesser (carbonatfrei), rostfleckig.
- (Schicht 3) 75-95 cm: Feinsand, schwach mittelsandig (2.5 Y 6/4, light yellowish brown); homogenes Substrat; vereinzelt rostfleckig.
- (Schicht 4) 95-110 cm: Feinsand, schluffig (2.5 Y 5/3, light olive brown); mit Rostflecken entlang von Wurzelbahnen.
- (Schicht 5) 110-130 cm: Feinsand, schluffig (2.5 Y 4/2, dark grayish brown); Merkmale von Bioturbation (Grabbauten etc.) an der Unterkante der Schicht; schwach rostfleckig.
- (Schicht 6) 130-140 cm: Feinsand, schwach mittelsandig (2.5 Y 5/3, light olive brown), schwach rostfleckig.

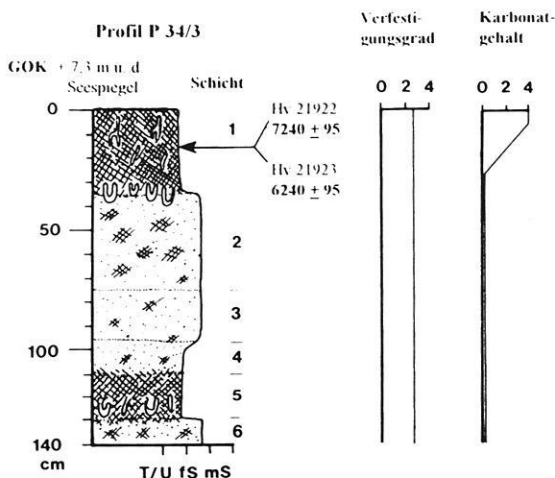


Abb. 48: Das Profil P 34/3.

Das Profil umfaßt ein wenig differenziertes homogenes Substrat, das durch die Bodenfarbe in dunkelgrau-schwarze und gelblich-braune Schichten gegliedert ist. Die dunkelgrauen Schichten 1 und 5 in Abb. 48 sind durch höhere Gehalte an organischem Kohlenstoff von 1,1 % gekennzeichnet, während die gelblich braunen Schichten nur 0,5 % aufweisen. In den Schichten 1 und 5 treten bevorzugt an der Basis röhrenförmige, bis zu 10 cm lange und bis zu 1 cm breite, mit dunkelgrauen Sanden verfüllte Gänge auf (Foto 3 auf Tafel 13, Kap. 9.1). Das gesamte Sedimentpaket ist verstellt, so daß die Schichten in einem Winkel von 17° nach SW einfallen. Die Datierung einer Probe aus der Schicht 1 ergab ein Alter von 7240 ± 95 J.v.h. (Hv 21922), während die organische Fraktion derselben Probe auf 6240 ± 95 J.v.h. (Hv 21923) datiert wurde. Nennenswerte Carbonatgehalte von 2 bis 5 % treten nur in den oberen 20 cm der 1. Schicht auf, während die übrigen Schichten carbonatfrei sind. Die Oberfläche ist durch Korrosion überprägt, wobei die calcifizierten Stengelröhren selektiv frei geblasen werden und aus dem Sediment einige Zentimeter herausstehen.

4.2.5.4 Profil P 34/4

Beschreibung (Abb. 49; Foto 4 auf Tafel 12, Kap. 9.1)

Geländeoberkante (GOK) +15,4 m (N) über dem Seespiegel des Sees Nuortu (S 34)

- (Schicht 1) 0-5 cm: schluffiger Feinsand, sehr schwach mittelsandig (10 YR 7/3, very pale brown); fein laminiert, wellige Schichtflächen; Schichten fallen 5° nach NE ein; sehr fest verbacken.
- (Schicht 2) 5-28 cm: wellige Laminae aus Schluff (10 YR 7/2, light gray) im Wechsel mit schluffigem Feinsand; Einfallen der Laminae 5° nach NE; die Laminae führen zahlreiche Gehäuse von planspiralen Schnecken (*Gyraulus* sp.; Foto 3 auf Tafel 12, Kap. 9.1) und von Turmschnecken (*Lymnaea* sp., Foto 6 auf Tafel 11, Kap. 9.1); einige rostfarbige Bänderungen.
- (Schicht 3) 28-32 cm: mittelsandiger Feinsand (10 YR 7/6, yellow); ohne Schneckenschalen; Einfallen der Schicht 7° nach NE; max. 2 mm große calcitische Konkretionen.
- (Schicht 4) 32-40 cm: Schluff (10 YR 7/2, light gray), sehr fest verbacken.
- (Schicht 5) 40-73 cm: wellige Laminae aus Schluff (10 YR 7/2, light gray) im Wechsel mit schluffigem Feinsand; Einfallen der Laminae 5° nach NE; die Laminae führen Gehäuse von planspiralen Schnecken (*Gyraulus* sp.) und von Turmschnecken (*Lymnaea* sp.); sehr fest verbacken; vereinzelt mit Rostflecken; Entnahme einer Probe zur Doppeldatierung (Hv 21920 und Hv 21921).
- (Schicht 6) 76-100 cm: Feinsand, schwach mittelsandig (10 YR 6/4, light yellowish brown); schwach rostfleckig, mit calcifizierten Pflanzenstengeln (*Rhizolithe*).
- (Schicht 7) 100-147 cm: Feinsand, schwach mittelsandig (10 YR 6/3, pale brown); wellige Laminae; vereinzelt Stengelreste mit dünner grauschwarzer Umhüllung;

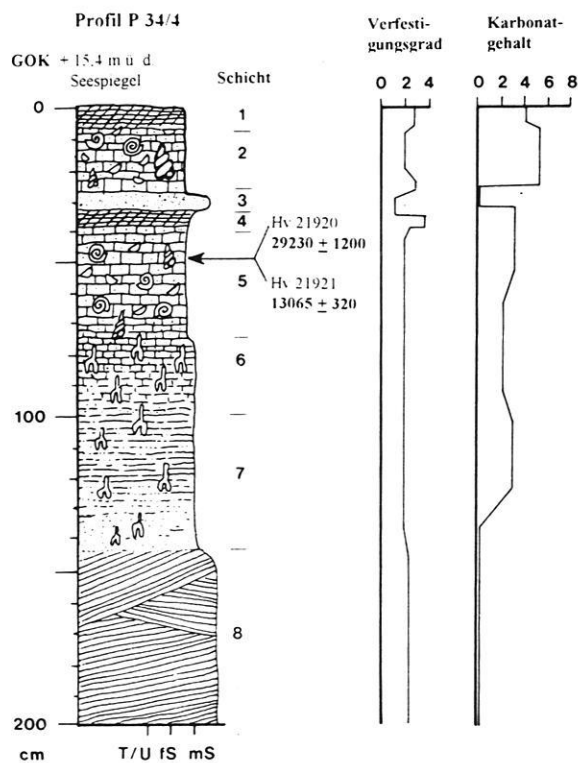


Abb. 49: Das Profil P 34/4.

keine Fossilien, keine Grabbauten; Einfallen der Schichten 4° nach E.

(Schicht 8) 147-200 cm: feinsandiger Mittelsand, schwach grobsandig (10 YR 7/4, very pale brown); geneigte Parallelschichtung; mit Lagen aus schlierigen Rostbändern.

Das Profil umfaßt in den oberen 80 cm eine Sequenz von zwei verschiedenen Lagen aus fein laminiertem, carbonatreichem Schluff mit dazwischen geschalteten Einlagerungen losen Sandes äolischer Herkunft. Die beiden Lagen aus fein laminiertem Schluff sind etwa 25 cm bzw. 50 cm mächtig und an der Oberkante durch intensive Aggregatbildung infolge einer Krustenbildung gekennzeichnet. Die Schichtdicke der Laminen beträgt etwa 1 mm. Der Carbonatgehalt liegt in der Größenordnung von 16 bis 18 %. Der carbonatische Anteil der Schichten 2 und 5 besteht aus Calcit sowie Aragonit, wobei die semiquantitativ geschätzten Anteile von Aragonit und Calcit etwa gleich groß sind. Der silikatische Anteil setzt sich aus Quarz und Feldspat zusammen. Lagen aus Feinsanden weisen auf einen atmosphärischen Eintrag von Dünenanden hin. Bemerkenswert ist die Fossilführung der fein laminierten Schichten in Gestalt von Schneckengehäusen (*Gyraulus chinensis*, G. spec.), und zahlreichen Ostrakodenschalen (*Limnocythere inopinata*, *Darwinula stevensoni*). Die Ostrakodenfauna ist ganz

überwiegend durch *Limnocythere inopinata* (90 % der ausgezählten etwa 2000 Schalen), untergeordnet durch *Darwinula stevensoni* (10 %) repräsentiert. Es sind sowohl juvenile als auch adulte Stadien vorhanden. Der Carbonatgehalt liegt im Bereich zwischen 10 bis 20 %. Das Probenpaar Hv 21920/Hv 21921 wurde in einer Tiefe von 45 cm aus der zweiten Schluff-Lage entnommen. Die getrennte Datierung der organischen und carbonatischen Fraktion ergab Alter von 13065 ± 320 J.v.h. bzw. 29230 ± 1200 J.v.h.. Zum Liegenden gehen die schluffigen Lagen im Bereich der Schichten 6 und 7 allmählich in sandige Bereiche über, in denen zahlreiche Rhizolithe auf vorzeitlichen Pflanzenwuchs schließen lassen. Die Schicht 8 an der Basis ist durch feinsandige Mittelsande mit Parallelschichtung als Relikt einer Düne gekennzeichnet.

4.2.5.5 Interpretation

Die Profile spiegeln vom Liegenden zum Hangenden den Übergang von äolischen zu semilakustrinen Sedimenten (P 34/1 bis /3) bzw. Stillwasserablagerungen (P 34/4) wieder. Die dunkelgrauen bis rötlichbraunen Schichten der Profile P 34/1, P 34/2 und P 34/3 lassen aufgrund höherer Gehalte an organischer Substanz und dem Vorkommen von Rhizolithen auf deutlich erhöhte Bodenfeuchte schließen. Zeitweise ist eine Wasserbedeckung anzunehmen, da die zahlreich vorhandenen Grab- und Wohnbauten als Zeichen einer intensiven Bioturbation zu deuten sind. Dies würde auch das Fehlen jeglicher Schichtungsmerkmale erklären. Die rostfleckigen Bereiche sind Hinweise schwankender Grundwasserstände mit Oxidations- und Reduktionszonen. Die Rhizolithe sind Relikte einer Ufervegetation, vergleichbar den Schilfgürteln rezenter Kleingewässer bzw. Flachseen. Die Carbonatanreicherung in den oberen 20 cm läßt auf gegenwärtig vorherrschende ascendente Bodenwasserbewegung schließen. Insgesamt kann aus den Profilen P 34/1 bis /3 auf hohe Bodenfeuchtigkeit und verstärkte biologische Aktivität geschlossen werden, wobei zeitweise flache stehende Gewässer existierten. Da nur wenige Molluskenschalen im Sediment gefunden wurden, sind Aussagen zum Salzgehalt dieser Gewässer nur mit Einschränkung abzuleiten.

Im Profil P 34/4 ist vom Liegenden zum Hangenden ein Übergang von äolischen Sedimenten zu den Ablagerungen eines Stillwassermilieus zu erkennen, das durch die Schichten 2 und 5 aufgrund der feinen Laminierung, des Fossil- und Carbonatgehalts charakterisiert ist. Der Dünenkörper im Liegenden war das Ausgangssubstrat, das bei größeren Bodenfeuchteverhältnissen durchwurzelt wurde. Die Schichtfolge entspricht zunächst einer ufernahen Position, die bei höherem Wasserspiegel ganz unter Wasser stand. Es kam zur Ablagerung lakustriner Sedimente, deren Fossilführung auf subsaline Verhältnisse schließen läßt. Eine kurzfristige Phase der Austrocknung ist durch die 3. Schicht markiert, als die exponierten carbonathaltigen Stillwasserablagerungen an der Luft oxidierten und das Initialstadium einer Krustenbildung begann. Eine Übersandung des Seebodens ist aus der 3. Schicht abzuleiten, bis schließlich wieder eine Phase der Seebildung einsetzt. Es ist anzunehmen, daß die Gewässer

des subsalinen Typs relativ klein waren und zwischenzeitlichen Phasen der Austrocknung ausgesetzt waren. Inwiefern eine Ichthyofauna existiert hat, bleibt spekulativ. Jedoch weisen die regelhaft auftretenden Deformationen der vollständig erhaltenen Ostrakodenschalen darauf hin, daß die Ostrakoden von Fischen konsumiert wurden (freundl. mündl. Mitt. S. MISCHKE, Berlin). Aus der Tatsache, daß die zweiklappigen Ostrakodengehäuse in der Regel vollständig erhalten sind, kann ein relativ ruhiges Sedimentationsmilieu im Pelagial vermutet werden. Die Einfallwinkel der aufgenommenen Schichten zeigen in allen Profilen eine Verstellung der ursprünglichen horizontale Lagerung.

4.3 Befunde aus dem südlichen Gewässergebiet

4.3.1 Lokalität Womenjaran (S 59)

Lage und Situation

Etwa 40 m vom Südufer des subsalinen Flachsees Womenjaran verläuft eine ca. 6,4 m hohe Geländestufe auf einer Länge von einigen Dekametern in NE-SW Richtung. Zur Profilaufnahme wurde ein mehrstufiger Schurf angelegt, der die oberen 3 m der Sedimentfolge erfasst.

4.3.1.1 Profil P 59/1

Beschreibung (Abb. 50)

Geländeoberkante (GOK) +6,4 m (N) über dem Seespiegel des Flachsees Womenjaran (S 59)

Auflage von inkrustierten, graubraunen Stengelröhren (Rhizolithe) als Deflationspflaster

- (Schicht 1) 0-5 cm: Feinsand (2.5 Y 7/3, pale yellow); homogenes Substrat.
- (Schicht 2) 5-27 cm: Feinsand, schwach mittelsandig (2.5 Y 7/4, pale yellow); mit Lagen aus diffus verteilten Rostflecken
- (Schicht 3) 27-85 cm: Feinsand (2.5 YR 4/4, dusky red); diffus verteilte, rötliche Schlieren; zur Basis der Schicht zunehmend grauschwarze Lagen.
- (Schicht 4) 85-94 cm: Feinsand, schwach schluffig (5 Y 4/2, olive gray); Rostflecken (10 YR 4/4, dark yellowish brown) entlang ehemaliger Wurzelbahnen.
- (Schicht 5) 94-98 cm: Feinsand (2.5 YR 6/2, weak red); feine Lagen mit Rostflecken.
- (Schicht 6) 98-103 cm: Feinsand, sehr schwach schluffig; Wechsellagerung von dunkelgrauen (5 Y 3/1, very dark gray) und hellgrauen (5 Y 6/3, pale olive) Schlieren; Ober- und Unterkante der Schicht scharf ausgeprägt.
- (Schicht 7) 103-117 cm: Feinsand (2.5 Y 7/3, pale yellow); ab -117 cm GOK Wechsellagerung von hellen (2.5 Y 6/6, olive yellow) und dunklen (5 Y 4/1, dark gray) schlierigen Lagen.
- (Schicht 8) 117-165 cm: Feinsand (5 Y 7/3, pale yellow); inkrustierte Pflanzenstengel und rostfleckige Schlieren; ab -130 cm GOK schlierige olivegraue Bänder (5 Y 5/2, olive gray).

(Schicht 9) 165-177 cm: Feinsand, sehr schwach schluffig; Wechsellagerung von dunkelgrauen (5 Y 3/2, dark olive gray) und hellgrauen (5 Y 6/4, pale olive) Feinsanden; rostfleckige (2.5 Y 5/6, light olive brown) Bändchen.

(Schicht 10) 177-226 cm: Feinsand (5 Y 6/3, pale olive); intensiv rostfleckig (2.5 Y 6/8, olive yellow).

(Schicht 11) 226-292 cm: Mittelsand, feinsandig (2.5 Y 6/4, light olive brown); bis zu 10 cm lange Grabbauten und Spuren von Wurzelbahnen.

(Schicht 12) 292-364 cm: Mittelsand (10 YR 5/8, yellowish brown); rostfleckig.

Insgesamt weist das Profil in Bezug auf die textuellen Merkmale geringe Unterschiede auf. Eine Profildifferenzierung ist jedoch durch höhere Anteile organischer Substanz insbesondere in der 3. Schicht sowie durch hydromorphe Merkmale in den Schichten 8 bis 12 gegeben. Vom Hangenden zum Liegenden ergibt sich folgender Sedimentaufbau:

Die 1. Schicht ist durch das lagige Vorkommen von Kalkkrusten geprägt. Die Laboranalyse der Kalkkruste am Top des Profils ergab einen Carbonatgehalt von 55 %, als vorherrschendes Carbonatmineral ist Calcit vorhanden. Die lagig angeordneten braunen, plattigen Kalkkrusten sind bis zu 2,5 cm mächtig und bestehen aus homogenem, dichtem Mikrit. Körner der Feinsandfraktion sind in die mikritische Matrix eingebettet. Der Gesamtschwefelgehalt ist mit 0,01 % sehr niedrig, so daß die Bildung von Gips ausgeschlossen werden kann.

Der Carbonatgehalt nimmt an der Grenze von der 2. zur 3. Schicht deutlich ab, die tieferen Schichten bis zur Basis sind carbonatfrei. Die textuellen Merkmale sind im Liegenden sehr homogen.

Die dunkelgraue 3. Schicht ist durch höhere Gehalte an organischer Substanz gekennzeichnet, die bis zu 1 % betragen. Die ca. 60 cm mächtige Schicht ist sehr homogen und durch schlierige Strukturen charakterisiert. Die darunter liegenden Schichten 4 bis 9 zeigen nur noch gering mächtige Einschaltungen dieses organikhaltigen Substrats. Bemerkenswert sind die scharf abgesetzten Ober- und Unterkanten dieser Einschaltungen. Aus den Schichten 3 und 6 wurden Proben für Pollenanalysen entnommen. Die Gesamtpollenzahl ist in beiden Schichten mit Werten von 17 bzw. 51 Pollen im Vergleich zum gegenwärtigen Polleneintrag (Kap. 3.6.3) äußerst gering. Neben typischen Elementen der Steppenflora (*Artemisia*, *Chenopodium*) treten auch Baumpollen von *Pinus* und *Picea* auf, so daß ein Ferntransport von Pollen aus den umliegenden Gebirgen stattgefunden haben muß. Ein Grund für die Pollenarmut der Sedimente kann durch die schlechten Erhaltungsbedingungen gegeben sein. Eine Durchmusterung der Proben unter dem Binokular ergab Negativbefunde hinsichtlich des Vorkommens von Ostrakoden und Mollusken.

Zum Liegenden nehmen insbesondere in den Schichten 8 und 11 die Merkmale einer hydromorphen Beeinflussung deutlich zu. Die Struktur der Wurzel- bzw. Stengelröhren (Rhizolithe) ist durch eine Anreicherung rötlicher und schwarzer Schlieren nachgezeichnet. Während diese

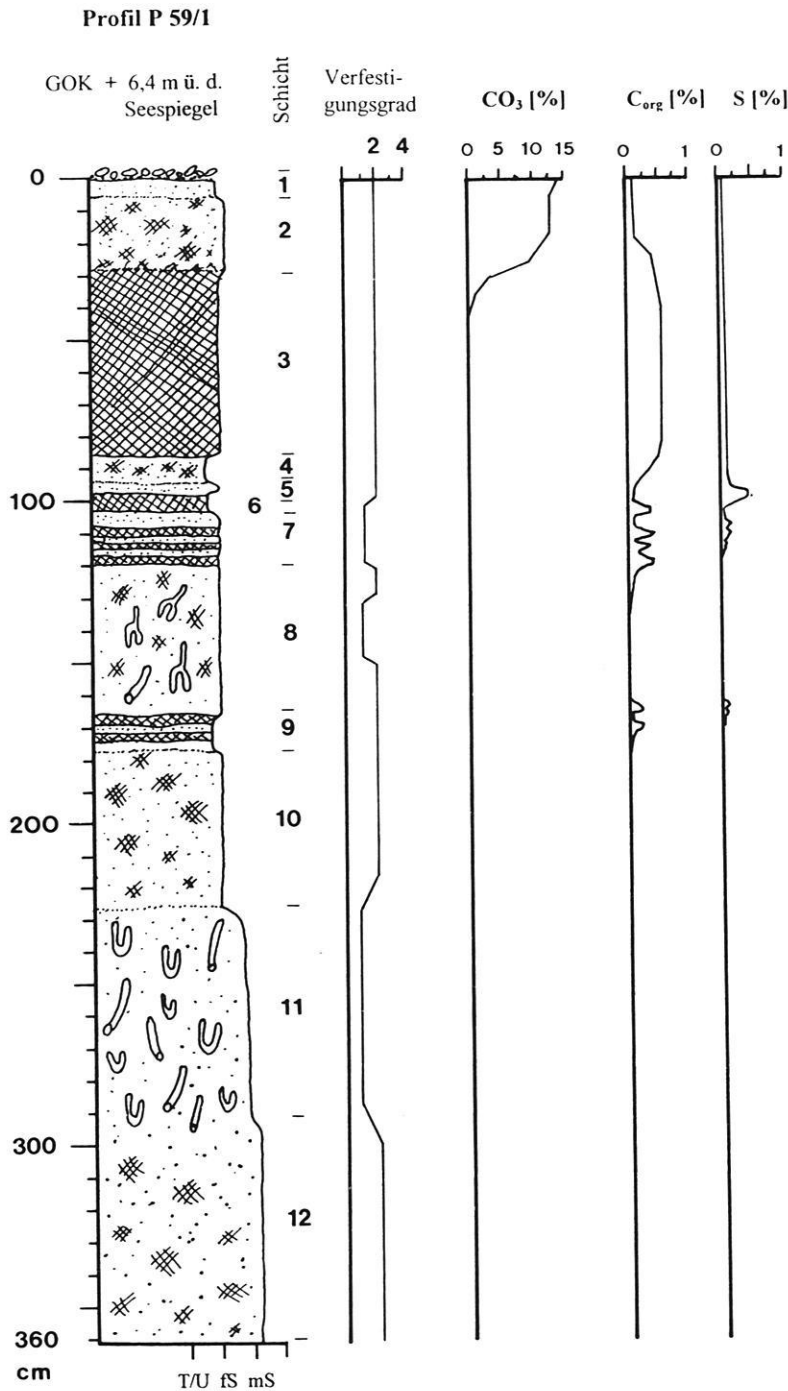


Abb. 50: Das Profil P 59/1.

Strukturen im frisch gegrabenen Sediment sehr weich und fragil sind (Foto 7 auf Tafel 13, Kap. 9.1), so treten sie bei längerer subaerischer Exposition, wie beispielsweise an Deflationskanten, als stark verfestigte Strukturen in Erscheinung. An diesen Stellen sind regelrechte Bänke von Rhizolithen als Härtinge freigelegt, wobei die Zemente

überwiegend aus rötlichen Eisenoxiden und schwarzen Mangananreicherungen bestehen (Foto 6 auf Tafel 13, Kap. 9.1). Einlagerungen aus Calcit spielen nur eine untergeordnete Rolle. Im Liegenden geht die durchgehend feinsandige Körnung mit wechselnden Schluffanteilen in Mittelsand über.

4.3.1.2 Interpretation

Die Schichten im Liegenden sind aufgrund textueller Merkmale als Dünenande zu deuten, die bei hohen Grundwasserständen von Pflanzen durchwurzelt wurden. Relikte dieser Vegetationsdecke sind durch die Rhizolithe aus Eisenoxidkrusten erhalten. Bei hohem Grundwasserstand und der Existenz einer Vegetationsdecke kam es zur Anreicherung humushaltiger Substanzen. Die Einschaltungen von Feinsandlagen belegen, daß die humushaltigen Sedimente mehrmals von Flugsanden überdeckt wurden. Erst in der 3. Schicht zeichnet sich eine Phase längerer Stabilität ab, in der kontinuierlich die Bildung humushaltiger Substanz vorherrschte. Hinsichtlich der bodenkundlichen Merkmale sowie des hohen Grobschluff- und Feinsandanteils ähneln diese Bildungen den humustreifigen Sandlössen, wie sie aus den Gebirgsvorländern des Qilian Shan und Helan Shan (HOFMANN 1993) bekannt sind. Eine zeitweilige Wasserbedeckung ist anzunehmen, jedoch zeigt die Fossilleere, daß eine Bildung länger existierender Flach- oder Kleingewässer unterblieb. Die Kalkkrusten sowie die zahlreichen Rhizolithe sind Hinterlassenschaften dieses vermutlich mit dichtem Schilf bewachsenen semiaquatischen Sedimentationsraumes.

4.3.2 Lokalität Sayinwusu (S 70)

Lage und Situation

Im weiteren Uferbereich der mesosalinen Gewässer S 70 und S 75 treten dunkelgraue, bis zu 40 cm mächtige Sedimente in Höhen um 5,4 m (P 70/2) bzw. 5 m (P 70/1) über dem gegenwärtigen Seespiegel auf, die sich durch ihre dunkelgraue Farbe, feinere Körnung und Fossilinhalt (Schnecken- und Schneckenfragmente) von den braungelben sandigen Sedimenten im Hangenden und Liegenden unterscheiden. An drei Lokalitäten wurden Profilgrabungen (P 70/1, P 70/2 und P 70/3) vorgenommen, so daß bis zu 2,5 m mächtige Schichtenfolgen aufgenommen werden konnten. Die genaue Lage der Profile zeigt Foto 1 auf Tafel 1 (Kap. 9.1).

4.3.2.1 Profil P 70/1

Profilbeschreibung (Abb. 51)

Geländeoberkante (GOK) +5 m (H) über dem Seespiegel des Flachsees Sayinwusu (S 70)

- (Schicht 1) 0-20 cm: Feinsand, schluffig (10 YR 6/2, light brownish gray); homogenes Substrat; mit Schalen von Gastropoden (*Gyraulus* sp., *Lymnaea* sp.).
- (Schicht 2) 20-40 cm: Feinsand (10 YR 6/4; light yellowish brown); homogenes Substrat mit inkrustierten Pflanzenstengeln, rostfleckig.
- (Schicht 3) 40-80 cm: Feinsand, schluffig (10 YR 4/2, dark grayish brown); homogenes Substrat mit Trockenrissen; mit Schalen von Gastropoden; inkrustierte Pflanzenstengel. Probe Hv 19812 (7385 ± 175 J.v.h.).
- (Schicht 4) 80-210 cm: Feinsand, schwach schluffig (10 YR 6/3, pale brown); homogen; mit zahlreichen

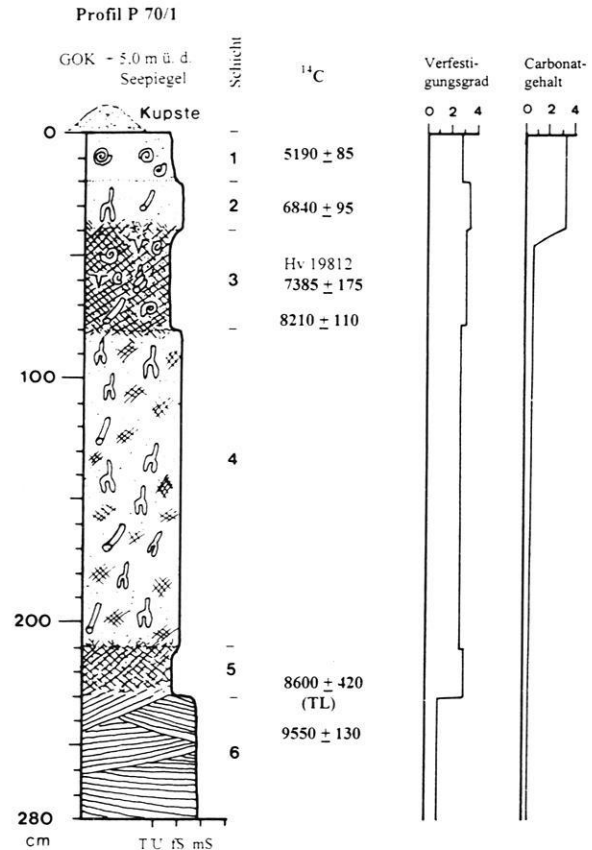


Abb. 51: Das Profil P 70/1.

- rötlich-braunen inkrustierten Pflanzenstengeln, rostfleckig.
- (Schicht 5) 210-230 cm: Feinsand, schluffig (2.5 Y 7/2, light gray); homogenes Substrat.
- (Schicht 6) 230-280 cm: Feinsand, mittelsandig (10 YR 6/4, light yellowish brown); Dünenande mit Schrägschichtung.

Die aufgeschlossene Sedimentfolge zeigt eine Sequenz aus homogenen Feinsanden mit wechselnden Schluffanteilen, die an der Basis in mittelsandige Feinsande mit Merkmalen der Schrägschichtung übergehen. Durch die dunkelgraue Farbe, Fossilgehalt und leicht erhöhten Anteilen an organischem Kohlenstoff (0,17 % C_{org}) hebt sich die 3. Schicht deutlich von den anderen ab. Die Datierung der organischen Fraktion mittels der ¹⁴C-Methode ergab ein radiometrisches Alter von 7385 ± 175 J.v.h. (Hv 19812) für diese Schicht. In das Sediment sind Schnecken- und Schneckenfragmente von *Gyraulus albus*, *Radix auricularia*, *R. aluminata* (Foto 8 auf Tafel 11, Kap. 9.1) und *Lymnaea stagnalis* (Foto 6 auf Tafel 11, Kap. 9.1) eingebettet.

Zum Liegenden folgt eine 130 cm mächtige Schicht, die durch zahlreiche inkrustierte Reste von Pflanzenstengeln gekennzeichnet ist. Die rötliche Farbe der Inkrustationen

und die zahlreichen Rostflecken lassen den Schluß zu, daß es sich um Eisenoxidausfällungen handelt. Einige der Rhizolithe weisen in der äußeren Schicht konzentrisch angeordnete schwarze Lagen auf, die möglicherweise aus Manganabscheidungen bestehen. In der 5. Schicht folgt eine schwach humushaltige Lage, in der jedoch keine Fossilien enthalten sind. Im Liegenden stehen schräggeschichtete mittelsandige Feinsande an.

Insgesamt wurden fünf Proben nach der ^{14}C -Methode und eine Probe nach der TL-Methode im TL-Labor des Geologischen Instituts in Beijing datiert. Die Altersbestimmungen nach der ^{14}C -Methode wurden mit Ausnahme der Probe Hv 19812 (Hannover) im Labor des Wüstenforschungsinstituts in Lanzhou (IDRAS) durchgeführt.

Die Datierung einer Probe von der Oberkante der 6. Schicht mittels der Thermolumineszenz-Methode ergab ein Alter von 8600 ± 420 J.v.h. Da einige Sandschichten synsedimentär eingelagerte organische Partikel enthielten, war es möglich, zur chronologischen Absicherung zusätzlich die ^{14}C -Methode anzuwenden. Das ^{14}C -Alter der Probe ergab 9550 ± 130 J.v.h., wobei unter Berücksichtigung der Mutungsintervalle eine gute Übereinstimmung konstatiert werden kann. Die vorliegenden, an der organischen Fraktion durchgeführten Altersbestimmungen ergeben eine schlüssige Abfolge vom Jüngsten im Hangenden zum Ältesten im Liegenden. Im Vergleich der jüngsten (1. Schicht) und ältesten (6. Schicht) ^{14}C -Daten wurde die Sedimentfolge in einem Zeitraum von 4360 ± 155 Jahren abgelagert und läßt sich dem Früh- und Mittelholozän zuordnen.

Pollenanalysen der Schichten 1 und 4 ergaben einen relativ hohen Gehalt an Pollen (600 bis 1200 Pollen je Probe) mit einer ausgeprägten Dominanz von *Nitraria* (> 90 % am Gesamtspektrum), während Baumpollen (*Pinus*) nur sehr vereinzelt auftraten. Die Schichten 2 und 3 sind mit 20 bis 30 Pollenkörner je Probe extrem arm an Pollen (*Nitraria*, *Ephedra*, *Chenopodiaceae*).

Auf der Oberfläche von Schicht 1 wurden zahlreiche Abschläge, Mikrolithen (Fotos 7 und 8 auf Tafel 12, Kap. 9.1) und Keramikscherben gefunden, deren archäologische Bearbeitung gegenwärtig noch andauert (WAGNER 1995). Es handelt sich hierbei um neolithische Funde. Da sie jedoch nicht in situ angetroffen wurden, sondern als Deflationspflaster an der Oberfläche angereichert sind, können sie für eine stratigraphische Zuordnung nicht herangezogen werden. Mit Sicherheit handelt es sich hierbei um Relikte neolithischer Siedelplätze.

4.3.2.2 Profil P 70/2

Profilbeschreibung (Abb. 52)

Geländeoberkante (GOK) +5,4 m (N) über dem Seespiegel des Flachsees Sayinwusu (S 70)

(Schicht 1) 0-20 cm: Schluff, feinsandig (2.5 Y 5/4, light olive brown); homogenes Substrat; mit Schalen von Gastropoden; Rostflecken.

(Schicht 2) 20-60 cm: Schluff, feinsandig (2.5 Y 3/1; very dark gray); homogenes Substrat; Entnahme der Probe Hv 20483 (6540 ± 165 J.v.h.).

(Schicht 3) 60-80 cm: Feinsand, schluffig (2.5 Y 5/4, light olive brown); homogenes Substrat mit zahlreichen Rostflecken und inkrustierten Pflanzenstengeln.

(Schicht 4) 80-90 cm: Schluff, feinsandig (5 Y 6/1, gray); mit schlierig-welligen Lagen.

(Schicht 5) 90-100 cm: Schluff, feinsandig (2.5 Y 7/2, light gray).

(Schicht 6) 100-130 cm: Feinsand, schluffig (5 Y 6/1, gray), homogen.

(Schicht 7) 130-300 cm: Feinsand, schwach schluffig (5 Y 6/1, gray) mit Rostflecken (7.5 YR 5/8, strong brown) und inkrustierten Pflanzenstengeln; zunehmende Bodenfeuchte, Einzelkorngefüge.

Die Sedimentfolge ähnelt dem Profil P 70/1, wobei die Schichten 2, 4 und 5 durch ihre dunkelgraue Farbe auf höhere Gehalte an organischer Substanz schließen lassen. Die Datierung einer Probe aus der dunkelgrauen homogenen 2. Schicht ergab ein ^{14}C -Alter von 6540 ± 165 J.v.h. (Hv 20483). Diese Schicht enthält vereinzelt Gehäuse von Schnecken der Gattung *Gyraulus* sp., alle übrigen Schichten sind fossilieer. Zum Liegenden folgen unterhalb der 5. Schicht Feinsande, die durch intensive Eisenoxidausfällungen im Bereich ehemaliger Wurzelbahnen gekennzeichnet sind. Die geochemische Analyse zeigt in den Schichten 4 und 5 eine sprunghafte Veränderung der Parameter durch erhöhte Konzentrationen der Natrium-, Calcium- und Magnesium-Ionen an. Diese Schichten sind stark verfestigt und weisen im gesamten Profil die höchsten Carbonatgehalte mit Werten um 25 % auf. Die Gehalte an organischer Substanz sind ebenfalls deutlich erhöht. Die schlierig-welligen Lagen der 3. Schicht weisen auf eine Wasserbedeckung hin. Das Mg/Ca-Molverhältnis der Schichten 3 und 6 ist mit Werten bis zu 3,8 deutlich erhöht.

Die granulometrischen Verhältnisse der Sedimentsequenz zeigt Abb. 53. Es handelt sich ganz überwiegend um sehr feine Sande mit gleichbleibend niedrigen Mittelsandanteilen. Vom Hangenden zum Liegenden treten jedoch deutliche Veränderungen der Schluffanteile auf. Insbesondere in der 4. und 5. Schicht steigt der Schluffanteil auf > 60 % an. Hier ist insbesondere eine Zunahme der Fein- und Mittelschluffanteile zu ersehen, während die Tongehalte im Bereich < 5 % liegen. Aus den Kornsummenkurven (Abb. 54) und Histogrammen (Abb. 55) ausgewählter Proben ist deutlich zu erkennen, daß es sich um bimodale und polymodale Kornpopulationen handelt. Die hohen Schluffanteile lassen sich als äolischer Eintrag löbartiger Stäube deuten. Die mittlere Korngröße liegt im arithmetischen Mittel aller Proben bei $90 \mu\text{m}$ ($3,47 \phi$), wobei die Werte einzelner Proben zwischen 63 und $112 \mu\text{m}$ liegen. Die Feinsande sind mäßig bis schlecht sortiert (Tab. 20 in Kap. 9.2), die Kornverteilung ist positiv bis stark positiv schief. Hier fallen insbesondere die Proben aus der 4. und 5. Schicht mit Werten von $So=1,52$ bzw. $So=1,84$ auf.

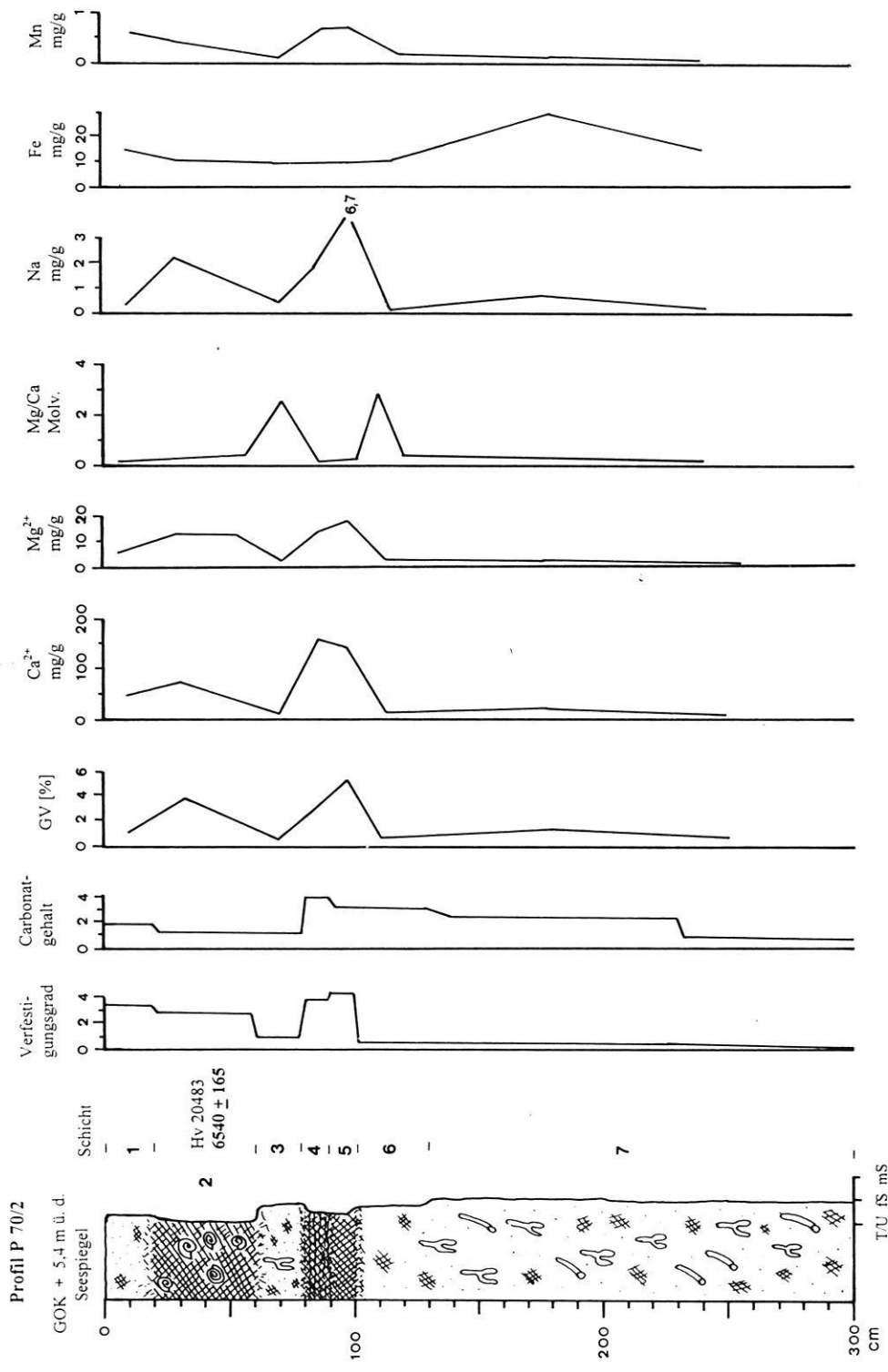


Abb. 52: Das Profil P 70/2 mit den Ergebnissen der geochemischen Laboranalytik.

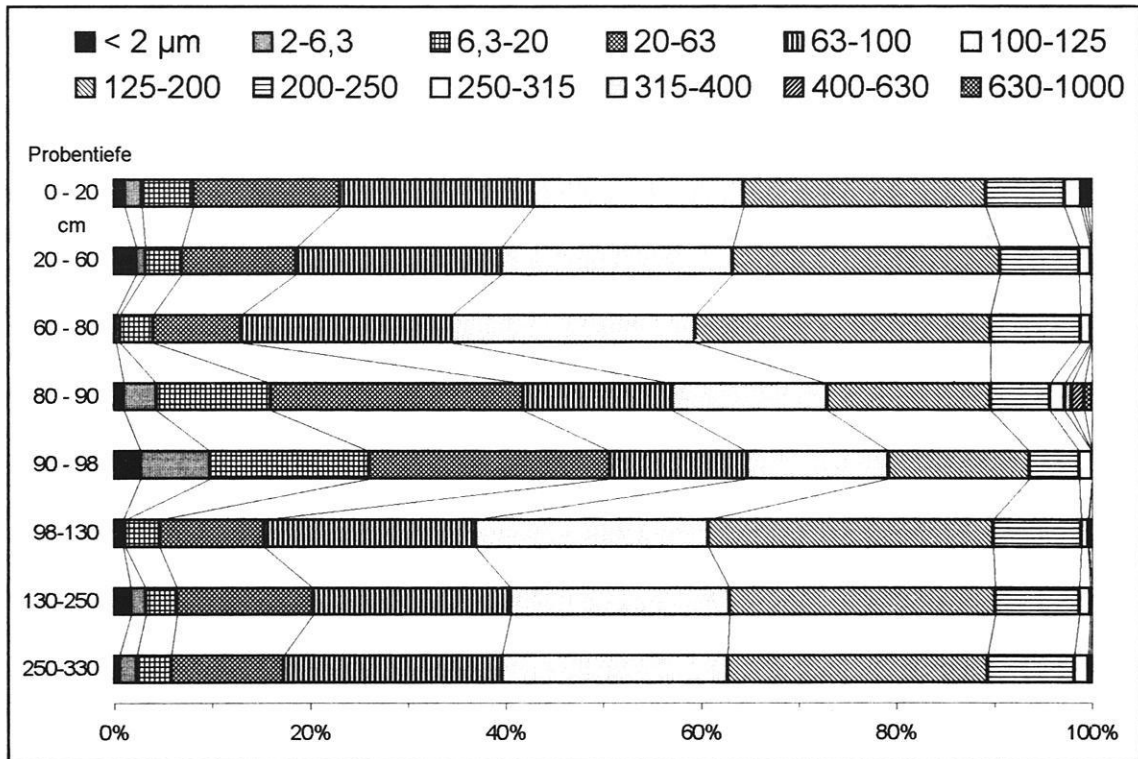


Abb. 53: Granulometrische Verteilung der Korngrößenfraktionen in Profil P 70/2.

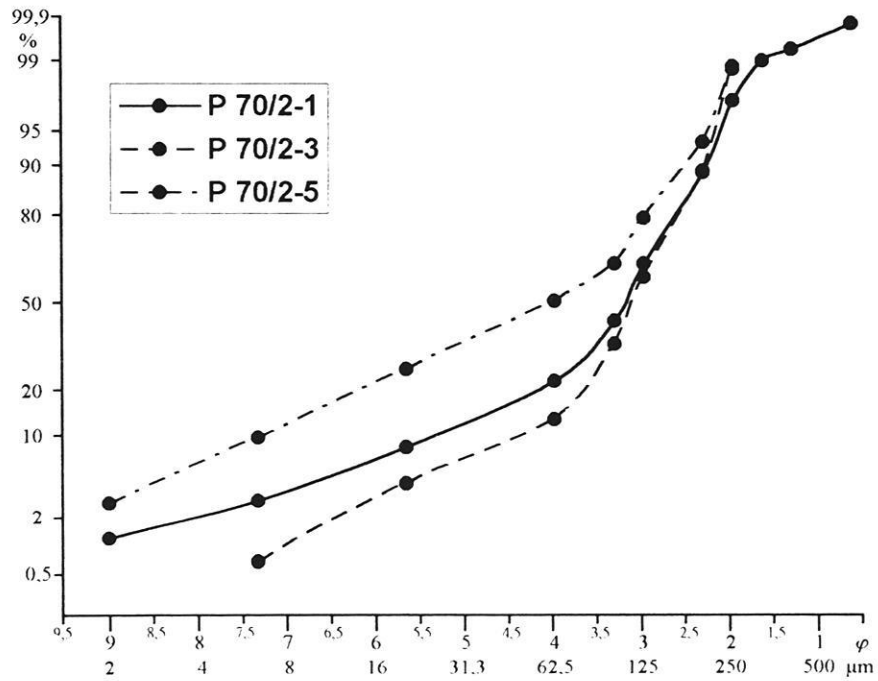


Abb. 54: Kornsummenkurven der Sedimente von Profil P 70/2 im Wahrscheinlichkeitsnetz.

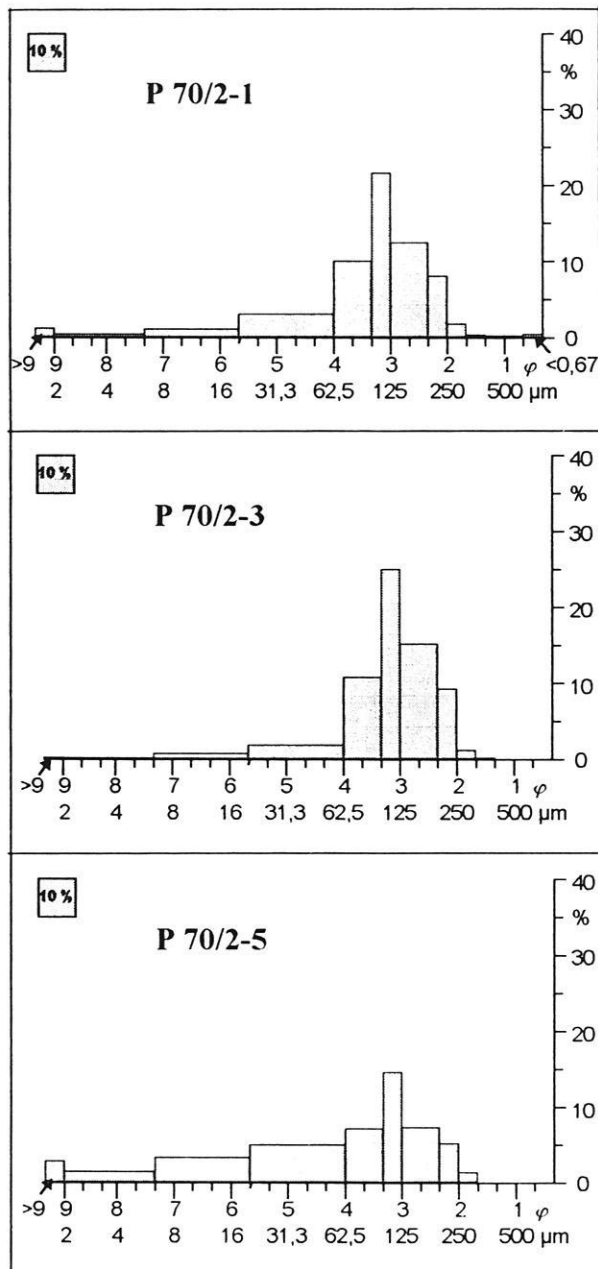


Abb. 55: Korngrößenhistogramme der Sedimente von Profil P 70/2.

Die vertikale Verteilung des Carbonatgehalts zeigt im Unterschied zum Profil P 70/1 eine Carbonatanreicherung in den stark verfestigten Schichten 4 und 5 bei einer Tiefe von 80 bis 100 cm. Erst ab 100 cm ist das Profil nahezu carbonatfrei.

4.3.2.3 Profil P 70/3

Profilbeschreibung (Abb. 56)

Geländeoberkante (GOK) +5,0 m (H) über dem Seespiegel des Flachsees Sayinwusu (S 70)

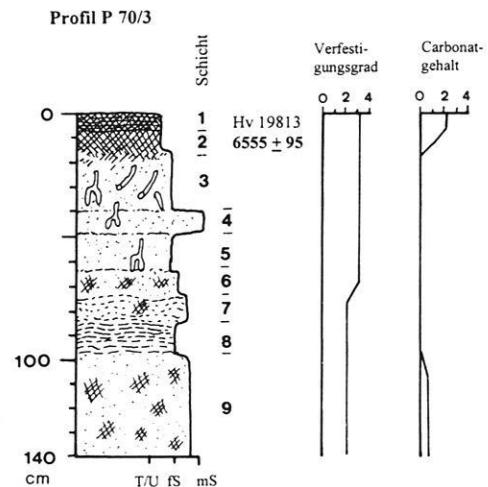


Abb. 56: Das Profil P 70/3.

(Schicht 1) 0-8 cm: Schluff, feinsandig, mit dunkelgrauen (10 YR 3/1 very dark gray) bis rötlich-braunen (2.5 YR 3/1, reddish brown) Lagen; horizontal schwach wellig geschichtet; vereinzelt inkrustierte Pflanzenstengel; Krümelaggregate.

(Schicht 2) 8-15 cm: Schluff, feinsandig; homogenes, schwarz-schlieriges (10 YR 3/1 very dark gray) Substrat mit bräunlich-grauen Flecken; vereinzelt inkrustierte Pflanzenstengel; Krümelaggregate und Einzelkorngefüge; Entnahme der Probe Hv 19813 (6555 ± 95 J.v.h.).

(Schicht 3) 15-40 cm: Feinsand, schluffig; homogenes, graues (10 YR 3/2, very dark grayish brown) Substrat mit schwarzen, vertikalen Schlieren; Einzelkorngefüge; einige inkrustierte Pflanzenstengel; an der Basis zunehmend rostfleckig (10 YR 4/3, brown).

(Schicht 4) 40-48 cm: Feinsand, mittelsandig (10 YR 4/3, brown) homogenes Substrat mit Rostflecken.

(Schicht 5) 48-64 cm: Feinsand, schluffig; dunkelgrau (10 YR 3/2, very dark grayish brown) Substrat mit Schichten aus schwarzen horizontalen, welligen Schlieren (bis zu 5 mm mächtig) und Rostflecken; Einzelkorngefüge.

(Schicht 6) 64-75 cm: Feinsand, schwach schluffig; homogenes hellgraues (10 YR 4/4, dark yellowish brown) Substrat mit zahlreichen Rostflecken; Einzelkorngefüge.

(Schicht 7) 75-83 cm: Feinsand, schwach schluffig, schwach mittelsandig (10 YR 4/3, brown); Bänderung

aus rostfarbenen und braunen Schlieren und Flecken; Einzelkorngefüge.

(Schicht 8) 83-98 cm: Feinsand (2.5 YR 6/4, weak red) schwach horizontal geschichtet mit hellgrauen, rostfarbenen und grauen Schlieren, Einzelkorngefüge.

(Schicht 9) 98-140 cm: Feinsand, schwach mittelsandig (10 YR 6/6, brownish yellow); homogenes Substrat mit vielen Rostschlieren; Einzelkorngefüge.

Die Sedimentfolge beginnt im Hangenden mit einer dunkelgrauen, organikhaltigen Zone, die eine schwach wellige Schichtung aufweist (Schicht 1). Sie geht in der 2. Schicht in ein homogenes Substrat über. Eine Datierung aus dieser Schicht ergab ein Alter von 6555 ± 95 Jahren v.h. und liegt somit im Bereich der Datierungen der Profile P 70/1 und P 70/2. Dies gilt auch für die Position der inkrustierten Pflanzenstengel. Zum Liegenden folgen homogene Substrate mit höheren Sandanteilen, in denen bis zur Schicht 5 Rhizolithe eingelagert sind. Die Merkmale hydromorpher Beeinflussung nehmen ab der 6. Schicht deutlich zu, wobei schlierige rostfleckige Bänder auftreten.

4.3.2.4 Interpretation

Die drei vorgestellten Profile sind durch bis zu 40 cm mächtige dunkelgraue Schichten gekennzeichnet, die sich farblich von den helleren braunen bis gelbbraunen Schichten absetzen, wobei die Unter- und Obergrenzen undeutlich abgegrenzt sind. Eingebettete Mollusken-schalen ermöglichen Aussagen zum paläoökologischen Milieu, darüber hinaus eignen sich die Schichten aufgrund ihrer höheren Kohlenstoffgehalte für ^{14}C -Datierungen. Die ökologischen Ansprüche der bestimmten Gastropoden zeigen ein süßwasser- bis brackwasserhaltiges Milieu an. Erstaunlich ist in diesem Zusammenhang das vollständige Fehlen von Ostrakodenschalen. Die überwiegend ungeschichteten Sedimente weisen im Vergleich zu den anderen Schichten höhere Gehalte an organischer Substanz auf. Die aufgezählten Merkmale lassen auf eine Wasserbedeckung schließen, die zeitweise, möglicherweise auch periodisch, unterbrochen war und somit keine ununterbrochen limnische Phase darstellt. Die Sedimentstrukturen lassen keine Sedimentationsrhythmik erkennen, einige Grabbauten weisen auf Bioturbation und damit auf eine Zerstörung ursprünglicher Schichtungen hin.

Insgesamt ist aus dem Sedimentaufbau abzulesen, daß die Schichten im Liegenden äolischer Herkunft sind, wie es besonders durch den Dünenkörper im Profil P 70/1 dokumentiert ist. Danach folgte eine Phase stark schwankender Grundwasserspiegel mit zahlreichen Oxidations- und Reduktionserscheinungen sowie vermehrtem Pflanzenwuchs. Die zeitliche Stellung des Übergangs beider Phasen ist durch Datierungen an der Basis des Profils P 70/1 in das frühe Holozän zu stellen. Die dunkelgrauen Schichten sind als Relikte flacher Gewässer zu deuten, die episodisch existierten. Aus den vorliegenden Datierungen geht hervor, daß diese Bildungen dem postglazialen Klimaoptimum (Mittel-Holozän) zuzuordnen sind. Hier zeigt sich eine

Mehrphasigkeit der Bildungen im Zeitraum um 8210 ± 110 bzw. 7385 ± 175 sowie um 6500 J.v.h. Im Vergleich zu den heutigen Verhältnissen haben die flachen Wasserkörper größere Flächen eingenommen. Dies kann aus der weitflächigen Verbreitung der dunkelgrauen Sedimente gefolgert werden. Für diese Phase muß aufgrund der zahlreich in der Umgebung von Sayinwusu gefundenen neolithischen Mikrolithen, die zwischen den Dünen auf der Oberfläche der dunkelgrauen Sedimente durch Deflation angereichert sind, eine menschliche Besiedlung der Dünentalungen angenommen werden. Aus archäologischer Sicht (WAGNER 1995) lassen sich zwei Typen neolithischer Keramik unterscheiden:

Zum einen handelt es sich um graue, schwarze bis dunkelbraune dickwandige Keramik mit unbearbeiteten Oberflächen, die manchmal ein eingeritztes oder eingepprägtes Zick-Zack-Muster aufweisen (Foto 6 auf Tafel 12, Kap. 9.1). Diese Keramik wurde bei niedrigen Temperaturen gebrannt und ist typisch für Kulturen des frühen und mittleren Neolithikums, wie sie aus dem Einzugsgebiet des Liao-Flusses (NE-China) bekannt ist.

Seltener treten gelbe bis orangefarbene dünnwandige Keramikscherben auf, die bei hohen Temperaturen gebrannt worden sind. Ihre Oberflächen sind geglättet, poliert und bemalt. Die Art der Keramik und die Motive der Bemalung weisen Übereinstimmungen mit dem Majiayao-Komplex auf, der während des 3. Jahrtausend v. Chr. im Oberlauf des Gelben Flusses existierte.

Am häufigsten wurden neolithische Artefakte aus Flint und quarzhaltigen Gesteinen in Gestalt von Klingen (2 bis 4 cm Länge), Schabern und Abschlägen gefunden (Fotos 7 und 8 auf Tafel 12, Kap. 9.1). Sehr selten sind Reibesteine und zerbrochene Handmühlen, die zum Zerkleinern von Getreidekörnern dienten. Die archäologischen Funde sind ein Beleg dafür, daß Halbnomaden zumindest die Randbereiche der Badain Jaran Wüste besiedelten und daß Einflüsse unterschiedlicher Kulturen aktiv waren.

Die flachen Gewässer waren im frühen Holozän vermutlich höher mineralisiert, wie es durch die geochemischen Analyseergebnisse der Schichten 4 und 5 im Profil P 70/2 sowie das Fehlen von Mollusken dokumentiert ist. Süß- bis brackwasserhaltige flache Gewässer mit einer Molluskenfauna traten vermutlich erst im postglazialen Klimaoptimum auf. Die Toplagen der drei Profile sind mit ^{14}C -Daten von 5190 ± 85 (Profil P 70/1), 6555 ± 95 (Profil P 70/3) und 6540 ± 165 J.v.h. (Profil P 70/2) datiert. Danach ist mit einer Phase intensiver Deflation zu rechnen, so daß das Ausklingen der Feuchtphase nicht mehr von den Sedimenten dokumentiert wird.

4.4 Zusammenfassung: Fazies-Typen spätquartärer Sedimente

In der Zusammenschau der vorgestellten 17 Profile aus beiden Gewässergebieten lassen sich wiederkehrende sedimentologische, strukturelle und organische Merkmale zu Fazies-Typen zusammenfassen. Als Fazies wird im Sinne von CHROBOK et al. (1968) die Gesamtheit der Merkmale bzw. Merkmalskomplexe eines geologischen

Körpers in seinem jetzigen Zustand definiert. Die Gesamtheit der auftretenden Merkmale einer Fazies kann jedoch nicht von vornherein mit den Bildungsbedingungen des Ablagerungsmilieus verknüpft werden. Als Indikatoren des Sedimentationsmilieus wurden Trockenfall-Anzeichen, Schichtungen, Bioturbationsgrad, Mikrofossilien und Lebensspuren erfaßt. Darüber hinaus ließen sich bei einigen Profilen postsedimentäre Veränderungen der Lagerungsverhältnisse feststellen. Insgesamt lassen sich durch das Herausarbeiten gleicher Merkmalskombinationen vier Fazies-Typen unterscheiden, die im folgenden mit den Großbuchstaben A bis D benannt und beschrieben werden.

Fazies-Typ A (Seecarbonat)

Dieser Fazies-Typ umfaßt hellgraue bis weiße, carbonatreiche, in der Regel gut laminierte Schluffe (Profile P 09/1, P 09/2, P 11/2 bis P 11/4, P 34/4). Ihre Körnung ist relativ homogen bei weitgehend vertikaler Kontinuität. Untergeordnet treten feinsandige Beimengungen auf. Als besonderes Merkmal sind die z.T. hohen Gehalte an Mikrofossilien zu nennen. Hierzu zählen die Gehäuse von Gastropoden (*Gyraulus chinensis*, *G. albus*, *Radix aluminata*) und diverse Schalen von Ostrakoden (ganz überwiegend *Limnocythere inopinata*, untergeordnet *Darwinula stevensoni*), die für subsaline bis hyposaline Bedingungen charakteristisch sind. Die Carbonatgehalte liegen im Bereich zwischen 12,8 bis 22,0 %. Die semiquantitative Mengenabschätzung mittels Röntgendiffraktometrie ergab eine Dominanz silikatischer Anteile. Als Carbonatminerale wurde Aragonit und in geringeren Mengen auch Calcit nachgewiesen. Dieser Fazies-Typ ist eindeutig einem lakustrinen Sedimentationsmilieu zuzuordnen und kann als Seecarbonat bezeichnet werden.

Die Bankmächtigkeit reicht von 2 cm (P 11/3) bis zu 65 cm mächtigen Schichten (P 09/2), wobei die Ober- und Unterkanten deutlich ausgeprägt sind. Aus dem Vorkommen evaporitisch verhärteter Lagen, die von sandigen Einschaltungen überdeckt werden, kann ein Trockenfallen der Gewässer gefolgert werden (Profil P 34/4). Diese Trockenfallanzeichen belegen eine mehrmalige Unterbrechung der Seecarbonatbildung.

Ausweislich der ¹⁴C-Daten ist die Alterstellung im Bereich > 10 000 Jahre v.h. anzusetzen. Dieser Fazies-Typ ist ausschließlich im nördlichen Gewässergebiet in Positionen zwischen 15 und 35 m über den heutigen Seespiegelständen verbreitet. Die höchsten Fundstellen sind durch die Profile P 11/2 bis P 11/5 bzw. P 09/1 und P 09/2 bei den Seen Huhejaran und Cheligeri (Hv 22001 und Hv 22002) dokumentiert, wo die Höhenlage mittels Höhenmesser auf 35 m über dem gegenwärtigen Seespiegel ermittelt wurde. Eine weitere Fundstelle wurde per Nivellement für das Profil P 34/4 (Proben Hv 21920, Hv 21921) am See Nuoertu mit 15,4 m relativer Höhe vermessen.

Die Genese der Seecarbonate ist auf eine biogene Calcium-Anreicherung durch kalkabscheidende Organismen zurückzuführen. Die Herkunft des Calciums in einem Gebiet mit überwiegend silikatischen Lockergesteinen

kann auf die Zufuhr mit dem Grundwasser erklärt werden, wie es auch gegenwärtig in den subsalinen Gewässern im südlichen Gebiet der Fall ist. Als Ablagerungsmilieu der Seecarbonate sind grundwassergespeiste, sub- bis schwach hyposaline, gut durchlichtete Flachseen anzunehmen. Die Laminierung der Schichten und das Fehlen bioturbater Schichtzerstörung ist möglicherweise darauf zurückzuführen, daß in dem Gewässer eine Chemokline ausgeprägt war. Nach dem Austrocknen dieser Gewässer wurde das organische Material im Kontakt mit der Umgebungsluft oxidiert. Als Folge nehmen die Gehalte an organischer Substanz ab und die Farbe des Substrats ändert sich von ehemaligen dunkelgrauen zu eher hellgrauen bis nahezu weißen Sedimenten. In der Fachliteratur werden vergleichbare fossile Pendanten von Seecarbonaten aus dem ariden Klimabereich der südöstlichen Sahara bei HOELZMANN (1993) und KRÖPELIN (1993) beschrieben. Die genaue Genese der Seecarbonate ist für den ariden Klimabereich noch weitgehend ungeklärt.

Fazies-Typ B (Kalktuff)

Dieser Fazies-Typ umfaßt poröse, weiße bis hellgraue Kalktuffe, deren Gefügemerkmale durch blasenartige, sekundär mit Aragonit gefüllte Hohlräume bestimmt werden. Sie ähneln den Sichelzellen-Kalksteinen und bestehen ganz überwiegend aus Aragonit, wobei untergeordnet silikatischer Detritus vorkommt. Als größte Bankmächtigkeit wurden 3 m am Profil P 18/1 gemessen, wobei durchaus mächtigere Kalktuffbänke im Untergrund zu erwarten sind. Die Kalktuff-Bildungen haben ihr rezentes Analog in den Mikrobialithen und treten nur in den Mischbereichen zwischen subsalinen Grundwasser-austritten und höher mineralisierten Wasserkörpern auf, so daß es sich hier letztlich um lakustrine Bildungen handelt. Die Kalktuffe treten morphologisch als bankartige Härtlinge in Erscheinung (Profil P 18/1) und sind somit Seespiegelmarken.

Fazies-Typ C (dunkelgraue, homogene, semilakustrine Sedimente)

Zu diesem Fazies-Typ gehören die dunkelgrauen bis schwarzen, ungeschichteten, schluffig-feinsandigen Sedimente, die häufig Merkmale intensiver Bioturbation in Gestalt von Wohn- und Grabbauten aufweisen. Die Gehalte an organischem Kohlenstoff liegen im Bereich von 0,3 bis 1,0 % und sind somit deutlich höher als bei den anderen Fazies-Typen. Die Carbonatwerte betragen < 5 %. Auf der Oberfläche der stark korradierten Sedimente - dagegen seltener in situ - sind zahlreiche Schnecken Gehäuse angereichert (*Radix aluminata*, *R. auricularia*, *Lymnaea stagnalis*, *Gyraulus chinensis*, *G. albus*). Dieser Fazies-Typ ist im Unterschied zum Fazies-Typ A in beiden Gewässergebieten vertreten, wobei als höchste Positionen über dem gegenwärtigen Seespiegel 8,0 m am See Zhalate (Hv 20482) bzw. 5,6 m am Flachsee Sayinwusu im südlichen Seengebiet einmivelliert wurden.

Seine zeitliche Stellung ist dem holozänen Klimaoptimum (5500 bis 7500 J. v. h.) zuzuordnen.

Die Sedimente weisen weder eine Laminierung noch Anzeichen von laminoidalem Gefüge auf. Dies steht im Zusammenhang mit der intensiven Bioturbation. Oxidations- und Reduktionsanzeichen belegen, daß diese Sedimente im Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels gelegen waren.

Die Körnung zeigt ein mäßig sortiertes schluffiges Sediment mit bi- bis polymodaler Korngrößenverteilung. Im Unterschied zu den rezenten subhydrischen Sedimenten mit unimodalen Kornpopulationen zeichnet sich hier der Eintrag von löß- bzw. sandlößartigen äolischen Sedimenten ab. Die Ablagerung und Fixierung von Sandlöß, die während des postglazialen Klimaoptimums in den Gebirgen (LEHMKUHL 1997 b) und Gebirgsvorländern Zentralasiens (HOFMANN 1993) nachweisbar ist, wurde durch die insgesamt höhere Bodenfeuchte sowie eine dichtere Vegetationsdecke begünstigt. Es bildeten sich dünne sandlößähnliche Decksedimente in den Dünenentalungen, deren Humusanreicherung und eine - wenn auch geringe - Tonbildung und -verlagerung auf eine initiale Bodenbildung schließen lassen.

Neben der schwarzen Farbe ist dieser Fazies-Typ durch eine zuweilen dichte Streu von neolithischen Artefakten und Keramikresten als Relikten menschlicher Siedlungen gekennzeichnet. Die weiträumig und zuweilen in erstaunlicher Dichte anzutreffenden Oberflächenfundplätze lassen darauf schließen, daß dem Menschen im

zunehmendem Maße Siedlungsflächen zur Verfügung standen. Schon aus dieser Tatsache läßt sich ableiten, daß die Gewässer zum Zeitpunkt der Besiedlung nur eine geringe Fläche der Dünenentalungen beansprucht haben können.

Als weiteres Merkmal enthalten die Sedimente dieses Fazies-Typs Wurzel- und Stengelröhren (Rhizolithe) als Relikte einer vorzeitlichen Vegetationsdecke. Entlang der Wurzelbahnen der vorzeitlichen Vegetation bildeten sich Eisen- und Manganüberzüge, die primär als erdige, weiche Ausfällungsprodukte entstanden und bei längerer Exposition an der Luft zu röhrenförmigen Gebilden verkrusteten. An einigen Stellen (Lokalität Womjenjaran, P 59/1, Kap. 4.3.1.1) weist die Intensität der Verkrustung und das Vorkommen amorpher Eisenminerale darauf hin, daß es sich um Relikte von Sumpferzen handelt. Diese Bildungen entstehen, wenn saure Grundwässer in das mit Sauerstoff gesättigte Wasser von Sumpfflächen einsickert. Durch den Anstieg des Eh- und pH-Werts - bezogen auf das Grundwasser - findet eine Ausfällung des Fe²⁺ in Form des Fe-III-hydroxids statt (TUCKER 1996). Die Intensität der Inkrustierung ist sehr verschieden und reicht von gut ausgebildeten röhrenförmigen Krusten (Durchmesser ca. 1 bis 2 Zentimeter) bis zu kaum verfestigten Anreicherungs-zonen, die im Sediment die ursprüngliche Pflanzenstruktur nachzeichnen. Schwankende Bodenfeuchtegehalte bzw. Grundwasserspiegel begünstigten diesen Prozeß, wobei die Extremzustände von längerer Überstauung mit Ausbildung flacher Gewässer und einer entsprechenden Gastropoden-

PROFIL	P 25/1	P 59/1	P 59/1	P 70/1	P 70/1	P 70/1	P 70/1
Schicht	2	3	6	1	2	3	4
Gesamtpollensumme	41	17	51	600	20	30	1200
Gehölzpollen							
<i>Quercus</i>	1						
<i>Ulmus</i>	1						
<i>Betula</i>		1	3				
<i>Picea</i>	1		4				
<i>Pinus</i>	1	2	12				3
<i>Juniperus</i>	3	1	6				
NBP							
<i>Artemisia</i>	8	6	4		8	3	9
<i>Chenopodiaceae</i>		3	5	2	2		3
<i>Compositae</i>							3
<i>Cyperaceae</i>	2						
<i>Ephedra</i>				2	2		
<i>Nitraria</i>				596	2	27	1182
<i>Lilia</i>			1				
<i>Gramineae</i>		1	10		6		
<i>Ranunculaceae</i>	2	1	2				
<i>Rosa</i>	4						
<i>Hippophae</i>	2						
<i>Dinoflagellates</i>	16	2	4				

Tab. 15: Ergebnisse der Pollenanalysen semilakustriner Sedimente der Profile P 25/1 (Schicht 2 in Abb. 46), P 59/1 (Schicht 3 und 6 in Abb. 50) und P 70/1 (Schicht 1 bis 4 in Abb. 51). Aufgrund der geringen Zahl an Pollenkörnern wurde auf eine Umrechnung in [%] verzichtet.

fauna bis zu Phasen der Austrocknung und höheren Grundwasserflurabständen reichten.

Insgesamt lassen sich als Ablagerungsmilieu keine perennierenden Gewässer, sondern eher weitflächige semiaquatische Landschaften mit hohem Grundwasserspiegel rekonstruieren, in denen auch Sumpfböden existierten. Dies würde das Fehlen einer Ostrakodenfauna erklären, während die Gastropodenfauna durchaus längere Zeiten der Trockenheit durch Eingraben in den feuchten Untergrund überstehen kann. Verbreitung und Höhenlage dieser semilakustrinen Fazies deuten auf eine beträchtliche Ausdehnung der semiaquatischen Landschaft in den Dünentalungen hin. Grob geschätzt läßt sich das Flächenverhältnis zwischen den rezenten Gewässern und der maximalen Verbreitung dieser Fazies aus der Beilage 4 ersehen, da die dort in der Legende als „present bolsons“ ausgewiesenen Flächen in etwa mit der Verbreitung dieser Fazies übereinstimmen. Die pollenanalytischen Untersuchungen der Profile P 25/1 (Schicht 2), P 59/1 (Schicht 3 und 6) und P 70/1 (Schicht 1 und 4) zeigen eine relativ gleichförmige Vegetation (Tab. 15), die in der Artzusammensetzung mit der heutigen Vegetation vergleichbar ist (Abb. 40, Kap. 3.6.3). Die geringe Gesamtzahl an Pollenkörnern je Probe ist möglicherweise auf die schlechten Erhaltungsbedingungen zurückzuführen.

Fazies-Typ D (verfestigter Dünensand)

Hierunter werden die grauen, sandsteinähnlich verfestigten Schichten zusammengefaßt, die aufgrund ihrer höheren

morphologischen Wertigkeit Geländestufen bilden (Profile P 09, P 11 und P 25). Die feinsandigen Dünensande weisen ausgeprägte Kreuzschichtungen auf. Der ursprüngliche Schichtverband wurde sekundär vermutlich durch tektonische Überprägung schollenartig gegeneinander versetzt. Am Profil P 09/1 konnte sogar festgestellt werden, daß einzelne Sedimentpakete saiger aufgerichtet waren. Der Porenraum ist durch Zemente verfestigt, die nach röntgendiffraktometrischen Untersuchungen aus Dolomit bestehen. Insgesamt sind sie als Relikte der ältesten Dünengeneration zu deuten, deren Verbreitung weitflächig im tieferen Untergrund anzunehmen ist. Nach den bisherigen Untersuchungen tritt dieser Fazies-Typ nur im nördlichen Gewässergebiet auf.

Im Vergleich beider Gewässergebiete zeigt sich hinsichtlich der morphologischen Hinterlassenschaften ein wenig differenziertes Bild. Terrassenbildungen treten im nördlichen Gewässergebiet nicht auf. Vielmehr handelt es sich bei den beschriebenen Seecarbonaten um isolierte Erosionsreste, die stets an tektonisch verstellte Schichten des Fazies-Typs D gebunden sind. Im südlichen Gewässergebiet bilden die semilakustrinen Sedimente (Fazies-Typ C) insbesondere bei Womenjara (S 59) und etwas undeutlicher auch bei Sayinwusu (S 70) Böschungen von einigen Dekametern Länge und einer relativen Höhe von 5 bis 6 m. Ihnen wird jedoch kein Indikatorwert als echte See-Terrassen zugesprochen, zum einen wegen der tektonischen Überprägung und zum anderen wegen des Fehlens einer eindeutig lakustrinen Fazies.

5. Rekonstruktion der spätquartären Gewässerentwicklung und Vergleich mit den rezenten Verhältnissen

Jedes Gewässer besteht aus drei unabdingbaren Elementen: der Vertiefung, dem Wasserkörper und den lakustrinen Ablagerungen (JUNG 1994). In diesem Kapitel erfolgt eine Synthese der vorgestellten Befunde mit dem Ziel, die geoökologischen Zusammenhänge der rezenten Gewässer zu charakterisieren und ein Modell der spätquartären Gewässerentwicklung zu erarbeiten. Zunächst gilt es, die geomorphologisch-geologischen Grundbedingungen für die Seebildung, nämlich die Entstehung von Hohlformen, zu erläutern (Kap. 5.1). Im Anschluß daran erfolgt eine Zusammenschau der vorliegenden hydrochemischen, hydrologischen, klimatischen und sedimentologischen Daten beider Gewässergebiete mit dem Ziel, den Wasserhaushalt und das Ablagerungsmilieu der rezenten Gewässerökosysteme zu beschreiben (Kap. 5.2). Die aktuellen Verhältnisse werden mit den Fazies-Typen der spätquartären Sedimente (Kap. 4.4) zur Rekonstruktion des vorzeitlichen lakustrinen und semilakustrinen Ablagerungsmilieus verglichen (Kap. 5.3). Um eine zuverlässige geochronologische Einordnung der vorzeitlichen Sedimente überhaupt zu ermöglichen, wird eine Kalibrierung zur Dimension des Reservoir-Effekts an einem Fallbeispiel (See Nuoertu, S 34) vorgestellt (Kap. 5.4). Die Zusammenstellung paläolimnologischer Befunde aus benachbarten Regionen Zentralasiens (Kap. 5.5) stellt eine Vergleichsgrundlage für die Rekonstruktion der Gewässerentwicklung im Arbeitsgebiet dar. Den Abschluß bildet eine Zusammenschau der Befunde (Kap. 5.6) in Form eines Modells der Gewässerentwicklung, wobei eine Gewichtung der hydrologischen und klimatischen Randbedingungen vorgenommen wird.

5.1 Zum Problem der Seebeckengenesse

In Anbetracht der bedeutenden Unterschiede beider Gewässergebiete hinsichtlich der Gewässertiefen und der Position der Gewässer in Bezug zum Dünenkörper stellt sich die Frage nach den Faktoren der Beckengenesse. Hierbei sind die Prozesse der Beckenbildung, der Beckenerhaltung, der Beckenfüllung und der Gewässerbildung zu unterscheiden. Im folgenden werden daher einzelne Faktoren aufgeführt und in Bezug auf ihre Wirksamkeit diskutiert.

Ein morphologisch entscheidender Faktor der Beckenbildung in der Höhenstufe des aerodynamischen Reliefs ist die Deflation (CURREY 1994). Die Ausblasung von Lockermaterial ist bei fehlender Vegetationsdecke und trockenen sandigen Substraten sehr wirksam. Durch Deflation wird allmählich die Landoberfläche tiefer gelegt, bis sie den lokalen Grundwasserspiegel erreicht bzw. ein steigender Grundwasserspiegel die Deflationswanne mit Wasser füllt. Das Ausmaß der Übertiefung ist neben den aerodynamischen Prozessen von der Beschaffenheit des Untergrundes abhängig. Im südlichen Gewässergebiete stehen Fanglomerate und schluffig-tonige Playasedimente relativ dicht unter der Oberfläche an. Während erstere als Grundwasserleiter fungieren, stellen letztere die wasserstauenden Sohlschichten dar. Sobald die sandigen Deckschichten abgeweht und die verfestigten Sedimente freigelegt sind, nimmt das Ausmaß der Übertiefung bei den

morphologisch widerständigeren Schichten ab.

Die geomorphologisch-sedimentologischen Befunde sowie die geologischen Rahmenbedingungen zeigen, daß tektonische Bewegungen einen prägenden Einfluß ausüben. Darauf weisen Hamischflächen und bruchschollenartig versetzte Sedimentpakete hin, die nicht nur in groben Fanglomeraten, sondern auch in Seecarbonaten auftreten. Wie das Erdbeben vom April 1927 zeigte, können sich diese Prozesse ruckartig ereignen. So traten am Nordufer des Sees Nuoertu Erdspalten von mehreren hundert Metern Länge auf, die nach mehreren Tagen wieder versandeten. Am Südufer standen ursprünglich landfeste Bereiche einige Dezimeter unter Wasser (Abb. 37, Kap. 3.6.2.3.1). In den riffartigen Kalktuffen traten mehrere Zentimeter breite Risse auf. Anhand der Beilage 3 ist ersichtlich, daß sich im Arbeitsgebiet zwei Hauptstörungen in schiefen Winkeln kreuzen. Die Kreuzungspunkte der Störungen stellen Schwächezonen dar, in denen sich bevorzugt Hohlformen bilden können. Die gitternetzartige Anordnung der Seebecken im nördlichen Gewässergebiete weist demnach Übereinstimmungen mit tektonischen Störungsmustern auf (ZHENG et al. 1993). Eine rein tektonische Genese der Becken ist wegen der mangelnden Kenntnis des Untergrundes vorerst als spekulativ zu betrachten.

Als weiterer Faktor ist die Korrosion zu nennen, die zur Bildung von Lösungshohlformen bis hin zu Einbruchbecken führen kann. Bisher konnte die Voraussetzung entsprechender geologischer Bedingungen nicht nachgewiesen werden. Das Auftreten gipshaltiger Gesteinsformationen der Kreidezeit ist im tieferen Untergrund laut Angaben der Beilage 3 durchaus möglich. Carbonatgesteine - mit Ausnahme der lakustrinen Kalktuffbildungen - sowie saline Ablagerungen sind bisher weder im Arbeitsgebiet noch in seiner näheren Umgebung festgestellt worden.

Hinsichtlich der Phase der Beckenerhaltung stellt sich insbesondere im nördlichen Gewässergebiete die Frage, wodurch die steilwandigen Uferbereiche stabilisiert werden. Dies ist gerade in einem äolisch dominierten Sedimentationsmilieu erstaunlich. Hier besteht ein enger Zusammenhang mit den kalktuffbildenden Biofilmen (Mikrobialithe) und dem flächenhaften Eindringen des Grundwassers. Im Mischungsbereich zwischen Grundwasser und hypersalinem Seewasser wachsen die Kalktuffe flächenhaft in der Uferregion und stabilisieren die Beckenränder, so daß Hangneigungen von 20 bis 25° entstehen. Diese Bereiche können als Schlammbarriere (mud mounds im Sinne von REITNER et al. 1995) bezeichnet werden. Die riffartigen Kalktuffe sind dagegen an punktuelle Grundwasseraustritte gebunden. Somit sind die Seebecken im Litoral durch Kalktuffbarrieren und im Profundal durch die Sandmudden abgedichtet. Bei Änderung der hydrologischen Gewinngrößen wachsen die Kalktuffe entsprechend mit. Auf der Basis der in Kap. 4.2.3.1 vorgestellten ¹⁴C-Daten kann das Wachstum der Kalktuffe überschlägig auf 2 mm/Jahr geschätzt werden. Somit läßt sich aus der Höhe der pfeilerartigen Kalktuffbildungen im See Nuoertu, die sich bis zu 12 m über den

Seeboden erheben, eine Bildungszeit von ca. 6000 Jahren ableiten. Demzufolge existiert der See Nuoertu mindestens seit dem Mittel-Holozän. Kommt es zu einer Seespiegelabsenkung, so verkarsten die subaerisch exponierten Gebilde und werden erodiert. Erosionsreste sind nur in bestimmten Gunstlagen erhalten (Profil P 18, Kap. 4.2.3). Analoge Beispiele sind die Kalktuffbarriere-Seen aus gebirgigen Bereichen Zentralafghanistans (Band-I-Amir, 36°N/67°40'E, 2916 m ü.d.M.), wo mehrere hintereinander liegende Gewässer eine Seentreppe bilden. Das Damnwachstum der Seen gibt JUNG (1994: 134) mit Werten zwischen 2 und 3 mm/Jahr an.

Unter Abwägung der genannten Faktoren der Beckenbildung sind die Becken in beiden Gebieten zunächst als Ausblasungshohlformen angelegt worden. Die weitere Entwicklung verlief in beiden Gebieten unterschiedlich: während im südlichen Gewässergebiet die flachen Deflationswannen im Initialstadium der Beckenbildung blieben, entstanden im nördlichen Gebiet komplexe, polygenetische Becken durch das Wachstum der Kalktuffbarrieren. Inwieweit neben der Deflation auch tektonische oder korrosive Prozesse von Bedeutung waren, bleibt ohne nähere Kenntnis des Untergrundes spekulativ. Mit Sicherheit haben im Anschluß an die Beckenbildung in der Phase der Beckenerhaltung Kalktuffbarrieren den Litoralbereich stabilisiert. Eine Abdichtung an der Gewässersohle ist in beiden Gewässergebietern durch die Sandmudden im Profundal gegeben. Inwiefern es sich bei den Seen des nördlichen Gewässergebietes möglicherweise um treppenartig angeordnete Seen in vorzeitlich gebildeten und nunmehr sandverfüllten Talungen handelt, kann vorerst nur spekulativ bleiben. Die Klärung dieses Problems kann nur durch den Einsatz geophysikalischer Methoden herbeigeführt werden.

Die flachen, muldenartigen Seebecken im südlichen Gewässergebiet sind als Deflationswannen angelegt worden. Kalktuffbildungen treten hier in keinem Fall auf, so daß eine Stabilisierung der Beckenränder fehlt. Mit der Verlagerung der aktiven Sandschweife ändert sich die Gewässerfläche der paarweise angeordneten Flachseen.

Eine Verfüllung der Becken erfolgt in beiden Gebieten hauptsächlich durch den äolischen und gravitativen Eintrag klastischer Komponenten der Feinsand- und Schlufffraktion. Zusätzlich ist in Seen mit Salzgehalten > 190 g/l eine Salzausfällung aus der übersättigten Lauge des Wasserkörpers gegeben. Von entscheidender Bedeutung für die aktuelle Beckenfüllung ist die Größe der Gewässer sowie ihre Lage zum Dünenkörper. Im nördlichen Gewässergebiet befinden sich die Seebecken unmittelbar am Hangfuß des Leehangs, wo die Megadünen mit bis zu 380 Höhenmetern ihre größten Ausmaße erreichen. Dieser Bereich ist relativ windgeschützt. Da die äolische Umlagerung der Sande ganz überwiegend den Kammbereich und Sekundärdünen auf den Flanken bzw. in den Dünentalungen betrifft, ist der äolische Eintrag relativ niedrig. Lediglich durch Rutschungsloben an den steilen Leehängen können größere Sandmengen in die Gewässer gelangen. Im Gegensatz dazu sind die Seebecken des südlichen Gewässergebietes im Bereich der aktiven

Sandschweife am Ansatzpunkt der Megadünen gelegen (Fotos 5 und 7 auf Tafel 6, Kap. 9.1), wo starke Verwirbelungen und hohe Windgeschwindigkeiten auftreten können. Diese turbulenten Strömungen verlaufen auf dem leewärtigen Dünenhang parallel zum Dünenkamm und weisen bei Sandstürmen hohe kinetische Energie am Ansatzpunkt der Sandschweife auf. Die Sandschweife unterliegen dadurch einer ständigen Umlagerung, wobei die flachen Gewässer durch Vorrücken des Dünenhangs allmählich verfüllt werden. Die im Vergleich zum nördlichen Gewässergebiet höheren Sedimentationsraten von 5 mm/Jahr lassen den Schluß zu, daß die Becken in Zeiträumen von einigen hundert Jahren verfüllt werden können und die Flachseen somit kurzlebige Erscheinungen sind.

Im nördlichen Gewässergebiet sind die Sedimentationsraten (Mittelwert 1.9 mm/Jahr) etwa um den Faktor 2.6 niedriger, so daß die Verfüllung langsamer vonstatten geht. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, daß die Kalktuffbarrieren bei steigendem Seespiegel mitwachsen und dadurch eine Volumenzunahme bei relativ kleiner Flächenzunahme erfolgt. Dies erhöht zusätzlich die Lebensdauer des Gewässers, da flache Seen mit großer Flächenausdehnung eine größere Verdunstungsrate haben als tiefe Seen mit konstanter Gewässerfläche.

Das Ausmaß der rezenten saisonalen Spiegelschwankungen kann überschlägig < 50 cm geschätzt werden. In seltenen Fällen wie dem Erdbeben vom Mai 1927 treten jedoch abrupte Spiegelschwankungen auf, die diese Größenordnung überschreiten können.

5.2 Wasserhaushalt und Ablagerungsmilieu der rezenten Gewässerökosysteme

5.2.1 Wasserhaushalt

Zur Betrachtung des Wasserhaushalts ist zunächst eine Wasserbilanz aufzustellen, um die Parameter Niederschlag, Zufluß, Abfluß und Verdunstung überschlägig zu quantifizieren. Da es keine oberirdischen Zu- und Abflüsse gibt, sind für den Wasserhaushalt folgende hydrologischen Gewinn- und Verlustgrößen zu berücksichtigen:

$$N + Z_u = A_u + V + S$$

mit

N = Niederschlag, Z_u = unterirdischer Zufluß, A_u = unterirdischer Abfluß, V = Verdunstung, S = Speicherung.

Die Flächengrößen der Bilanzierung beziehen sich auf die Angaben der Tab. 16 (Teil A), wobei das nördliche bzw. südliche Gewässergebiet getrennt berechnet wird. Demzufolge sind auf einer Fläche von 2852 km² (Gesamtfläche des Katastergebietes, Beilage 5) insgesamt 16,92 km² offener Gewässerflächen vorhanden, von denen 15,2 km² auf das nördliche und 1,72 km² auf das südliche Gewässergebiet entfallen. Bei den hydrologischen Gewinngrößen ist für den Niederschlag ein Jahresmittel von 80 mm anzunehmen (Kap. 2.5), während der unterirdische Zufluß nicht direkt ermittelt werden kann.

Der Wasserverlust durch Verdunstung von der Seeoberfläche ist im wesentlichen abhängig von der Lufttemperatur, der Luftfeuchtigkeit, der Windgeschwindigkeit, der Wassertemperatur und der Größe der Seefläche. Da Messungen der aktuellen Evaporationsmengen aus dem Arbeitsgebiet aufgrund des hohen technischen Aufwandes nicht durchführbar waren, beruhen die folgenden Angaben auf Schätzwerten. Die aktuelle Evaporation von Wasserflächen geschlossener hydrologischer Systeme kann nach der Methode von COLE (1968) aus der mittleren jährlichen Lufttemperatur und der mittleren Jahresniederschlagssumme mittels eines Diagramms geschätzt werden (Abb. 57). Für das Katastergbiet wird die Jahresmitteltemperatur von 8,8°C (Station Yabrai, Abb. 9, Kap. 2.5) angenommen.

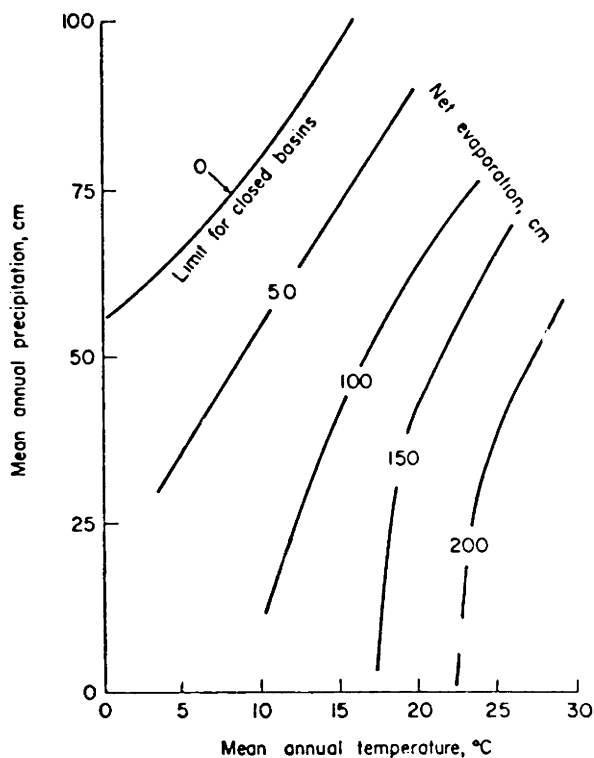


Abb. 57: Zusammenhang zwischen aktueller Evaporation (cm), mittlerer jährlicher Lufttemperatur (°C) und mittlerer Jahresniederschlagssumme (cm) in Seen geschlossener hydrologischer Becken (COLE 1968, zit. n. HAMMER 1986: 25).

Demzufolge liegt die aktuelle Evaporation im Bereich von 1000 mm/Jahr. Im Vergleich zur potentiellen Evaporation (2500 mm, Kap. 2.5) scheint dieser Wert zu gering gewichtet zu sein. Zur Minimierung der Schätzfehler werden in der folgenden Berechnung Jahresmittel von 1500 mm bzw. 2000 mm berücksichtigt (Tab. 16). Angaben zum unterirdischen Abfluß und dem Speicher-

vermögen (Ausnahme: S 34) sind aufgrund fehlender Daten zwar nicht möglich, dennoch reicht der Vergleich zwischen Niederschlag und Verdunstung für eine Abschätzung der Wasserbilanz aus. Aus der hypothetischen Wasserbilanz geht hervor, daß eine Existenz perennierender Seen bereits dann gegeben ist, wenn die Evaporationsverluste der Gewässer (1500 mm bis 2000 mm Wassersäule pro Jahr) durch eine Grundwasserneubildungshöhe von 16,5 mm bzw. 22,0 mm ausgeglichen werden. Dies entspricht einem Anteil von nur 20,6 % bzw. 27,5 % an der Jahresniederschlagssumme sowie einer mittleren jährlichen Grundwasserneubildungsrate von 0,5 bzw. 0,7 l/s x km². Die Werte sind der Tab. 16 getrennt nach Gewässergebieten zu entnehmen. Zur Überprüfung der letztgenannten Werte kann die Grundwasserneubildungsrate aus den Chlorid-Konzentrationen des Grundwassers und des Niederschlags nach der Formel von SCHULZ (1972) ermittelt werden:

$$G = (N - A_o) \times Cl_N / Cl_{Gw}$$

mit G = Grundwasserneubildungsrate, N = Niederschlagshöhe, A_o = oberirdischer Abfluß, Cl_N = Konzentration der Chloride im Niederschlag (Gebietsmittelwert, s. Tab. 38 in Kap. 9.3), Cl_{Gw} = Konzentration der Chloride im Grundwasser (Gebietsmittelwert, s. Tab. 34 in Kap. 9.3).

Als Gebietsmittelwerte der Chloridkonzentration wurden 7,4 mg/l Cl⁻ für das Regenwasser (arithmetisches Mittel von 10 Regenwasserproben aus dem Katastergbiet, Kap. 9.3) sowie 374 mg/l Cl⁻ für das Grundwasser eingesetzt (arithmetisches Mittel der Chloridkonzentration beider Gewässergebiete in Tab. 34, Kap. 9.3). Dieses Modell geht von der Annahme aus, daß eine Chloridzufuhr ausschließlich über Niederschläge erfolgt und durch Gebietsverdunstung ein Teil des Niederschlags chloridfrei in die freie Atmosphäre zurückgeführt wird. In dem verbleibenden, dem Grundwasser zusickernden Anteil des Niederschlags muß daher die Chloridkonzentration gegenüber der ursprünglichen Konzentration im Niederschlag zunehmen (HÖLTING 1984; FREEZE & CHERRY 1979). Unter Annahme eines oberirdischen Abflusses von 5 mm ergibt sich eine Grundwasserneubildungsrate von G = 1,5 l/s x km². Hierbei handelt es sich um Maximalangaben, die um den Faktor 2 über den Werten der Tab. 16 liegen.

Hierbei ist zu berücksichtigen, daß das Grundwasser des südlichen Gewässergebietes (546 mg/l Cl⁻) wegen der dort vorhandenen Salinar-Anomalie wesentlich höher mineralisiert ist als im nördlichen Gebiet. Ein Grundwasseranstrom im Sinne eines „base flow“ aus entfernteren Gebieten kann durchaus gegeben sein, die Existenz der Gewässer ist jedoch bereits durch eine Grundwasserneubildungshöhe von 16,5 bis 22,0 mm erklärbar. Wie die Messungen bei außergewöhnlichen Niederschlagsperioden belegen (Kap. 2.5.1), kann diese Menge in sehr kurzen Zeiträumen durchaus infiltrieren. Ferner ist der Jahresgang der aktuellen Evaporation zu berücksichtigen, wobei die Verdunstung im Winter bei

Wasserbilanz (A)	NORD	SÜD
Fläche des Gewässergebiets [km ²]	1380	160
Gesamtfläche der Gewässer [km ²]	15,2	1,74
Verlust [m ³] bei 1500 mm Verdunstung	22,8 x 10 ⁶	2,61 x 10 ⁶
Anteil des Niederschlags an der Grundwasserneubildung in [mm] bzw. [%]	16,5 mm 20,6 %	16,3 mm 20,4 %
Grundwasserneubildungsrate [l/s x km ²]	0,5	0,5
Verlust [m ³] bei 2000 mm Verdunstung	30,4 x 10 ⁶	3,48 x 10 ⁶
Anteil des Niederschlags an der Grundwasserneubildung in [mm] bzw. [%]	22,0 mm 27,5 %	21,8 mm 27,2 %
Grundwasserneubildungsrate [l/s x km ²]	0,7	0,7

Salzbilanz ausgewählter Gewässer (B)	S 34	S 15	S 81	S 79
Fläche [km ²]	1,75	0,98	0,1	0,07
mittl. Tiefe [m]	10,3	5,0	1,0	0,35
Volumen des Gewässers [m ³]	1,8 x 10 ⁷	5 x 10 ⁶	1 x 10 ⁵	2,1 x 10 ⁴
SEEWASSER (SW)				
Proben-Nr. (Kap. 9.3)	S 3401	S 1501	S 8102	S 7901
Salzgehalt [g/l]	99,0	251,6	1,7	334,4
Chloridgehalt [mg/l]	27620	77120	419	88080
GRUNDWASSER (GW)				
Proben-Nr. (Kap. 9.3)	G 3401	Q 1501	G 8001	G 7901
Salzgehalt [g/l]	395,6	333,4	1314,3	482,2
Chloridgehalt [mg/l]	64,0	53,3	214,4	118,0
Anreicherungsfaktor SW/GW bezogen auf den Chloridgehalt	432	1447	2	746
Dauer des Gesamtaustauschs des Wasserkörpers (Angabe in Jahren)	5,1	2,6	0,5	0,15
Häufigkeit des Gesamtaustauschs pro Jahr	0,19	0,39	2,0	6,6
Szenario: Dauer (Jahre) bis zur Erreichung eines Salzgehalts von 190 g/l im Seewasser	1300	220	70	45
Szenario: jährliche Erhöhung der Salzkonzentration (g/l) des Seewassers	0,07	0,28	2,62	3,21

Tab. 16: Berechnung hypothetischer Grundwasserneubildungsraten beider Gewässergebiete (Nord bzw. Süd) zur Ermittlung der Wasserbilanz (A) und der Salzbilanz ausgewählter Gewässer (B) bei einer angenommenen jährlichen Verdunstung von 2000 mm. Das Szenario der letzten zwei Zeilen in Tab. 16 B geht von der Annahme aus, daß nur ein Zufluß, aber kein Abfluß stattfindet.

Eisbedeckung der Gewässer sehr niedrige Werte einnimmt. Der Koeffizient des unterirdischen Abflusses läßt sich für geschlossene Becken nach der Formel von GROSJEAN (1994) ermitteln:

$$E_w = P_w + P_L \times i_L$$

mit

E_w = Verdunstung über der Wasserfläche

P_w = Niederschlag über der Wasserfläche

P_L = Niederschlag über der Landfläche d. Einzugsgebietes

i_L = Koeffizient des unterirdischen Abflusses.

Demnach beträgt der Abflußkoeffizient 0,21 in beiden Gewässergebieten.

Zusätzlich zur Wasserbilanz kann aufgrund der detaillierten hydrochemischen Daten eine Salzbilanz ermittelt werden, um weitere Aussagen zum Wasserhaushalt abzuleiten. Dies sei exemplarisch für die Gewässer S 15, S 34, S 79 und S 81 berechnet, die die Spannweite von hypersalinen bis subsalinen Gewässern sowie meromiktischer Verhältnisse (S 15, S 79) umfassen. Hierzu werden die Salzgehalte sowie die Chloridgehalte des Grundwassers und Seewassers benötigt. Unter der Annahme, daß die Verdunstungsverluste in Höhe von 2 m Wassersäule pro Jahr und Quadratmeter durch den Grundwasseranstrom ausgeglichen werden, ergibt sich aus dem Salzgehalt des Grundwassers ein quantifizierbarer

Salzeintrag. Auf dieser Grundlage läßt sich ein Szenario berechnen, als dessen Randbedingung eine Grundwasserneubildung durch versickertes Regenwasser angenommen wird, wobei das Gewässer neben diesem Zufluß jedoch keinen unterirdischen Abfluß hat. Bei fehlendem unterirdischen Abfluß läßt sich bei konstantem Seevolumen berechnen, in welchem Zeitraum die jährliche Erhöhung der Konzentration infolge Verdunstung zu einem Gesamtsalzgehalt von 190 g/l führen würde. Diese Konzentration wird als kritischer Wert für die Salzbilanz angesehen, da bei deren Überschreitung eine Abscheidung von Salzmineralien (insbesondere Natriumsulfat) am Seeboden und somit ein Salzaustrag stattfindet. Zur Berechnung des Zeitraums, innerhalb dessen ein Gesamtaustausch des Wasserkörpers durch Verdunstung stattfindet, muß neben der Verdunstungsmenge das Volumen des Gewässers bekannt sein. Während das Volumen des Salzsees Nuortu (S 34) aufgrund des Tiefenlinienplans (Abb. 12, Kap. 3.2) genau berechnet werden konnte, sind für die anderen Gewässer nur Schätzungen des Volumens möglich, indem das Produkt aus der mittleren Wassertiefe und der Gewässerfläche gebildet wird. Demnach dauert der Gesamtaustausch des größten Sees (S 34) 5,1 Jahre, während beim Flachsee S 79 dies bereits in 0,15 Jahren erfolgt. Bei dem geschilderten Szenario würde die Konzentrationserhöhung im Seewasser (S 34) erst nach 1300 Jahren dazu führen, daß der Salzgehalt von gegenwärtig 99 g/l auf 190 g/l ansteigt. Bei einem Flachsee mit kleinem Volumen und höher mineralisiertem Grundwasser wäre dies im Fall des Gewässers S 81 bereits nach 70 Jahren der Fall.

Als Grundwasserleiter sind zwei Substrate in Betracht zu ziehen: die flächenhaft verbreiteten Dünenansand insbesondere der Megadünen sowie die im südlichen Gewässergebiet nachgewiesenen Fanglomerate.

Hinsichtlich der Textur bestehen die Megadünen ganz überwiegend aus Feinsand mit mäßigen Mittelsandanteilen. Für die Sande der obersten Schicht des Dünenkörpers sind folgende bodenphysikalische Kennwerte anzunehmen:

- mittlere Korngröße: 120 μm
- Porosität : 30 bis 35 %
- Durchlässigkeitsbeiwert : 10^{-4} bis 10^{-6} m/s
- effektives Porenvolumen : 10 bis 20 %

(FREEZE & CHERRY 1979).

Wie Grabungen an einem Dünenkörper ergaben, wird die Durchlässigkeit der Sande in den tieferen Bereichen des Dünenkörpers durch eine feine Schichtung von Feinsand mit wechselnden Schluffanteilen bestimmt. Laminae mit Schluffgehalten < 5 % sind als dünne Lagen mit einer Schichtdicke im Millimeter- bis Zentimeterbereich ausgeprägt (Foto 2 auf Tafel 5, Kap. 9.1). Somit ist eine verzögerte Wasserabgabe in die tieferen Schichten gegeben.

Bei der hohen Infiltrationskapazität der Sande wird der Anteil des Niederschlags, der die Evaporationsbarriere durchsickert, letztlich zur Bildung einer wassergesättigten Bodenzone beitragen. Eine Megadüne kann daher vereinfacht als homogener, isotroper Grundwasserleiter aufgefaßt werden, der an der Basis von einer impermeablen Sohlschicht begrenzt wird. Dies sei am Beispiel des Salzsees Nuortu verdeutlicht (Abb. 58).

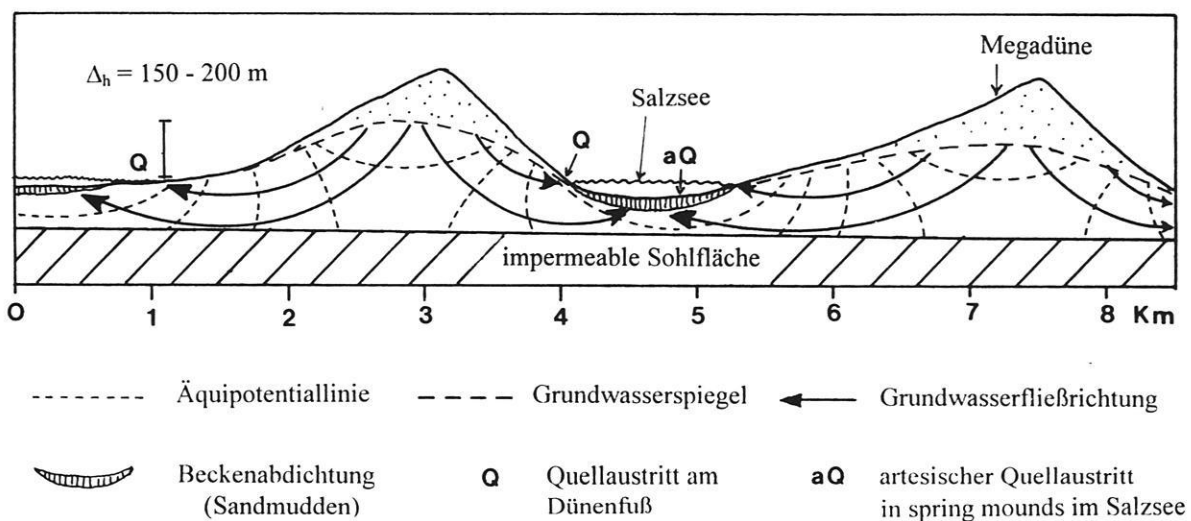


Abb. 58: Modell eines gehobenen Dünenaquifers am Beispiel der Megadünen im nördlichen Gewässergebiet. Die Höhendifferenz (Δ_h) zwischen dem Scheitelpunkt des Grundwasserspiegels im Kammbereich der ca. 400 m hohen Megadüne und den Quellaustritten in der Dünentalung wird auf 150 bis 200 m geschätzt.

Entscheidend für den hydraulischen Gradienten ist die Topographie des Dünenreliefs. Aus der Abb. 58 ist zu ersehen, daß der relative Höhenunterschied zwischen dem Kamm der Megadüne (1572 m ü.d.M.) und dem Seespiegel des Nuoertu (1180 m ü.d.M.) rechnerisch 392 Höhenmeter bei einer Horizontalabstand von ca. 800 m beträgt. Dieses hohe topographische Gefälle von ca. 50 % spiegelt sich im hydraulischen Gradienten wider. Die Grundwasserneubildung in den Megadünen führt zur Ausbildung eines gehobenen Dünenaquifers, dessen Grundwasserspiegel näherungsweise die Topographie abbildet. Der Grundwasserflurabstand ist im Kambereich der Megadüne sehr hoch und nimmt zum Dünenhang ab, wo das Grundwasser am Dünenfuß austritt. Im Bereich des Seebeckens sind bereits gespannte Grundwasserverhältnisse zu erwarten. Als Aquitarden fungieren sumpfige bzw. feinkörnige Ablagerungen in den Dünentälungen sowie Sandmudden an der Gewässersohle. Da das hydraulische Gefälle aufgrund der Topographie des Megadünenreliefs sehr ausgeprägt ist, steigt der Druckspiegel etliche Meter über die Obergrenze des Grundwasserleiters. Aus dem hohen hydraulischen Gradienten ergibt sich somit im Bereich des Seebeckens ein artesisch gespanntes System, in dem das Grundwasser unter entsprechendem Druck austritt. Dies konnte im Gelände an zahlreichen Stellen insbesondere an den Kalktuffquellen beobachtet werden. In der Megadüne ist das Grundwasser jedoch ungespannt. Das vorgestellte Modell ähnelt den Beschreibungen artesischer Grundwassersysteme aus vergleichbaren Dünengebieten (MATTHESS & UBELL 1983: 39). Über die Mächtigkeit des Aquifers sowie die Tiefenlage und Konsistenz der Sohlenschicht können bisher keine Angaben gemacht werden. Mit zunehmender Zementation und Kompaktion der Dünenande ist im Basisbereich der Megadüne eine Anisotropie der hydraulischen Leitfähigkeit zu erwarten. Dies gilt insbesondere für Klufsysteme der sandsteinähnlich verfestigten Schichten, die als älteste Dünengeneration (Kap. 4.3) im Liegenden der Megadünen zu erwarten sind.

Aus diesem Modell resultieren Rückkopplungseffekte zwischen dem See und dem Dünenkörper. Der Dünenkörper wird durch seine Funktion als Grundwasserspeicher stabilisiert und bleibt ortsfest. Wie die multitemporale Luftbild- und Satellitenbildauswertung im Vergleich zur vorgefundenen Geländesituation in den Jahren 1994 und 1995 zeigt, sind Veränderungen der Dünentopographie im Zeitraum der letzten 35 Jahre lediglich auf die trockenen Kammpositionen, die aktiven Sand-schweife am Ansatzpunkt der Dünenkörper sowie auf sekundäre barchanoide bzw. transversale Dünenfelder in den Dünentälungen bzw. auf den Luvhängen der Megadüne beschränkt. Die Seen wiederum können aufgrund der zeitlich verzögerten Wasserspende des Dünenaquifers auch längere niederschlagsarme Perioden überdauern. Im Verlauf der Landschaftsentwicklung der Badain Jaran Wüste ist eine sukzessive Aufhöhung der Megadünen zu erwarten. Die Existenz der Seen im nördlichen Gewässergebiet basiert im wesentlichen auf dem Zufluß von Grundwasser aus einem Dünenaquifer

Einen weiteren Grundwasserleiter stellen die im südlichen Gewässergebiet verbreiteten Fanglomerate (Kap. 2.2.2) dar, die aufgrund ihres Speichervermögens und der flächenhaften Verbreitung für den Wasserhaushalt des südlichen Gewässergebietes von Bedeutung sind. Als Grundwasserstauer fungieren die zuweilen mehrere Meter mächtigen Ton- und Schluffschichten fossiler Playasedimente. Der lokale Seewasserspiegel des südlichen Gewässergebietes entspricht dem Grundwasserspiegel. Die Existenz von Süßwasserseen ist nur denkbar, wenn es ein Fließgleichgewicht zwischen unterirdischem Zufluß und unterirdischem Abfluß gibt. Sobald jedoch der Abfluß blockiert ist, wird der Salzgehalt des Wasserkörpers infolge der Konzentrationserhöhung durch Evaporation steigen. Bei entsprechender Schüttung des Aquifers kann sich ein Fließgleichgewicht zwischen der Evaporation und der jährlich zu ersetzenden Verdunstungsverluste einstellen. Somit bleibt der Seespiegel konstant, während der Salzgehalt steigt. Die Schrumpfung der Gewässerflächen im südlichen Gebiet ist darauf zurückzuführen, daß die Grundwasserneubildungsrate des Aquifers für die Aufrechterhaltung eines konstanten Wasserspiegels der Gewässer nicht mehr ausreicht. Hier handelt es sich um ein Grundwasserstockwerk, das offensichtlich vorzeitlich (vermutlich in feuchten Klimaphasen) gefüllt wurde. Das Auslaufen dieses Fanglomerat-Aquifers bildete die Existenzgrundlage des südlichen Gewässergebietes. Zusätzlich kann ein Dünenaquifer zum Wasserhaushalt beitragen, dessen Ergiebigkeit im Vergleich zum nördlichen Gebiet niedriger ist, da hier weder artesische Quellen noch Sickerwasseraustritte am Fuß der Megadünen auftreten.

Die Annahme zwei verschiedener Aquifere erklärt auch die hydrochemischen Unterschiede im Grund- und Quellwasser beider Gebiete, die hinsichtlich der Gesamtmineralisation, des Chloridgehaltes und der Gesamthärte auftreten (Tab. 10 in Kap. 3.3.4.3).

Die Hauptbestandteile der untersuchten Wässer im nördlichen Gewässergebiet stimmen mit der hydrochemischen Zusammensetzung des Regenwassers überein, wonach Natrium und Calcium die wichtigsten Kationen bzw. Chlorid und Sulfat die wichtigsten Anionen sind. Demzufolge stammen die Wasserinhaltsstoffe des weichen Grund- und Quellwassers im wesentlichen aus atmosphärischen Niederschlägen, während der Einfluß der Gesteinsbeschaffenheit des Aquifers gering sein wird. Der Dünenaquifer ist ein Poren-Grundwasserleiter in silikatischen Lockergesteinen. Die große Kontaktfläche zwischen Gestein und Grundwasser ermöglicht das Einstellen von Gleichgewichten zwischen Gesteins- und Grundwasserbeschaffenheit. Wie die Mineralanalysen der Sande ergaben, sind in der Leichtmineralfraktion Quarz und Feldspat mengenmäßig gleich stark vertreten. Die Schwermineralgehalte liegen mit Ausnahme von Besonderheiten (schwarze ilmenithaltige Sande an den Dünenflanken) im Bereich von 2 bis 3 % und sind vernachlässigbar gering. Das Grund- und Quellwasser des Dünenaquifers im nördlichen Gewässergebiet weist insgesamt niedrige Chloridwerte (78 mg/l Cl) auf. Beim

Durchströmen der silikatischen Dünensande mit ihren sehr geringen Gehalten löslicher Salze wird das Grundwasser nur gering mineralisiert (Gesamtmineralisation: 483 mg/l), da eine Chloridzufuhr im wesentlichen durch das Regenwasser erfolgt.

Im Gegensatz hierzu weist das harte Grundwasser des Fanglomerat-Aquifers im südlichen Gewässergebiet eine relativ hohe Lösungsfracht mit einer Gesamtmineralisation von 2060 mg/l bzw. einem Chloridgehalt von 547 mg/l Cl auf. Der atmosphärische Eintrag durch das Regenwasser würde die hydrochemische Zusammensetzung allein nicht erklären können. Vielmehr ist eine Zufuhr gelöster Salze anzunehmen, die aus der Matrix der Fanglomerate stammen. So stellen die gipshaltigen Einlagerungen ein potentiell Liefergebiet für Sulfate dar. Da das Einzugsgebiet dieses Grundwasserleiters mit Sicherheit bis in den Yabrai Shan und Hei Shan Tou hineinreicht, die ganz überwiegend aus Magmatiten (Granit und Granodiorit) bestehen (Beilage 3), kann zusätzlich eine Zufuhr gelöster Inhaltstoffe magmatischer Gesteine in Betracht gezogen werden. Geochemisch ist Natrium ein wichtiger Bestandteil der Magmatite, in denen es vorwiegend in den Plagioklassen und insbesondere den Kalk-Natron-Feldspäten vorkommt. Von mengenmäßig geringerer Bedeutung sind Resistate wie Sandsteine, in denen Natrium als Bestandteil unverwitterter Mineralkörner, als Bestandteil des Zements oder als Rückstand von Porenlösungen auftreten kann. Magnesium ist mengenmäßig in bedeutender Größenordnung in Magmatiten enthalten. Hauptträger sind Minerale der Olivin-Reihe, die Granate, sowie Minerale der Pyroxen-, Amphibol- und Glimmergruppe. Bei der Verwitterung wird Magnesium frei, vorzugsweise als $MgCl_2$ oder als $MgSO_4$.

Bedeutende terrestrische Evaporitlagerstätten, die theoretisch als Liefergebiete von Natrium und Chlorid in Frage kommen, sind nur östlich des Yabrai Shan bei Saerte (Beilage 1) bekannt und spielen für die Verhältnisse in der näheren Umgebung des Katastergebietes keine Rolle.

Als Besonderheit tritt im südlichen Gewässergebiet eine lokal eng begrenzte saline Imprägnation auf, die durch hohe Magnesiumgehalte im Oberflächen- und Grundwasser in Erscheinung tritt (Abb. 18, Kap. 3.3.4.2.1). Die Auswertung der Bohrkern in Bezug auf die Artenzusammensetzung und die Abundanz von Ostrakoden kommt zu dem erstaunlichen Resultat, daß diese Anomalie sich offenbar erst in jüngster geologischer Vergangenheit gebildet hat. So kann aus der Ostrakodenverteilung im Bohrkern B 79/1 gefolgert werden, daß die ökologischen Bedingungen des Gewässers sich relativ schnell von sub- bzw. hyposalinen Bedingungen mit einer artenarmen, aber individuenreichen Ostrakodenfauna (*Limnocythere inopinata*, ausschließlich in Teufen > 20 cm nachgewiesen) zu hypersalinen Bedingungen verändert haben, in denen keine Ostrakoden existieren konnten (Teufe 0 bis 20 cm). Unter Berücksichtigung der Sedimentationsrate kann gefolgert werden, daß dieser Faunenschnitt etwa vor 60 bis 70 Jahren, d.h. im Zeitraum 1925 bis 1935, stattfand. Da der oberflächennahe Untergrund bisher nicht erkundet wurde, können nur

Mutmaßungen über geogene Ursachen angestellt werden. Hierzu werden im folgenden auf der Grundlage der geologischen Rahmenbedingungen zwei Hypothesen vorgestellt.

- a) Eine Möglichkeit besteht darin, daß lokal eine Auslaugung von Gesteinen mit hohem Gehalt an Erdalkalien stattfindet. Dies setzt die Existenz von laugungsfähigen, eng begrenzten geologischen Körpern voraus. Nach Angaben der geologischen Karte sind in der weiteren Umgebung des Arbeitsgebietes Intrusionskörper in Gestalt von Gabbros vorhanden. Diese Gesteine verfügen über hohe Magnesium- und Natriumgehalte.
- b) Die vertikale Abfolge von Aquifer und Aquitarde wurde durch tektonische Vorgänge gestört und gegeneinander versetzt. Dadurch hat das betroffene Gewässer keinen unterirdischen Abfluß mehr und es findet aufgrund der Evaporation eine Konzentrationserhöhung im Wasserkörper bis zur Entstehung alkalischer Salzlaugen statt. Wie aus den Berechnungen in Tab. 16 (Teil B) zu entnehmen ist, kann dieser Prozeß bei den gegebenen Bedingungen zu einer raschen Konzentrationserhöhung führen, so daß bereits nach 60 Jahren ein Salzgehalt von mindestens 190 g/l erreicht wäre.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß mindestens zwei verschiedene Aquifere unbekannter Mächtigkeit und Einzugsgebietsgröße den Wasserhaushalt beeinflussen. Sehr wahrscheinlich handelt es sich um ein hydrologisch geschlossenes System. Dies steht im Einklang mit dem Nachweis einer lokalen meteorischen Wasserlinie (LMWL) für den Westrand der Badain Jaran Wüste (Gurina-Ebene), wo gegenwärtig eine lokale Grundwasserneubildung stattfindet (GEYH et al. 1996). Die gegenwärtige Grundwasserneubildung des Dünenaquifers reicht aus, um die Evaporationsverluste der Salzseen in einem Fließgleichgewicht mengenmäßig auszugleichen. Die unterschiedlichen Salzgehalte der hypersalinen Seen hängen mit der Existenz von unterirdischen Abflüssen zusammen. Sobald das Fließgleichgewicht gestört ist und ein Abfluß fehlt, führt die ständige Aufkonzentration der Salzlake schließlich zur massiven Abscheidung von Salzen am Gewässergrund. Subsaline Verhältnisse können sich nur bei flachen Gewässern einstellen, sobald Grundwasseranstrom und -abstrom bei einer hohen Austauschrate im Gleichgewicht stehen. Aufgrund der geringen Verweildauer unterbleibt eine Aufkonzentration der Wasserinhaltsstoffe.

In Abwägung der Ergebnisse wird der Wasserhaushalt der Gewässer entscheidend von einem Zusammenwirken hydrologischer und geologischer Steuerungsmechanismen überlagert, ohne deren Kenntnis eine Verknüpfung mit den klimatischen Gegebenheiten nicht möglich ist.

Die gegenwärtige Schrumpfung der Gewässerflächen im südlichen Gebiet ist dahingehend zu deuten, daß die Schüttung des Fanglomerat-Aquifers nachläßt.

5.2.2 Ablagerungsmilieu

Den Ausführungen in Kap. 5.2.1 zufolge sind die Aufkonzentration der Wasserinhaltsstoffe durch Verdunstung sowie Zu- und Abfluß von Grundwasser wichtige Prozesse in den Gewässern, die auch das

Sedimentationsgeschehen beeinflussen. Grundsätzlich sind folgende Faktoren von Bedeutung:

Physikalische Faktoren

- äolischer Eintrag von klastischen, allochthonen Partikeln, Staub und Pollen,
- gravitativer Eintrag von Sand durch Rutschungsloben,
- Ausbildung thermischer Schichtungen im Wasserkörper bei Wassertiefen > 5 bis 6 m,
- Ausbildung chemischer Schichtungen, wobei die Chemokline als Sedimentfalle für kleine Partikel fungieren kann,
- Versatzerscheinungen durch „slumping“,
- Bildung einer winterlichen Eisdecke und Ausfrieren von Salzen an der Oberfläche.

Biologische Faktoren

- Biomassenproduktion in Abhängigkeit von der Hydrochemie, der Morphometrie und der Schichtung des Wasserkörpers,
- Bioturbation am Gewässergrund sub- und hyposaliner Flachseen.

Chemische Faktoren

- Abscheidung von Salzen an der Gewässersohle hypersaliner Seen bei Überschreiten des Löslichkeitsprodukts des jeweils vorherrschenden Salzminerals,
 - Abscheidung und Lösung von Carbonaten, insbesondere Calcit und Aragonit,
- (LAST & SCHWEYEN 1983; RENAUT 1994).

Die Abscheidung von Kalktuff im Mischungsbereich subsaliner Quellwässer und hypersalinen Seewassers erfolgt unter Beteiligung von Cyanobakterien, so daß hier physikalische, biologische und chemische Faktoren bei der Carbonatgenese zusammenwirken.

Der Eintrag klastischer Komponenten erfolgt während der Sandstürme durch das Einwehen von Partikeln der Fein- und Mittelsandfraktion. Desweiteren ist eine auch gegenwärtig stattfindende Staubsedimentation zu berücksichtigen. Ein weiterer Eintrag erfolgt durch Rutschungen an den ca. 30° steilen Leehängen der Megadünen, die direkt an die Seeufer grenzen. Dieser Prozeß spielt bei den Salzseen im nördlichen Gewässergebiet eine Rolle.

Im Vergleich beider Gewässergebiete zeigen sich Unterschiede in den Sedimentationsraten und der Granulometrie. Im südlichen Gewässergebiet betragen die Sedimentationsraten 4,1 bis 6,8 mm/Jahr. Umgerechnet auf das Trockengewicht erhält man Werte zwischen 0,13 bis 0,19 g/cm²/Jahr. Im Vergleich zum nördlichen Gewässergebiet sind die Sedimentationsraten um den Faktor 2 bis 3 größer. Die Körnung der subhydrischen Sedimente ist im südlichen Gewässergebiet gröber als im nördlichen. Die Position der Flachseen am aerodynamisch aktiven Teil der Megadünen, wo die Sandschweife einer ständigen Umlagerung der Sande unterliegen, bedingt einen höheren äolischen Eintrag von Sandkörnern.

Die Biomassenproduktion wird durch das Wachstum submerser Pflanzen sowie der Jahresrhythmik des Phyto- und Zooplanktons gesteuert. In subsalinen Flachseen

findet die Primärproduktion in den Unterwasserwiesen der Charophyten-Vegetation statt, deren Pflanzenteile durch Calcit inkrustiert werden. Der Gewässergrund ist von Insektenlarven besiedelt, so daß Bioturbation auftritt. Das Phytoplankton spielt nur eine untergeordnete Rolle bei der Primärproduktion. Bei den hypersalinen Seen sind mikrobielle Matten die wichtigsten Primärproduzenten. Beim Phyto- und Zooplankton ist das Artenspektrum sehr eingegrenzt, wobei *Artemia* in hoher Abundanz auftreten kann. Insgesamt ist die Produktion organischer Substanzen in beiden Gewässergebieten als gering einzustufen, wobei während der Wintermonate die Primärproduktion sehr niedrig ist.

Die Abscheidung von Salzmineralien geht einher mit Gefügestörungen durch Haloturbation, da die Salze spezifisch leichter sind als die überwiegend silikatischen Mudden (SCHUBEL & LOWENSTEIN 1997). Eine weitere Beeinflussung des Gefüges ist durch das Aufquellen artesisch gespannten Grundwassers am Gewässergrund gegeben.

Das sichelzellen- bzw. blasenförmige Gefüge der Kalktuffe ist durch zahlreiche Untersuchungen von fossilen Bildungen in Mitteleuropa (KOBAN & SCHWEIGERT 1993), insbesondere dem Nördlinger Ries in Süddeutschland bekannt (ARP 1995). Da es sich im Arbeitsgebiet um rezente Bildungen handelt, besteht hier die einmalige Möglichkeit, ein Modell der Entstehung dieses rätselhaften Gefüges dünner, fragiler Lamellen zu entwickeln. Auf der Grundlage der gefügekundlichen Untersuchungen an Dünnschliffen (Fotos auf Tafel 9. Kap. 9.1) läßt sich ein Modell der Carbonatfällung und Gefügebildung (Abb. 59) der als „Mikrobialithe“ zu bezeichnenden Kalktuffe ableiten (ARP, HOFMANN & REITNER 1998). Insgesamt lassen sich fünf Phasen unterscheiden, von denen vier (A bis D) in der Abb. 59 dargestellt sind:

Phase A: Bildung von Keim-Kristallen

In der Matte aus Cyanobakterien bilden sich in der extrazellulären polymeren Substanz (EPS) an Kristallisationskeimen (Bakterien sowie Diatomeenschalen) Keim-Kristalle aus Aragonit mit Längsachsen von ¼ bis ½ µm. Zwischen ihrer Nukleation und den lebenden Cyanobakterien besteht kein erkennbarer Zusammenhang. Das weitere Wachstum der Aragonitkristalle wird zunächst durch die große Pufferkapazität des organischen Schleims unterdrückt.

Phase B: Umwandlung und Schrumpfung der organischen Schleime

Eine zunehmende Entwässerung des organischen Schleims verursacht eine Schrumpfung, die zur Bildung linsenförmiger Hohlräume führt. Blasenförmige Hohlräume können durch Freisetzung von Sauerstoff der photosynthetisch aktiven Cyanobakterien oder durch Bildung von Kohlendioxid infolge bakterieller Gärungsprozesse entstehen.

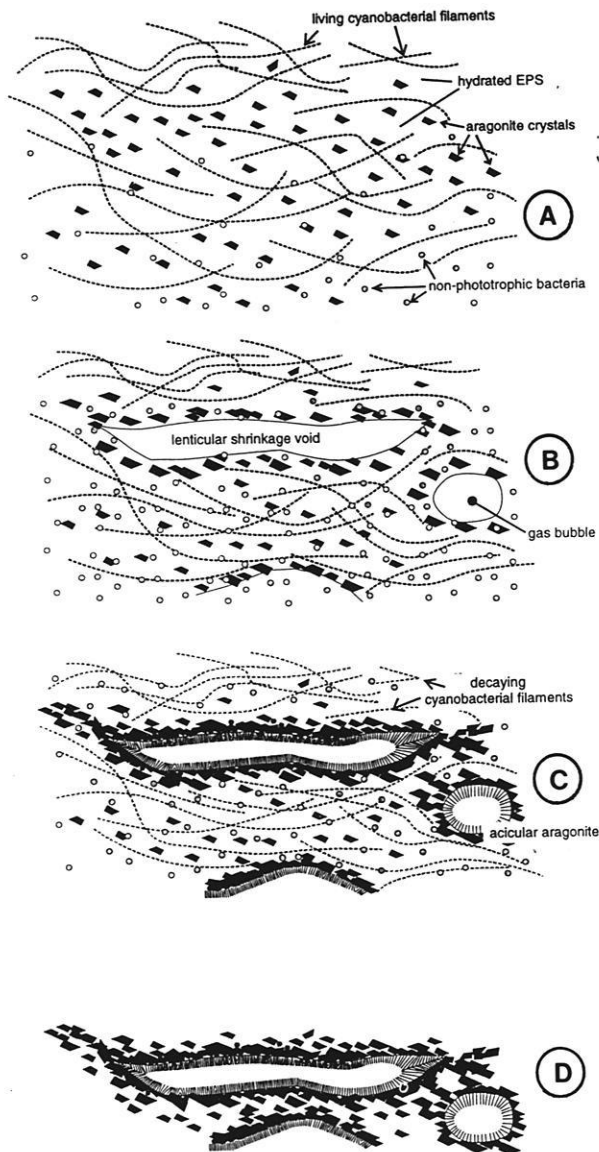


Abb. 59: Modell der Aragonit-Fällung und der Gefügebildung in schleimhaltigen Biofilmen eines subaquatischen Quellwasseraustritts (spring mound) im Salzsee Nuortu. Durch die endgültige Dehydratation des Biofilms entsteht das Gefüge eines sichelzellenartigen Kalktuffs (ARP, HOFMANN & REITNER 1998, verändert).

Phase C: Überschreiten der Pufferkapazität und orientierte Verwachsung von Kristallen

Sobald die Pufferkapazität im Biofilm überschritten ist, setzt ein weiteres Wachstum der Keim-Kristalle ein. Die Cyanobakterien sterben ab und die Aragonitkristalle wachsen zu kryptokristallinen Laminae zusammen. In den offenen Hohlräumen beginnt eine orientierte Verwachsung von nadelförmigen Aragonitkristallen.

Phase D: Fortgesetzte Schrumpfung und Zusammenwachsen der Aragonitkristalle zu einem starren porösen Gerüst

In der Kontaktzone mikritischer Laminae zu offenen wassergefüllten Hohlräumen (durch Schrumpfung entstandene linsenförmige Hohlräume sowie Blasen) beginnt das freie Wachstum von Aragonit-Nadeln. Dadurch werden die Hohlräume mit faserigen aragonitischen Zementen umsäumt.

Phase E: Subsequente Veränderungen

Sobald die Mikrobialithe nicht mehr vom Wasser bedeckt und meteorischen Wässern ausgesetzt sind, beginnt die Bildung von Niedrig-Mg-Calcit Kristallen. Auch kann eine Rekristallisation der aragonitischen Komplexe zu radialförmigen plattigen Niedrig-Mg-Calcit-Kristallen auftreten. Zusammenfassend ist festzustellen, daß die Carbonatbildung in den Biofilmen durch die Adsorption von Ca^{2+} stattfindet, gefolgt von der verzögerten Nukleation als Folge einer allmählich reduzierten Pufferkapazität. Die Gefügebildung ist das Ergebnis einer sukzessiven Mineralisation während der Degradation des Biofilms (KOBAN & SCHWEIGERT 1993). Dieser Prozeß beginnt mit der Schrumpfung organischer Schleime und der durch Bakterien induzierten Gasbildung.

In den dicken, weichen mikrobiellen Matten (Kap. 3.5.3) ist der Entwicklungszyklus auf die Phase A beschränkt. Dies hängt zum einen mit einer ungenügenden Calcium-Zufuhr zusammen, da dort kein direkter Grundwasserzufluß stattfindet. Zum anderen werden durch Gärungsprozesse saure Substanzen gebildet, die eine Carbonatfällung unterbinden. Insgesamt erfolgt eine Ausbildung von Kalkbildungen erst nach der Überschreitung der Pufferkapazität.

5.3 Rekonstruktion des Ablagerungsmilieus fossiler lakustriner und semilakustriner Ökosysteme

Eine Differenzierung beider Fazies-Typen ist durch das Auftreten bzw. Fehlen von Mikrofossilien und von Lebensspuren gegeben. So ist das Auftreten von Ostrakodengehäusen auf die Seecarbonate beschränkt, während Gastropoden sowohl in den Seecarbonaten als auch in den semilakustrinen Sedimenten auftreten. Die Artzusammensetzung der Gastropodenfauna stimmt bei beiden Faziestypen überein. Die identifizierten Arten sind hinsichtlich ihrer ökologischen Ansprüche Indikatoren des vorzeitlichen Ablagerungsmilieus. Zum Vergleich aller Fundorte sind eigene Ergebnisse und Angaben aus der Literatur in Tab. 17 zusammengefaßt (YAN & LI 1995). Die gesammelte Gastropodenfauna stellt eine aquatische Fauna dar, die an die zeitweilige Existenz subsaliner, mäßig alkalischer Gewässer gebunden ist. Ob es sich dabei um perennierende Gewässer gehandelt hat, kann nicht zweifelsfrei geklärt werden, da diese Fauna eingegraben im schlammigen Untergrund auch längere Trockenzeiten von einigen Monaten überdauern kann.

Gattung	Art	Kataster SÜD	Kataster NORD	Yabrai	Nurigai	Wentugole	Yabrai West	Zhoujiajing	Baijian Hu
BIVALVIA									
<i>Corbicula</i>	<i>C. fluminalis</i>				xxx				xxx
<i>Placidium</i>	<i>P. sp.</i>					xxx			
<i>Sphaerium</i>	<i>S. sp.</i>	S 81						xxx	
GASTROPODA									
<i>Galba</i>	<i>G. sp.</i>				xxx				
	<i>G. elegans</i>				xxx	xxx			
	<i>G. pervia</i>						xxx		
<i>Gyraulus</i>	<i>G. sp.</i>	S 81	P 34/1, P 34/4		xxx				
	<i>G. albus</i>	P 70/2							
	<i>G. chinensis</i>	S 81, S 50	P 25/1						xxx
	<i>G. convexiusculus</i>	S 81, P 70/2					xxx		
<i>Lymnaea</i>	<i>L. auricularia</i>								xxx
	<i>L. stagnalis</i>	P 70/2	P 34/4						
<i>Planorbis</i>	<i>P. sp.</i>			xxx					
<i>Polypilis</i>	<i>P. hemisphaerula</i>						xxx		
<i>Radix</i>	<i>R. sp.</i>			xxx	xxx				
	<i>R. aluminata</i>	S 81, P 70/2	P 34/4						
	<i>R. auricularia</i>	S 81, P 70/2	P 34/4						
	<i>R. cf. plicatula</i>				xxx				
<i>Succinea</i>	<i>S. erythropana</i>						xxx		
<i>Vallonia</i>	<i>V. sp.</i>				xxx				
OSTRACODA									
<i>Cyprideis</i>	<i>C. torosa</i>								xxx
<i>Darwinula</i>	<i>D. stevensonii</i>		P 34/3						
<i>Eucypris</i>	<i>E. sp.</i>								xxx
<i>Heterocypris</i>	<i>H. salina</i>	S 79							
<i>Limnocythere</i>	<i>L. sp.</i>		S 34						
	<i>L. inopinata</i>	S 81, S 59	P 34/3						xxx
		S 70, S 79							
	<i>L. cf. inopinata</i>	S 81, S 59,							
		S 70, S 79							
<i>Potamocypris</i>	<i>P. sp.</i>	S 81							

Tab. 17: Artenspektrum der Bivalven, Gastropoden und Ostrakoden in spätquartären Sedimenten der Badain Jaran Wüste und ihrer näheren Umgebung. Datengrundlage: Eigene Funde im nördlichen und südlichen Gewässergebiet (Kataster Nord und Süd); YAN & LI 1995 (Yabrai, Nurigai (Nordrand des Hei Shan Tou), Wentugole (= Guazihu), Playaflächen westlich des Yabrai Shan und in Zhoujiajing (südlich des Hei Shan Tou); PACHUR et al. 1995 (Baijian Hu). Zur Lage der Lokalitäten s. Abb. 1 (Kap. 1.1) und Beilage 1.

Hinsichtlich der Artenzusammensetzung und der Abundanz ist festzustellen, daß sich die Gastropodenfauna überwiegend von planspiralen, pulmonaten Süßwasserschnecken der Gattung *Gyraulus* (AGASSIZ 1837) zusammensetzt. Die Gattung *Gyraulus* zeichnet sich unter den Planorbiden durch die größte Anpassungsfähigkeit aus (GEYER 1927: 146). Die diesbezügliche taxonomisch-nomenklatorische Literatur ist insofern verwirrend, da zum einen die chinesische Fachliteratur schwer zugänglich und lückenhaft ist (QI 1985, CHENG 1987). Zum anderen treten häufig Synonymie-Probleme im Vergleich chinesischer und europäischer Artbenennungen auf. Nach den Artbestimmungen chinesischer Kollegen des IDRAS Lanzhou und Prof. CHENG Denou (Universität Beijing) ist die Gattung *Gyraulus* im Arbeitsgebiet mit drei Arten vertreten: *Gyraulus chinensis* (Foto 3 auf Tafel 12, Kap. 9.1), *G. convexiusculus* (HUTTON) und die in der gesamten Holarktis verbreitete *G. albus* (MÜLLER). Etliche der mittels Rasterelektronenmikroskopie (REM) untersuchten Gehäuse der Gattung *Gyraulus* zeigten Wachstumsstörungen bis hin zur Änderung der Wachstumsrichtung. Derartige Wachstumsstörungen können

durch mechanische Einwirkungen verursacht werden. So sind die Gehäuse bei flachen Gewässern nicht nur dem Wellenschlag, sondern im Uferbereich auch den mit hoher Energie auftretenden Sandkörnern ausgesetzt. Die durch den Einschlag eines Sandkorns verursachte Vertiefung verheilt und ist anschließend durch eine Verdickung sichtbar (Foto 5 auf Tafel 11, Kap. 9.2). Im Extremfall wächst das Gehäuse nicht länger in der planspiralen Form und ändert die Wachstumsrichtung (Foto 7 auf Tafel 11, Kap. 9.2). Als Habitat für derartige Phänomene ist ein flaches, zeitweilig auch trockenliegendes Gewässer vorstellbar (freundl. mündl. Mitt. Dr. F. RIEDEL, FU Berlin). Das Auftreten der Art *G. convexiusculus* (HUTTON), deren gegenwärtiges Verbreitungsgebiet auf den subtropischen Bereich südlich des Chang Jiang (Yantze) in Südostasien beschränkt ist, weist auf thermisch günstigere Bedingungen hin.

Untergeordnet treten weitere Pulmonaten wie *Radix auricularia* (L.), *R. aluminata* (LAMARCK) und *Lymnaea stagnalis* (L.) auf, die in der gesamten Holarktis bis nach Sibirien verbreitet sind. Die genannten Arten können Schwankungen des Salzgehaltes bis in den hyposalinen

Bereich tolerieren. Insbesondere *L. stagnalis* ist in der Lage, die Osmoregulation an steigende Salzgehalte anzupassen und kann Salzgehalte bis zu 11 % tolerieren (RUSSELL-HUNTER 1983: 376).

Muscheln (*Bivalvia*) wurden nur in wenigen Exemplaren (mittl. Länge 1 cm) gefunden, die alle der Gattung *Sphaerium* sp. angehören. Dagegen treten im Becken von Zhoujiaying (südlich des Hei Shan Tou) zahlreiche Schalen dieser Gattung als Deflationspflaster auf. Die nach Fundorten geordnete Übersicht in Tab. 17 zeigt die Verbreitung aquatischer Gastropoden und Bivalven im gesamten Bereich der Badain Jaran Wüste.

Bisher konnte nicht geklärt werden, ob die Molluskenfauna während des gesamten Holozäns bis in die Gegenwart überdauern konnte. Zwar wurden im Flachwasserbereich der Gewässer leere Schneckenschalen gefunden, jedoch konnten bisher weder an Wasserpflanzen noch im sandigen Untergrund lebende Schnecken bzw. Muscheln gefunden werden.

Das Ablagerungsmilieu der Seecarbonate ist durch Bildung von Kalkschlamm in einem gut durchlichteten Gewässer charakterisiert. Die bis zu 70 cm mächtigen Seecarbonate sind Anzeichen einer stabilen Seephase mit perennierenden subsalinen Gewässern, wobei die Ostrakodenfauna Schwankungen des Salzgehalts bis in den hyposalinen Bereich tolerieren kann. Die stellenweise gut erhaltene Laminierung läßt auf kontinuierliche Sedimentation und das Fehlen bioturbater Schichtstörung schließen. KRÖPELIN (1993: 83) berichtet von vorzeitlichen Seekreidebildungen aus dem Einzugsbereich des Wadi Howar mit einem Calcitanteil > 90 % bei Sedimentationsraten von 1 mm/Jahr. Aus dem Vergleich der ¹³C-Werte der untersuchten Seecarbonate kann eine biogene Genese des Carbonats gefolgert werden, die im Jahresrhythmus der biologischen Produktivität gebildet wurde. Die Carbonatgehalte sind im Vergleich zu Seekreidebildungen anderer arider Gebiete (östliche Sahara, HOELZMANN 1993) insgesamt niedrig. Dies hängt von den unterschiedlichen geologischen Voraussetzungen der Bereitstellung sowie Verfügbarkeit von Calcium ab. Im überwiegend silikatischen Einzugsbereich des Arbeitsgebietes erfolgt eine Calcium-Zufuhr über das Grund- und Regenwasser. Nach dem Trockenfallen der Gewässer wurde die organische Substanz schnell oxidiert und es findet eine postsedimentäre Calcium-Anreicherung statt.

Im Gegensatz zu den Seecarbonaten fehlen den semilakustrinen Sedimenten die Merkmale eines echten Seesediments. Die Sedimente weisen weder eine Laminierung noch Anzeichen von laminoidalen Gefüge auf. Dies steht im Zusammenhang mit der intensiven Bioturbation, worauf auch die zahlreich gefundenen Wohngänge, Grabbauten und Weidespuren hinweisen. Deutliche Oxidations- und Reduktionsanzeichen belegen, daß diese Sedimente im Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels gelegen waren. Bildung von Eisenkrusten um Schilfstengel und Sumpferzbildungen sind weitere Belege für diese hydrologische Situation. Die polymodale Korngrößenverteilung dieser Sedimente weicht deutlich von der unimodalen Verteilung der rezenten Seeablage-

rungen ab und ist durch einen hohen Eintrag von Schluffpartikeln erklärbar, deren Korngrößenzusammensetzung dem Sandlöß entspricht. Hier ist eine Deposition von Stäuben anzunehmen, die durch Vegetation fixiert wurden. Insgesamt spricht dieser Fazies-Typ nicht für ausgeprägte tiefe Seen, sondern eher für weitflächige semiaquatische Landschaften mit hohem Grundwasserspiegel, so daß es zeitweise zur Überstauung und zur Überlagerung verschiedener syn- und postsedimentärer Prozesse kam.

5.4 Geochronologische Einordnung der Befunde unter Berücksichtigung des ¹⁴C-Reservoireffekts

5.4.1 Der ¹⁴C-Reservoireffekt

Um die Rekonstruktion der Gewässerentwicklung auch chronologisch einordnen zu können, wurde geeignetes Probenmaterial mittels der Radiokarbonmethode datiert. Da nur wenige der fossilen Sedimente, die (wie die Seecarbonate) eindeutig dem lakustrinen Milieu zugeordnet werden können, neben den Carbonaten auch organische Bestandteile enthielten, ist ein Ausweichen auf die ¹⁴C-Datierung organischen Materials nur in einigen Fällen möglich. Beim Fazies-Typ der semilakustrinen Sedimente reicht der Gehalt an organischer Substanz für eine Datierung der organischen Fraktion aus, wobei allerdings Kontaminationen durch Bioturbation auftreten können. Insbesondere bei der ¹⁴C-Datierung von Carbonaten stellt sich das grundlegende Problem des bekannten ¹⁴C-Reservoir-Effektes (DEVEEY et al. 1954; MÜNNICH 1957; GEYH et al. 1971; OLSSON 1980; GEYH & SCHLEICHER 1990), der als „Hartwassereffekt“ im Süßwasser -500 bis -1000 Jahre und in höher mineralisierten Wässern beliebig höher sein kann, so daß einzelne ¹⁴C-Daten von nur einer Probenfraktion (organisch bzw. carbonatisch) keine chronologischen Aussagen erlauben. Die unkritische Deutung von Altersbestimmungen an Seecarbonaten kann dabei zu erheblichen Fehlern führen. Darüber hinaus kann der Reservoireffekt auch zeitlichen Schwankungen unterliegen. So ergaben die Untersuchungen von GEYH, SCHOTTERER & GROSJEAN (1998) sowie von GROSJEAN et al. (1995) im Lago Lejia (Atacama-Wüste, Chile), daß die ¹⁴C-Reservoirkorrektur in einem Zeitraum von nur 1800 Jahren zwischen >-1800 bis -4700 Jahren geschwankt hat. Es stellen sich daher folgende Fragen:

- Wie groß ist die Reservoirkorrektur der ¹⁴C-Daten organischer und carbonatischer Fraktionen der lakustrinen Sedimente des Arbeitsgebietes?
- Welche Datierungsfehler beider Fraktionen können auftreten?

Die methodische Vorgehensweise sowie die Auswahl des Probenmaterials wurde mit Herrn Prof. Dr. Mebus A. GEYH, dem Leiter des ¹⁴C-Labors (NLfB, Hannover), festgelegt. Die Erläuterungen der Untersuchungen zum ¹⁴C-Reservoireffekt in Kap. 5.4 beziehen sich auf die Publikation von HOFMANN & GEYH (1998). Die zu datierenden Proben sollten mindestens 10 % Carbonat

sowie 0,2 % organischen Kohlenstoff enthalten und verschiedene Faziestypen unterschiedlichen Alters repräsentieren. Bei den ausgesuchten Proben wurden jeweils die organischen und die carbonatischen Fraktionen getrennt datiert. Aus Gründen der Vergleichbarkeit war es erforderlich, die Doppeldatierungen zur Abschätzung des Reservoirreffekts gezielt an einem Gewässer zu untersuchen, statt einzelne Doppeldatierungen an mehreren Gewässern durchzuführen.

Nach Durchsicht aller vorhandenen Proben ergab sich für den See Nuortu (S 34) die optimale Konstellation für eine methodische Untersuchung, da hier verschiedene Faziestypen vorkommen, die sich aufgrund ihrer Position, Sedimentologie und Fossilführung voneinander unterscheiden. Zusätzlich konnte rezentes Material der Bohrung B 34/2 in die Untersuchung einbezogen werden (Abb. 36, Kap. 3.6.1.3). Ferner wurde eine Probe der mutmaßlich ältesten lakustrinen Sedimente aus dem Profil P 09/2 südlich des Sees Cheligeri datiert. Die Proben wurden im ¹⁴C-Labor des Niedersächsischen Landesamts für Bodenforschung in Hannover nach dem dort geltenden Laborstandard bearbeitet. Die Vergleichbarkeit der Daten ist dadurch gewährleistet, daß alle Proben im selben Labor unter gleichen Analysebedingungen bearbeitet wurden.

Insgesamt wurden sechs Proben aus folgenden Faziestypen der ¹⁴C-Altersbestimmung zugeführt, von denen jeweils die organische und carbonatische Fraktion eigene Probennummern erhielten:

a) Fazies-Typ A: weisses Seecarbonat

Die Proben stammen aus dem Profil P 34/4 (Doppeldatierung Hv 21920/21921 einer Probe aus der Schicht 5 in Abb. 49, Kap. 4.2.5.4) sowie aus dem Profil P 09/2 (Doppeldatierung Hv 22001/22002 einer Probe aus der Schicht 1 in Abb. 44, Kap. 4.2.1.2). Die Seecarbonate beider Profile weisen Unterschiede hinsichtlich des Auftretens von Mikrofossilien auf. So führen die gut laminierten Seecarbonate des Profils P 34/4 zahlreiche Gehäuse von Gastropoden (*Gyraulus chinensis*, *G. albus*, *Radix aluminata*) und diverse Schalen von Ostrakoden (ganz überwiegend *Limnocythere inopinata*, untergeordnet *Darwinula stevensoni*), die für subsaline bis hyposaline Bedingungen charakteristisch sind (HILLER 1972; CARBONEL et al. 1988). Im Gegensatz dazu konnten in den Seecarbonaten des Profils P 09/2 keine Mikrofossilien gefunden werden. In beiden Fällen wurde eine Altersstellung > 10.000 Jahre vermutet.

b) Fazies-Typ C: dunkelgraue semilakustrine Sedimente

Die Datierung der dunkelgrauen bis schwarzen, ungeschichteten semilakustrinen Sedimente erfolgte an einer Probe aus dem Profil P 34/3 (Doppeldatierung Hv 21922/21923 einer Probe aus der Schicht 1 in Abb. 48, Kap. 4.2.5.3). Zahlreiche Eisenoxidausfällungen weisen auf oxidierende Bedingungen hin. Auf der Oberfläche der stark korradierten Sedimente - dagegen seltener in situ - sind zahlreiche Schneckengehäuse angereichert (*Radix aluminata*, *R. auricularia*, *Lymnaea stagnalis*, *Gyraulus chinensis*, *G. albus*). Die datierte Schicht befindet sich 7,3 m über dem Seespiegel des Nuortu. Als zeitliche Stellung wurde der Zeitraum des Mittel-Holozän vermutet.

c) Faziestyp: rezente subhydrische Sedimente (Sandmudde) des hypersalinen Sees Nuortu

Die Proben stammen aus dem 55 cm langen Bohrkern B 34/2 (Abb. 60) aus dem See Nuortu, wobei die oberste (Probe 1 = Hv 21924 und Hv 21925), mittlere (Probe 6 = Hv 21926 und Hv 21927) und unterste Probe (die Einzelproben 10 und 11 wurden wegen zu geringer Probenmengen zu einer Mischprobe Hv 21928 und Hv 21929 vereinigt) datiert wurden. Der Bohrkern B 34/2 wurde in einer Wassertiefe von 9,3 m im nordöstlichen Bereich des Nuortu (Abb. 36, Kap. 3.6.1.3) geborgen. Die dunkelgraue bis schwarze minerogene Mudde ist z. T. fein laminiert und besteht überwiegend aus mäßig sortiertem schluffigem Feinsand mit Carbonatgehalten zwischen 6 bis 14 %. Der Anteil an organischem Kohlenstoff liegt zwischen 0,5 bis 1 %. Die Salinität des Wasserkörpers über dem Sediment beträgt ca. 99 g/l, so daß die Lösung noch nicht übersättigt ist und Salzlagen daher fehlen.

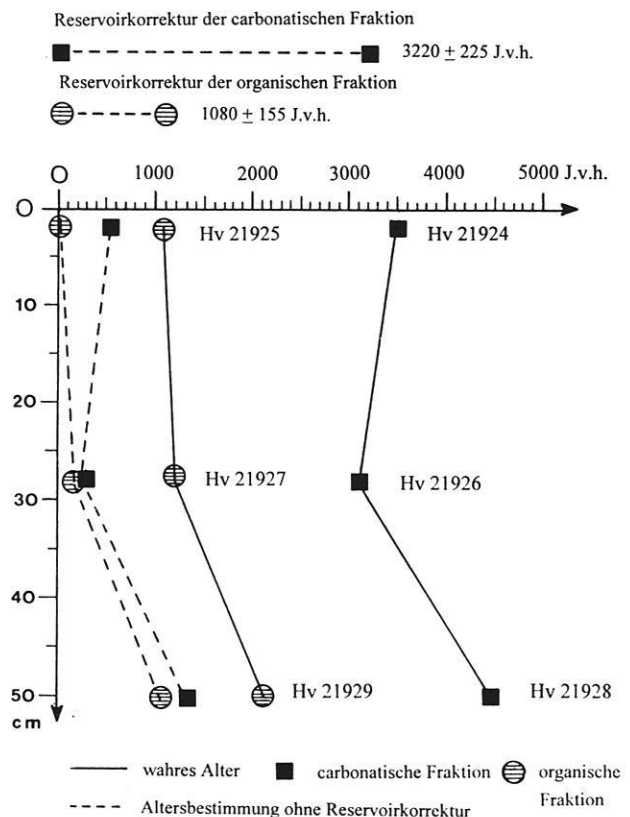


Abb. 60: Reservoirkorrektur der organischen und carbonatischen Fraktion rezenter subhydrischer Sedimente des Bohrkerns B 34/2 aus dem Salzsee Nuortu. Zum Vergleich sind die Altersbestimmungen ohne Reservoirkorrektur angegeben.

5.4.2 Kalibrierung der ^{14}C -Zeitskala für den See Nuoertu

Die Ergebnisse der Radiokohlenstoff- (^{14}C)-Analysen sind in der Tab. 27 (Kap. 9.2) zusammengefaßt. Die carbonatischen und organogenen Fraktionen weisen - wie erwartet - unterschiedliche Zeitskalen in der Gewässerentwicklung der untersuchten Faziestypen auf. Nachstehend sind die nach der Formel von GEYH & SCHLEICHER (1990: 15) ermittelten Differenzen für jedes Probenpaar aufgelistet:

- a) Faziestyp: weisses Seecarbonat (Profile P 34/4 und P 09/2)
Probenpaar Hv 21920/Hv 21921 (Profil P 34/4)
Differenz = -16165 ± 1240 Jahre
Probenpaar Hv 22001/Hv 22002 (Profil P 09/2)
Differenz = -4880 ± 4940 Jahre
- b) Faziestyp: dunkelgraue semilakustrine Sedimente (Profil P 34/3)
Probenpaar Hv 21922/Hv 21923,
Differenz = -1000 ± 135 Jahre
- c) Faziestyp: rezente subhydriche Sedimente eines hypersalinen Sees (Bohrkern B 34/2)
Probenpaar Hv 21924/Hv 21925 (Top nahe der Grenzfläche Wasser/Sediment)
Differenz = -2425 ± 285 Jahre
Probenpaar Hv 21926/Hv 21927 (Mitte)
Differenz = -1890 ± 220 Jahre
Probenpaar Hv 21928/Hv 21929 (Basis d. Bohrkerns)
Differenz = -2330 ± 370 Jahre

Die Differenz der ^{14}C -Alter der carbonatischen und organischen Fraktion der rezenten subhydriche Sedimente beträgt im gewichteten Mittel -2140 ± 160 Jahre. Somit weist die carbonatische Fraktion in rezenten subhydriche Sedimenten um über 2000 Jahre zu große konventionelle ^{14}C -Alter auf. Dies kann insbesondere beim See Nuoertu, der in Gestalt zahlreicher Quellaustritte (spring mounds) vom Grundwasser gespeist wird, durch die Beteiligung von fossilem Kohlenstoff an der Grundwasserchemie verursacht werden. Die ^{14}C -Reservoirkorrektur der carbonatischen Fraktion ergibt sich aus dem ^{14}C -Wert des Hydrogencarbonats des Wasserkörpers, aus dem das Seecarbonat ausgefällt worden ist.

Bei der organischen Fraktion wird von der Vorstellung ausgegangen, daß die organischen Partikel durch Assimilation im oberflächennahen Seewasser gebildet werden, dessen gelöstes Kohlendioxid die hohen ^{14}C -Werte des Kohlendioxids der Umgebungsluft hat. Unter Annahme dieser Modellvorstellung ist es möglich, die ^{14}C -Alter ohne Korrekturen zu verwenden. Die vorliegende Datierung der organischen Fraktion nahe der Grenzfläche Wasser/Sediment ergibt jedoch ein Alter von 1080 ± 155 J.v.h. (Hv 21925). Der ^{14}C -Anfangswert der jüngsten organischen Partikel am Seeboden unterscheidet sich somit erheblich von der des atmosphärischen Kohlendioxids, so daß auch für die Datierungen organischer Fraktionen

entsprechende Korrekturfaktoren zu berücksichtigen sind. Bei dem untersuchten See Nuoertu ist die Bildung organischer Substanzen durch die mikrobiellen Matten eine weitere Kohlenstoffquelle.

Bei allen Proben zeigen die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte deutlich, daß die carbonatischen Anteile positive Werte (Mittelwert: $+0,7\text{‰}$), die organischen dagegen negative Werte (Mittelwert: $-20,15\text{‰}$) aufweisen. Dies ist ein sicherer Hinweis auf verschiedene Kohlenstoff-Quellen, so daß durch Kontaminationen bzw. durch metabolische Effekte die untersuchten Carbonate zu hohe Alter vortäuschen.

Für den Fazies-Typ der semilakustrinen Sedimente ergab sich eine kleinere Differenz von -1000 ± 135 Jahre, während für den Fazies-Typ der Seecarbonate eine wesentlich größere Differenz von -16165 ± 1240 Jahren ermittelt wurde. Als Ursache dieser Abweichung kann im Fall der holozänen semilakustrinen Sedimente die Bildung in einem sehr flachen See angenommen werden. Durch den Eintrag atmosphärischen Kohlendioxids war der ^{14}C -Wert des Hydrogencarbonats des den See speisenden Grundwassers höher als der bei einem tiefen See. Bei Anwendung der entsprechenden ^{14}C -Reservoirkorrektur erhält man ein zuverlässiges ^{14}C -Alter für die organische Fraktion.

Bei Abweichungen von mehr als 10 000 Jahren, wie sie beim Faziestyp der Seecarbonate vorliegen (Probenpaar Hv 21920/21921), ist der Eintrag pleistozäner, fossiler Carbonate zu berücksichtigen. Es ist anzunehmen, daß die carbonatische Fraktion der Probe durch das in den Ostrakodenschalen enthaltene allochthone Carbonat kontaminiert war. Ebenso kann der atmosphärische Eintrag detritischer Carbonate zu entsprechend hohen Kontaminationen führen. Dabei kann nicht ausgeschlossen werden, daß zusätzlich fossile organische Partikel eingelagert wurden. In diesem Fall ist das reservoirkorrigierte ^{14}C -Alter keine zuverlässige Zeitmarke, sondern eher ein Maximalalter.

Die ^{14}C -Alter der carbonatischen Fraktion in der Mitte des Bohrkerns B 34/2 weisen eine scheinbare Inversion auf (Abb. 60). Diese Inversion kann bei Berücksichtigung der Breite der Mutungsintervalle vernachlässigt werden, wobei geringe zeitliche Schwankungen des Reservoireffekts nicht ganz ausgeschlossen werden können. Im Vergleich der drei ^{14}C -Alter der organischen Fraktion erhält man eine in sich schlüssige Abfolge vom „jüngsten“ im Hangenden zum „ältesten“ im Liegenden, wobei der 55 cm lange Sedimentkern ein Alter von 1050 ± 225 ^{14}C -Jahren aufweist. Eine bioturbate Schichtzerstörung ist auszuschließen, zumal am Seeboden anoxische Bedingungen herrschen (Abb. 28 in Kap. 3.4.1).

Die ^{14}C -Reservoirkorrektur der organischen Fraktion wird mit dem ^{14}C -Alter der Schicht nahe der Grenzfläche Wasser/Sediment gleich gesetzt und beträgt 1080 ± 155 Jahre (Abb. 60). Zur Ermittlung der ^{14}C -Reservoirkorrektur der carbonatischen Fraktion ist dieser Wert zur Differenz der ^{14}C -Alter beider Fraktionen, dem bereits erwähnten gewichteten Mittel von -2140 ± 160 Jahre, hinzu zu addieren. Somit ergibt sich als ^{14}C -Reservoirkorrektur der carbonatischen Fraktion $-3220 \pm$

225 Jahre. Für den See Nuoertu ist somit ein zuverlässiges Zeitgerüst der Sedimentation vorhanden. Die vorliegenden ^{14}C -Daten können somit in wahre Alter umgerechnet werden (Tab. 28 in Kap. 9.2).

Diese Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit, neue Modellvorstellungen des Kohlenstoffzyklus wie überhaupt des Metabolismus von Seen in ariden Gebieten zu entwickeln. Hierbei sind insbesondere die bakteriellen Prozesse am Seeboden chemisch geschichteter Seen zu berücksichtigen (MELACK 1983). Desweiteren kann bei thermisch geschichteten Gewässern die höhere mittlere Verweilzeit des Kohlendioxids im Hypolimnion ein weiterer Faktor sein. Zur Beantwortung der eingangs gestellten Fragen kann festgestellt werden:

- a) Die ^{14}C -Reservoirkorrektur und damit die Kalibrierung der ^{14}C -Zeitskala läßt sich mittels Altersbestimmungen von Bohrkernproben rezenter subhydrischer Sedimente ermitteln. Sie beträgt im Fall der carbonatischen Fraktion im Mittel -3220 ± 225 Jahre. Bei der organischen Fraktion wird sie mit dem ^{14}C -Alter der jüngsten Probe nahe der Grenzfläche Wasser/Sediment gleich gesetzt und beträgt -1080 ± 155 Jahre. Da häufig ausschließlich Carbonate als Relikte fossiler lakustriner Sedimente erhalten sind und organische Materialien fehlen, können bereits vorliegende ^{14}C -Daten aus dem Arbeitsgebiet unter Berücksichtigung dieser Korrekturfaktoren zurückhaltend interpretiert werden.
- b) Die Doppeldatierungen fossiler semilakustriner bzw. lakustriner Sedimente ergaben Abweichungen mit einer Spannbreite zwischen -1000 ± 135 bis zu -16165 ± 1240 Jahren. In diesen Fällen ist das reservoirkorrigierte ^{14}C -Alter keine zuverlässige Zeitmarke, sondern eher ein Maximalalter.
- c) Grundsätzlich sind die ^{14}C -Daten von Carbonaten mit zu großen und schwer korrigierbaren Fehlern behaftet, so daß sie für chronostratigraphische Aussagen nur dann herangezogen werden können, wenn eine Doppeldatierung beider Fraktionen zur Abschätzung des Reservoir-Effektes vorliegt.
- d) Die ^{14}C -Daten der organischen Fraktion rezenter lakustriner Sedimente des Sees Nuoertu täuschen um 1080 ± 155 Jahre zu hohe Alter vor, so daß zukünftige Gewässeruntersuchungen sich mit entsprechenden Korrekturfaktoren auseinandersetzen müssen. Der Reservoir-Effekt äußert sich dadurch, daß der ^{14}C -Anfangswert der organischen Partikel am Seeboden erheblich von dem des atmosphärischen $^{14}\text{CO}_2$ -Gehalts abweicht. Zur Klärung dieser Frage sind weitere interdisziplinäre Untersuchungen erforderlich, die den Metabolismus von Seen in ariden Gebieten beginnend von der Inkorporation des $^{14}\text{CO}_2$ durch das autotrophe Picophytoplanktons über diverse Stoffwechselzyklen bis hin zur Deposition der organischen Partikel am Boden thermisch geschichteter Seen erforschen (STEINBERG et al. 1981, 1995).

- e) In der Regel täuscht das ^{14}C -Alter der carbonatischen Fraktion verglichen mit der organischen Fraktion ein wesentlich höheres Alter vor. Im Fall der Doppeldatierung Hv 22001/22002 ist dieses Verhältnis genau umgekehrt: die carbonatische Fraktion scheint um 4880 ± 4940 Jahre jünger zu sein als die organische. Bei dem hohen Alter ist mit einer scheinbaren Verjüngung der Carbonate durch Kontamination mit atmosphärischem Kohlendioxid zu rechnen, wenn sie an der Luft durchfeuchtet wurden.
- f) Datierungsfehler der organischen Fraktion können durch die thermische Schichtung des Wasserkörpers und die Verweilzeiten im Hypolimnion bedingt sein. Dies betrifft insbesondere tiefe Seen, während dieser Datierungsfehler bei flachen Gewässern kleiner ist. Desweiteren spielt die Vollzirkulation im Herbst sowie die Durchmischung nach Stürmen eine Rolle.

5.4.3 Gesamtschau der Altersbestimmungen aus dem Arbeitsgebiet und ihre geochronologische Einordnung

Insgesamt liegen aus dem Arbeitsgebiet 19 Datierungen nach der ^{14}C -Methode (Tab. 27 in Kap. 9.2) und 1 Thermolumineszenzdatierung vor. Den Ergebnissen in Kap. 5.4.2 zufolge unterscheidet sich der ^{14}C -Anfangswert der jüngsten organischen Partikel am Seeboden erheblich von dem des atmosphärischen Kohlendioxids, so daß auch für die Datierungen organischer Fraktionen entsprechende Korrekturfaktoren zu berücksichtigen sind. Die Größe dieses Korrekturfaktors ist jedoch für die anderen Gewässer nicht bekannt. Streng genommen läßt sich die Reservoirkorrektur der ^{14}C -Daten nur auf Gewässer mit ähnlichen Milieubedingungen übertragen. Im Fallbeispiel des Sees Nuoertu handelt es sich um ein tiefes, thermisch geschichtetes Gewässer. In Flachseen werden die Korrekturfaktoren mit Sicherheit geringer sein, da bereits die mittlere Verweilzeit des $^{14}\text{CO}_2$ in einem geringmächtigen Wasserkörper sehr viel kürzer ist.

Unter diesen Bedingungen ergibt sich aus der Anwendung der Korrekturfaktoren auf vorliegende Datierungen an Proben, von denen keine Doppeldatierungen vorliegen, die Einschränkung, daß sich maximale Abweichungsbeträge ergeben können und die wahren Alter zumal bei Flachseen um einen geringeren Betrag vom nicht korrigierten ^{14}C -Alter abweichen. Die Ergebnisse der Anwendung sind in Abb. 61 zusammengefaßt.

Aus dem Vergleich der Fazies-Typen und der jeweiligen Position der Profile ist zu ersehen, daß die Seecarbonate mit einem wahren Alter der organischen Fraktion von 32150 ± 4920 J.v.h. (P 09/2) sowie 11985 ± 355 J.v.h. (P 34/4) zwei verschiedenen Phasen der letzten Eiszeit zugeordnet werden können. Die Seecarbonate des Profils P 09/2 sind Bildungen des Anaglazials und somit die ältesten lakustrinen Sedimente im Arbeitsgebiet. Die Seecarbonate des Profils P 34/4 sind dagegen in das Spätglazial zu stellen. Für das Holozän konnte dieser Fazies-Typ bisher nicht nachgewiesen werden.

Im Gegensatz zu den großen zeitlichen Abständen der beiden Seecarbonat-Phasen liegen die reservoirkorrigierten

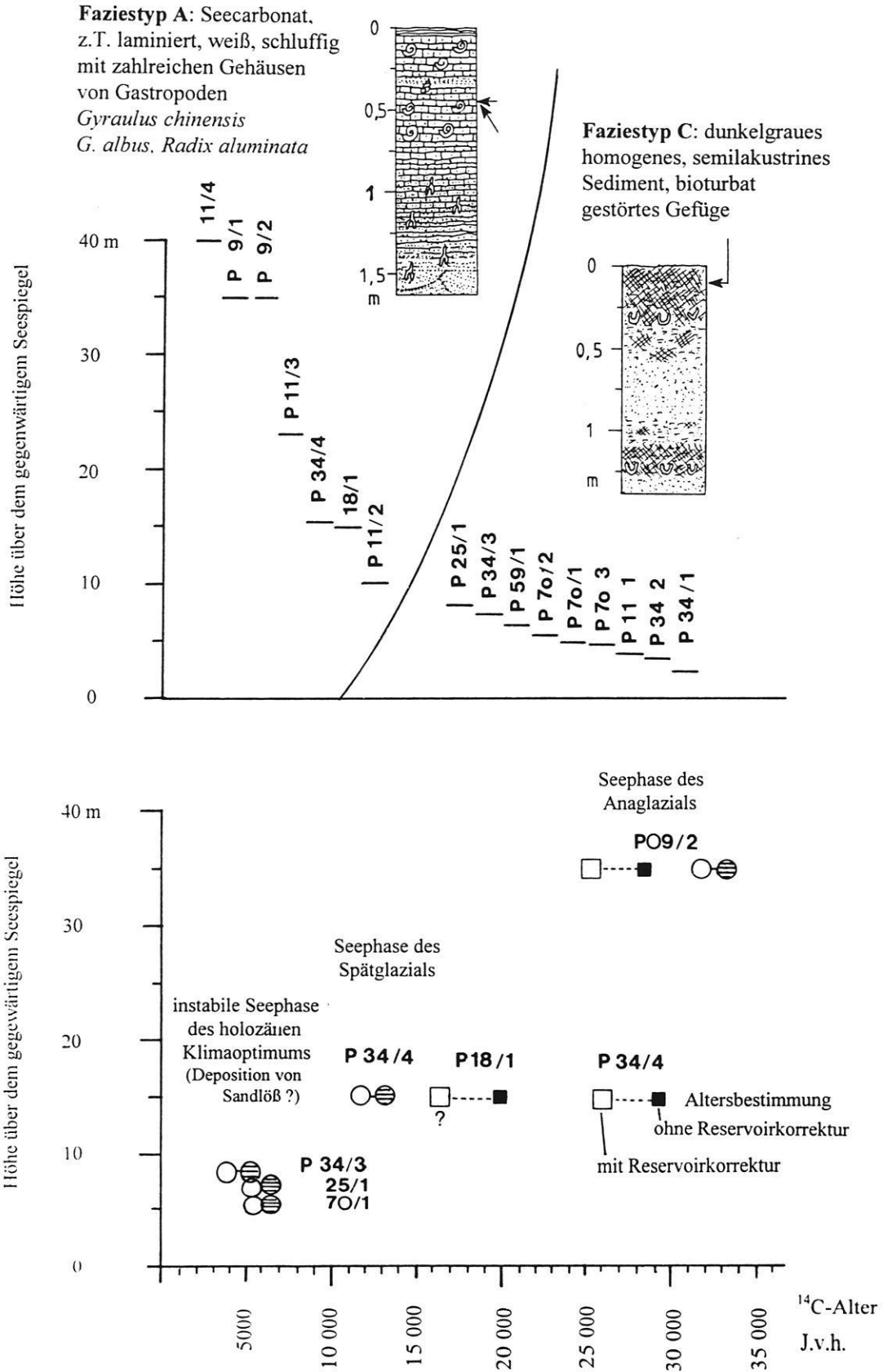


Abb. 61: Fazies-Typen und Position (bezogen auf den gegenwärtigen Seespiegel = 0 m) spätquartärer lakustriner und semilakustriner Sedimente (obere Darstellung) sowie reservoirkorrigierte ^{14}C -Daten ihrer carbonatischen (Rechtecksignatur) und organischen Fraktionen (Kreissignatur) (untere Darstellung).

Datierungen des Fazies-Typs semilakustriner Sedimente sehr eng gestreut im Zeitraum zwischen 6305 ± 235 J.v.h. (Probe Hv 19812 aus dem Profil P 70/1) und 4140 ± 195 J.v.h. (Probe Hv 20482 aus dem Profil P 25/1). Diese Bildungen sind eindeutig der Phase des postglazialen Klimaoptimums im mittleren Holozän zuzuordnen. Problematisch bleibt die Korrektur der drei vorliegenden Datierungen des Fazies-Typs „Kalktuff“. Hier können durch Kontaminationen mit älteren Carbonaten Alter vorgetäuscht werden, die den Korrekturfaktor der carbonatischen Fraktion von -3220 ± 225 Jahren übertreffen können. Demnach sind die Kalktuffe im Fall des Profils P 18/1 Bildungen des frühen Spätglazials. Ihr Vorkommen während des mittleren Holozäns ist durch die Proben Hv 21512/21513 belegt, wobei sich hier das wahre Alter rechnerisch mit 5280 ± 170 bzw. 5550 ± 170 J.v.h. ermitteln läßt. Dieser Fazies-Typ tritt bei Voraussetzung entsprechender hydrologischer Bedingungen im Zeitraum seit dem Spätglazial bis zur Gegenwart auf.

5.5 Überregionaler Vergleich mit paläolimnologischen Befunden aus Zentralasien

Die Datengrundlage für überregionale Vergleiche bezieht sich für die nähere Umgebung des Arbeitsgebietes auf die Rekonstruktionen spätquartärer Seespiegelstände von Endseen, die von Entwässerungssystemen des Hochgebirges, insbesondere des Qilian Shan, gespeist werden. Der Shiyang He entwässert den Qilian Shan in nördlicher Richtung und mündet nach einer Lauflänge von 260 km in den Endsee Baijian Hu in der Tengger Wüste (Abb. 1, Kap. 2.1). Der Ruo Shui hat im Vergleich dazu ein größeres Einzugsgebiet und führt das Wasser den Endseen Gaxun Nur und Sogo Nur zu, die nordwestlich der Badain Jaran Wüste gelegen sind. Die Seespiegelstände der Paläoseen des Gaxun Nur und Sogo Nur wurden von HÖRNER & CHEN (1935), die des Juyansee von HU (1987) kartiert. Die vorzeitlichen Uferlinien sind in Satellitenbildern (METRIC CAMERA) gut zu erkennen. Paläolimnologische Untersuchungsergebnisse und Altersbestimmungen lakustriner Sedimente liegen aus dem Bereich des Paläo-Baijian Hu in der Tengger Wüste vor (PACHUR, WÜNNEMANN & ZHANG 1995). Des weiteren sind einige Seen auf den Hochplateaus von Qinghai und Tibet gewässerkundlich untersucht worden. Hier sind es vor allem die Arbeiten von KELTS et al. (1989) über den größten, abflußlosen See Chinas, den Qinghai Lake (Koko Nur; Position: $99^{\circ}36'$ bis $110^{\circ}47'E$, $36^{\circ}32'$ bis $37^{\circ}15'N$; Fläche 4635 km^2 , Salzgehalt 14 g/l , max. Tiefe 27 m), die den Zeitraum der letzten $13\,500$ Jahre durch Untersuchungen an bis zu $5,6 \text{ m}$ langen Bohrkernen dokumentieren. FONTES et al. (1993, 1996) untersuchten die Umweltveränderungen der tibetischen Seen Sumxi Co und Langmu Co. Isotopenanalysen an Eiskernen aus dem Guliya Gletscher (westlicher Kunlun Shan, $35^{\circ}17'N$, $81^{\circ}29'E$) ermöglichen sogar eine Klimarekonstruktion für den Zeitraum der letzten $500\,000$

Jahre (THOMPSON et al. 1997). Die kompilatorische Arbeit von FANG (1991, 1993) gibt einen Überblick zur Paläolimnologie chinesischer Seen für den Zeitraum der letzten $3\,000$ sowie der letzten $30\,000$ Jahre. Insgesamt ist das aktuo- und paläolimnologische Vergleichsmaterial regional noch sehr lückenhaft. Aus der Mongolei liegen paläolimnologische Daten bisher nur von den Seen Dood-Nur ($51^{\circ}20'N$, $99^{\circ}23'E$, 1538 m a.s.l.), Gun-Nur ($50^{\circ}15'N$, $106^{\circ}36'E$, 600 m a.s.l.), Hara-Nur ($47^{\circ}58'N$, $93^{\circ}07'E$, 1132 m a.s.l.), Hara-Us-Nur ($47^{\circ}55'N$, $92^{\circ}00'E$, 1156 m a.s.l.) und Hubsugul ($50^{\circ}32'N$, $100^{\circ}10'E$, 1645 m a.s.l.), dem größten Süßwassersee der Mongolei (TARASOV et al. 1996: 123 ff.; DULMA 1979), vor. Das Tal der Gobi-Seen und insbesondere der Bajan Nuur ($50^{\circ}N$, 93° bis $95^{\circ}E$) wird gegenwärtig von einer deutschen Forschergruppe untersucht (WALTHER & NAUMANN 1997; NAUMANN & WALTHER 1998). Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf die Gliederung spätpleistozäner Seespiegelschwankungen chinesischer Seen, die von FANG (1991) auf der Grundlage von 61 untersuchten Gewässern erarbeitet wurde. Demzufolge werden für den Zeitraum der letzten $35\,000$ Jahre fünf Phasen (Phase A bis E) unterschieden. Nähere Angaben zur spätquartären Klima- und Vegetationsentwicklung Chinas wurden den Publikationen von WINKLER & WANG (1993) sowie von WRIGHT et al. (1993) entnommen und ergänzen die Ausführungen zu den Seespiegelschwankungen. Die Möglichkeit eines regionalen Vergleichs ist durch die Befunde zur Gewässerentwicklung des ca. 180 km östlich des Arbeitsgebietes in der Tengger Wüste gelegenen Paläo-Baijian-Hu gegeben. PACHUR et al. (1995) gliederten dort sechs Seespiegel-Terrassen aus. Zusätzlich wurde dort eine 70 m tiefe Bohrung (B 100) abgeteufelt und der Bohrkern analysiert.

Phase E (> 20 000 Jahre vor heute)

Die Phase E umfaßt den Zeitraum von ca. $35\,000$ bis $20\,000$ J.v.h., der durch die höchsten Seespiegelstände und eine bedeutende Vergrößerung der Gewässerflächen gekennzeichnet ist. Im Qaidam-Becken existierte in dieser Zeit ein ausgedehnter Süß- bzw. Brackwassersee (HÖVERMANN & SÜSSENBERGER 1986; BOWLER et al. 1986; CHEN & BOWLER 1986; HÖVERMANN et al. 1993). Diese Phase ist weitgehend mit dem insgesamt kälteren und feuchteren, eiszeiterzeugenden Klima des Anaglazials im Sinne von HÖVERMANN & SÜSSENBERGER (1986) identisch, das von $32\,000$ bis $24\,000$ J.v.h. andauerte. An das Anaglazial schließt sich das Hochglazial (LGM bzw. last glacial maximum) an, dessen zeitliche Stellung je nach Autor zwischen $24\,000$ (HÖVERMANN & SÜSSENBERGER 1986) bis $18\,000$ J.v.h. (WINKLER & WANG 1993) angenommen wird. Während des Hochglazials verlagerte sich der Permafrostgürtel äquatorwärtig um 14 Breitengrade bis etwa $34^{\circ}40'N$ (PU 1983; LIU 1988). Auf allen Hochebenen und Plateaus $> 1500 \text{ m ü.d.M.}$ herrschten somit periglaziale Klimabedingungen. Neben der bedeutenden Vergletscherung der Randketten des Qinghai-Tibet Plateaus (WISSMANN 1959, SUN et al. 1980), insbesondere des Qilian Shan (KUHLE 1987) und tibetischer Gebirgsgruppen (WU &

LIN 1981; LEHMKUHL 1995) führte die Verlagerung der geomorphologischen Höhenstufen selbst in kleineren Gebirgszügen wie dem Helan Shan dazu, daß die polwärtigen Hänge in Höhen oberhalb 3100 m ü.d.M. vergletschert waren (HOFMANN 1992, 1993).

Für den Bereich der Tengger Wüste werden im Zeitraum zwischen 39 000 und 23 000 J.v.h. höhere Jahresniederschläge, höhere Abflüßmengen sowie geringere Evaporationsverluste abgeleitet (PACHUR et al. 1995). Den Ergebnissen zufolge existierte im Spät-Pleistozän um 39 000 J.v.h. eine ausgedehnte, ca. 16 200 km² große aquatische Landschaft mit Gewässern und Sumpfgebieten. Der höchste Seespiegel (T 1) wurde bei 30 m über dem Niveau des gegenwärtigen Baijian Hu eingemessen. Die lakustrinen Sedimente sind einer molluskenführenden Seecarbonat-Fazies zuzuordnen. Die gefundenen Molluskenarten (*Corbicula fluminea*, *Lymnaea auricularia* und *Gyraulus chinensis*) sowie das Fehlen von Gips und Hoch-Mg-Calcit weisen auf Süß- bis Brackwasser-Verhältnisse hin. Bis zum Ende der Phase E haben sich nach Rekonstruktionen von PACHUR et al. (1995) im Bereich des Gaxun Nur und Sogo Nur nördlich der Badain Jaran Wüste sowie im Bereich des Baijian Hu (Tengger Wüste) Seen und semiaquatische Landschaften gebildet, deren Gesamtfläche auf 50 000 km² geschätzt wird. Die Annahme einer Wasserfläche dieser Größenordnung impliziert Rückkopplungseffekte auf den lokalen Energie- und Wasserhaushalt, die sich verstärkend auf das lokale Niederschlagsgeschehen auswirken konnten.

Phase D (20 000 bis 16 000 Jahre vor heute)

In dieser Phase unterliegen die meisten Gewässer einer Seespiegelabsenkung, die insbesondere in Nordchina bis hin zur völligen Eindampfung des Wasserkörpers und der Deflation der trockenliegenden Seesedimente reichte (DAVIES 1986). In ausgetrockneten Seebecken wie dem Endsee Lop Nor (YAN et al. 1983; XIA 1985) werden klastische Sedimente abgelagert. Für die Tengger Wüste ist der Zeitraum zwischen 20 000 und 13 000 J.v.h. hinsichtlich des Vorkommens lakustriner Sedimente durch Fundleere gekennzeichnet. Diese hyperaride Phase geht einher mit einer Abschwächung des Sommermonsuns (AN et al. 1991) und einer Absenkung des Meeresspiegels um ca. 120 m, so daß große Bereiche des Schelfs trocken lagen. Dieser sommerkühle und extrem trockene Abschnitt des Kataglazials (24 000 bis 16 000 J.v.h.) entspricht dem Übergang vom eiszeiterzeugenden zum eiszeiterstörenden Klima. In der ausgeprägten hochglazialen Trockenperiode und anschließend im Spätglazial wurden die eiszeitlich gebildeten Pedimente überarbeitet und zu Sandschwemmebenen umgeformt. Die Rekonstruktion der Paläotemperatur durch SUN & LI (1986) ergibt für diesen Zeitraum, der nach der Typuslokalität auch Beizhuangcun-Stadial genannt wird, eine Temperaturremiedrigung von max. 12°C. Die dadurch bedingte äquatorwärtige Verbreitung von Permafrostbildungen um 12 Breitengrade nach Süden (CUI & XIE 1984, 1985; WINKLER & WANG 1993) hat mit Sicherheit auch die Dünenentalungen der Badain Jaran Wüste betroffen.

Phase C (16 000 bis 10 000 Jahre vor heute)

Diese Phase ist eine Übergangsperiode mit komplizierten regionalen Unterschieden in der Gewässerentwicklung. Während die Seen der alpinen Regionen in Tibet (GASSE et al. 1991) bzw. Qinghai durch verstärkte Schmelzwasserabflüsse hohe Seespiegelstände und ein hypo- bis subsalines Milieu gekennzeichnet sind, werden die Seen in Nordchina durch allgemein niedrige Seespiegelstände sowie Phasen der Austrocknung bestimmt. Erst ab 12 000 J.v.h. deutet sich auch in Nord- und Nordwestchina ein Umschwung hinsichtlich eines Seespiegelanstiegs an. PACHUR et al. (1995) berichten von einem zunehmenden Einfluß humider Klimabedingungen in der Tengger Wüste im Zeitraum nach 13 000 J.v.h., der durch Seecarbonate und Seespiegelstände dokumentiert ist. Die Phase C entspricht dem Spätglazial, das sich in einen kalt-trockenen Abschnitt (16 000 bis 14 000 J.v.h.) sowie einen darauf folgenden warm-trockenen Abschnitt (14 000 bis 10 000 J.v.h.) gliedern läßt (ZHANG 1981). Grundsätzlich sind aufgrund der Altersstellung und Verbreitung von Permafrostbildungen für den Zeitraum 16 000 bis 12 000 J.v.h. Jahresmitteltemperaturen rekonstruiert worden, die zwischen 6°C bis zu 10°C unter den gegenwärtigen Jahresmitteln liegen (WINKLER & WANG 1993). Übertragen auf die Badain Jaran Wüste bedeutet dies eine Jahresmitteltemperatur um +2°C bis -2°C.

Phase B (10 000 bis 3 000 Jahre vor heute)

Der Zeitraum wird in drei Subphasen B₃ (10 000 bis 7500 J.v.h.), B₂ (7500 bis 5000 J.v.h.) und B₁ (5000 bis 3000 J.v.h.) unterteilt. Seespiegelhochstände treten in den jeweiligen Subphasen um 9000 bis 8500, 6500 und 3600 J.v.h. auf. Im Übergang der Subphasen B₃/B₂ um 7000 und B₂/B₁ um 5000 kommen abrupte Schwankungen des Seespiegels vor. Die Seespiegelhochstände der Subphase B₂ korrelieren mit dem postglazialen Klimaoptimum (7500 bis 5500 J.v.h.), das im gesamten Zentralasien durch sehr warme und humide Verhältnisse geprägt war. Nach Angaben von WINKLER & WANG (1993) lag die mittlere Jahrestemperatur um 3°C über den gegenwärtigen Mittelwerten. Bezogen auf die Badain Jaran Wüste entspricht dies einer Jahresmitteltemperatur von 11,8°C. Generell werden in der Phase B insbesondere in den ariden und semiariden Räumen die höchsten postglazialen Seespiegelstände verzeichnet. Dies findet seine Bestätigung in historischen Aufzeichnungen, die von der Existenz ausgedehnter Seen in den heutigen Trockengebieten berichten. Im Vergleich zu früheren rekonstruierten Zuständen erreichten die Gewässer in keinem Fall die maximalen Ausmaße der Phase E. Die früh- und mittelholozänen Seephasen in der Tengger Wüste sind durch semilakustrine Ablagerungen, Seecarbonate und molluskenführende Sande dokumentiert. Die geringe Artendiversität der Ostrakodenfauna sowie geochemische Befunde sind ein Indikator dafür, daß der Salzgehalt des Paläo-Baijian-Hu gegen Ende des mittleren Holozän zunahm und um 1500 J.v.h. endgültig austrocknete. Zusammenfassend ist festzustellen, daß der Paläo-Baijian-Hu hinsichtlich Fläche und Volumen seit dem Spät-Pleistozän abnahm, wobei Seespiegelschwankungen vor

allem im frühen und mittleren Holozän stattfanden. In anderen ariden Gebieten erreichten einige Seen Hochstände, die sogar ein Überfließen bzw. oberflächliches Abfließen eines Teils des Seewassers nach sich zogen. Dies betraf den Paläo-Sheyanze-See in der Maowusu-Wüste (Ordos-Plateau, DONG et al. 1985; LI et al. 1988, 1989; LI 1993), den Paläo-Toushenze-See (Ulanbuh-Wüste) und den Paläo-Jüyanze-See am Nordrand der Badain Jaran Wüste (HU 1987). Diese Gewässer trockneten im Übergang zur Phase A aus. Ihre lakustrinen Ablagerungen sind seitdem der Deflation ausgesetzt.

Phase A (3 000 Jahre vor heute bis zur Gegenwart)

Die Phase A stimmt zeitlich mit dem Neoglazial überein, das durch eine Abkühlung des Klimas und eine Expansion der Gletscher des Tian Shan sowie der Gebirgsgruppen des tibetischen Plateaus gekennzeichnet ist (LEHMKUHL 1995). In dieser Phase gewinnen archäologische sowie historische Dokumente eine große Bedeutung als Archive der Gewässerentwicklung. Dies geht einher mit einer Ausweitung der Landnutzung, die auch die ariden Gebiete betraf. Eine Vergrößerung der Seeflächen und höhere Seespiegelstände sind bei vielen Gewässern für die Zeiträume von 500 v. Chr. bis zur Zeitenwende, 650 bis 950 n. Chr. und 1250 bis 1650 n. Chr. nachgewiesen. Die Endseen Sogo Nur, Gaxun Nur und Jüyanze unterlagen in der Phase A beträchtlichen Wasserspiegelschwankungen, die vor allem seit Anfang des 20. Jahrhunderts zunehmend durch menschliche Eingriffe bei der Wasserführung des Ruo Shui beeinflusst wurden (YANG 1991: 19).

Insgesamt erreichten die Gewässer der ariden und semiariden Gebiete Chinas ihre maximalen Ausmaße hinsichtlich Volumen und Fläche in der Phase E, die zeitlich dem Anaglazial zuzuordnen ist. Während der Phase D und insbesondere während des Hochglazials (LGM) sind im Zeitraum von 20 000 bis 16 000 J.v.h. weder in der Tengger Wüste noch am Nordrand der Badain Jaran Wüste Gewässer nachweisbar. Vermutlich trockneten die Gewässer aufgrund hyperarider Klimabedingungen vollständig aus. Die während der Phasen C und B entstandenen Gewässer waren hinsichtlich Volumen und Fläche deutlich kleiner als in der Phase E. Starke Seespiegelschwankungen sprechen für instabile Verhältnisse, die erst während des postglazialen Klimaoptimums ausgeglichener wurden. Im Übergang zur Phase A schrumpften die Gewässerflächen drastisch, wobei viele Gewässer endgültig eintrockneten.

5.6 Rekonstruktion der Gewässerentwicklung

Die morphologischen Hinterlassenschaften vorzeitlicher, höherer Seespiegelstände sind nur an wenigen Lokalitäten im Arbeitsgebiet vorhanden. Diese kleinräumig auftretenden Erosionsreste sind als Grundlage einer morphostratigraphischen Gliederung in Gestalt von See-Terrassen wenig geeignet. Dies hängt zum einen von den

ungünstigen Erhaltungsbedingungen ab. Zum anderen weisen die untersuchten Sedimente zweifelsfrei eine tektonische Überprägung auf. Dies äußert sich in der Störung des Schichtverbandes sowie im vertikalen Versatz ganzer Sedimentpakete. Aus den genannten Gründen ist es nicht möglich, eine Seespiegelstandskurve der spätquartären Gewässerentwicklung zu rekonstruieren. Die Position der Seecarbonate sowie fossiler, verkarsteter Mikrobialithe liefert lediglich Anhaltspunkte für ältere, vormals höhere Seespiegelmarken.

Andere Möglichkeiten zur Rekonstruktion der Gewässerentwicklung bieten jedoch lithostratigraphische und biostratigraphische Ergebnisse, die nach den vorliegenden Altersbestimmungen chronologisch eingeordnet werden können. Hier sind sekundäre Veränderungen durch Diagenese und postsedimentäre Strukturveränderungen zu berücksichtigen.

Grundsätzlich stellt sich in der Zusammenschau der Befunde die Frage, ob die Gewässerentwicklung in einem geschlossenen hydrologischen System als Ausdruck des Paläoklimas oder der Paläohydrologie des Grundwasser-einzugsgebietes zu deuten ist. Als Indikatoren der Gewässerentwicklung sind lakustrine sowie semilakustrine Fazies-Typen verschiedener chronologischer Stellung nachgewiesen, deren Höhe über dem gegenwärtigen Seespiegel einen Anhaltspunkt für frühere Seespiegelstände geben.

Unter diesem Aspekt sind die vorliegenden Befunde der Seen Nuortu (S 34) bzw. Cheligeri (S 09) und Sayinwusu (S 70) als Datengrundlage für die Rekonstruktion der Gewässerentwicklung und deren chronologische Zuordnung geeignet. Sie werden in Anwendung der in Kap. 5.5 vorgestellten Gliederung von FANG (1991) nachstehend erläutert.

Die Phase E (> 20 000 J.v.h.) ist ausschließlich im nördlichen Gewässergebiet durch die 70 cm mächtigen Seecarbonate (Profil P 09/2) beim See Cheligeri (S 09) mit einem reservoirkorrigierten ¹⁴C-Alter von 32 150 ± 4920 J.v.h. nachzuweisen. Da es sich um korradierte und damit gekappte Profile handelt, ist jedoch nur der Beginn der Seephase erfaßt. Die Existenz gering mineralisierter (subsaliner) Gewässer im frühen Anaglazial steht in Übereinstimmung mit dem Seespiegelhochstand T 1 des Paläo-Baijian-Hu, der nach Angaben von PACHUR et al. (1995) ein Fläche von 16200 km² einnahm. Die klimatischen Bedingungen waren durch kühle Sommer und erhöhte Niederschläge aufgrund eines stärkeren monsunalen Einflusses gekennzeichnet.

Für den Zeitraum von 32 000 bis 12 000 J.v.h. fehlt jeglicher Nachweis von Gewässern im Südosten der Badain Jaran Wüste. Hier treten Unterschiede zur Gewässerentwicklung der Tengger Wüste auf, da der Paläo-Baijian-Hu noch bis etwa 23 000 J.v.h. existierte, während die Gewässer in der Badain Jaran Wüste schon wesentlich früher austrockneten.

Die Fundleere der Phase D ist in beiden Wüsten durch die hyperariden Verhältnisse während des Hochglazials und des frühen bzw. mittleren Spätglazials zu erklären. Während des Hochglazials fand in Zentralasien eine bedeutende Verlagerung der geomorphologischen Höhen-

stufen statt, die selbst in kleineren Gebirgen wie dem Helan Shan bis zu 900 Höhenmeter betrug HOFMANN (1993: 95). Überträgt man diese Verhältnisse auf die Umgebung der südöstlichen Badain Jaran Wüste, so kann daraus gefolgert werden, daß die Wüstenschluchten des Yabrai Shan und Hei Shan Tou weit in das heutige Dünenfeld hineinreichten und somit das südliche Gewässergebiet erreichten. Vermutlich wurden Relikte der Talformen anschließend mit Sand verfüllt und dadurch konserviert. Auf dem LANDSAT-Satellitenbild (Beilage 2) sind mehrere vorzeitliche Abflußbahnen mit schmaler Talsohle zu erkennen, in denen das Wasser weit in das südliche Gewässergebiet eindringen konnte, so daß es zur Einebnung kleiner Dünenfelder kam. Die Megadünen wurden durch diese Spülprozesse auch überprägt, jedoch kann eine Einebnung aufgrund der Dimensionen ausgeschlossen werden.

Durch die Temperaturverhältnisse im Zeitraum 20 000 bis 16 000 J.v.h. (Absenkung der Jahresmitteltemperatur um 8 bis 10°C) ist eine Jahresmitteltemperatur von 0° bis -2° anzunehmen, so daß periglaziale Formung vorherrschte. Da die Dünentälungen mikroklimatisch die Entstehung von Kaltluft begünstigen, sind Frosteindringtiefen von mehr als 2 m zu erwarten. Während der sommerlichen Auftauphasen reichte der Wärmefluß vermutlich nicht aus, den Boden ganz aufzutauen, so daß sich sporadischer Permafrost bilden konnte. Bei Berücksichtigung dieser trocken-kalten Klimaverhältnisse und vorherrschenden starken Winden aus nordwestlicher Richtung resultierte eine hohe Deflationsrate und eine Bildung von Ausblasungshohlformen in den Dünentälungen.

Im ausgehenden Spätglazial setzte um 12 000 J.v.h. erneut eine Phase der limnischen Sedimentation ein, die durch den Fazies-Typ des Seecarbonats nur im nördlichen Gewässergebiet dokumentiert ist. Die ¹⁴C-Datierung des Seecarbonats vom Profil P 34/4 ergab ein reservoirkorrigiertes Alter von 11 985 ± 355 J.v.h. Aus den litho- und biofaziellen Befunden ist ein Süßwassermilieu abzuleiten, wobei die Artzusammensetzung der Gastropoden- und Ostrakodenfauna (ganz überwiegend *Limnocythere inopinata*) auf eine Salztoleranz bis in den hyposalinen Brackwasserbereich schließen läßt. Es handelt sich um eine instabile Seephase mit Phasen der Austrocknung, in denen der Seeboden übersandet wurde. Diese Bildungen korrelieren mit Befunden aus dem Becken südlich des Hei Shan Tou und im Bereich des Paläo-Baijian-Hu (Seespiegel T 2.2 nach PACHUR et al. 1995), denenzufolge im ausgehenden Spätglazial lakustrine und semilakustrine Sedimente auf ausgedehnte flache Gewässer schließen lassen, die in ihrem Ausmaß jedoch wesentlich kleiner sind als in der Phase E. Die Sedimente der lakustrinen Süßwasserfazies waren nach dem Austrocknen der Gewässer der Windabtragung sowie tektonischem Versatz ausgesetzt, so daß Relikte dieses Fazies-Typs nur an wenigen Stellen im Arbeitsgebiet als gekappte Profile erhalten sind. Über die zeitliche Dauer dieser Seephase ist daher keine Aussage möglich.

Für den Zeitraum des frühen Holozäns (Subphase B₃) sind keine lakustrinen Ablagerungen nachweisbar. Nach

Ausweis von Radiocarbonatierungen des Profils P 70/1 beginnt eine limnische Sedimentation erst um 7100 J.v.h. Es handelt sich um flache Seebildungen mit erhöhten Anteilen humoser Substanzen.

Die allgemein feuchteren Klimabedingungen, deren Jahresniederschlagssummen die gegenwärtigen um den Faktor 1,5 bis 2 übertrafen (HOFMANN 1993), führten zu einem Anstieg des Grundwasserspiegels, so daß sich Gewässer in den Deflationshohlformen bildeten. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß zumindest im frühen Holozän noch dauergefrorene Schichten existierten und als Wasserstauer in den Dünentälungen fungierten. Dies würde die intensive hydromorphe Beeinflussung der Sedimente erklären. Aus den Untersuchungen von JÄKEL & WAGNER (1993) ist bekannt, daß der Dauerfrostboden in Horqin Sandy Land nordöstlich des Arbeitsgebietes sogar noch das frühe bis möglicherweise mittlere Holozän überdauerte. Übertragen auf das Arbeitsgebiet würde dies bedeuten, daß mit dem Austauen des Permafrostes eine Tieferlegung des Grundwasserspiegels zu vermuten ist. Des weiteren führten die höheren Niederschläge zur Auffüllung der Grundwasserleiter

In der Subphase B₂ entstanden während des postglazialen Klimaoptimums weitflächige semiaquatische Ökosysteme in den Dünentälungen. Zeitgleich bildete sich der Seespiegelstand T 4 im Bereich des Paläo-Baijian-Hu, wobei dort ein anderer Fazies-Typ, nämlich Seecarbonate, zur Ablagerung gelangten. Hier zeigen sich im Vergleich der Gewässerlandschaften beider Wüsten fazielle Unterschiede, da der Fazies-Typ des Seecarbonats im Südosten der Badain Jaran Wüste während des Holozäns nicht mehr auftritt.

In den Subphasen B₁ und B₂ wird in beiden Gewässergebieten der Faziestyp der semilakustrinen Sedimente gebildet. Die ¹⁴C-Daten konzentrieren sich hierbei im Zeitfenster zwischen 6300 bis 4100 J.v.h. Insgesamt handelt es sich um eine instabile Phase der Gewässerentwicklung mit stark schwankendem Grundwasserspiegel. Die Anreicherung organischer Substanz als Ausdruck feuchter Klimabedingungen, Bioturbation, intensive Durchwurzelung, die Bildung von Rhizolithen i. S. von KLAPPA (1980) und die polymodale Korngrößenverteilung der Sedimente zeigen ein komplexes Sedimentationsgeschehen an. Zeitlich und sedimentologisch bestehen Parallelen mit humusstreifigen Sandlößablagerungen im östlichen Vorland der Tengger Wüste (HOFMANN 1993). Die in erstaunlicher Dichte anzutreffenden Oberflächenfundplätze neolithischer Artefakte und Keramik (WAGNER 1995) lassen auf eine Verbesserung der Umweltbedingungen für den Menschen schließen. Die dafür benötigte Siedlungsfläche erfordert die Annahme einer semiaquatischen Landschaft, in denen sich keine großen Gewässerflächen, sondern lokal begrenzte, durch sandige Barrieren getrennte Sumpfareale befanden.

Der Zeitraum von 5000 J.v.h. bis zur Gegenwart (Subphase B₁ und Phase A) läßt sich bisher nur für den See Nuortu rekonstruieren. Aus den Zuwachsraten der bis zu 12 m hohen, pfeilerartigen Kalktuffbildungen der Mikrobialithe, deren Wachstum nur bei Wasserbedeckung stattfinden kann, ist zu folgern, daß dieses Gewässer den

Zeitraum der letzten 6000 Jahre überdauert hat. Für den Zeitraum der letzten 1000 Jahre, der durch den Bohrkern B 34/2 erfasst wurde, ist eine kontinuierliche Sedimentation klastischer sowie untergeordnet auch carbonatischer und organischer Partikel zu rekonstruieren. Das Fehlen von Salzlagen zeigt, daß die hydrochemische Beschaffenheit des Wasserkörpers weitgehend konstant blieb.

Gegenwärtig wird die Wasserhaushaltsbilanz der Gewässer im wesentlichen vom Dünen-Aquifer gesteuert, der kurzzeitige klimatische Schwankungen abpuffern kann. Die Mächtigkeit und Ergiebigkeit des Aquifersystems muß beträchtlich sein, da bei den meisten Gewässern im nördlichen Gebiet ein konstanter Wasserspiegel sowie eine konstante Gewässerfläche gegeben ist. Im südlichen Gewässergebiet liegen die Verhältnisse anders, da hier gegenwärtig die Gewässerflächen stark abnehmen. Hier reicht offensichtlich der Zufluß des Dünenaquifers nicht aus, um die nachlassende Ergiebigkeit des Fanglomerat-Aquifers auszugleichen.

Im Gegensatz zu den Endseen des Baijian Hu bzw. Gaxun Nur und Sogo Nur handelt es sich bei der Gewässerlandschaft der Badain Jaran Wüste um ein kleinräumiges, geschlossenes hydrologisches System. Im grobskaligen Bereich läßt sich die Chronologie der Gewässerentwick-

lung mit den Verhältnissen in der Tengger Wüste in Einklang bringen. Insgesamt spiegeln die Ergebnisse in erster Linie jedoch die paläohydrologische Entwicklung wider.

Der ökologische Status der Gewässer, die Dauer ihres Bestehens und ihre Ausdehnung kann nicht zwangsläufig auf klimatische Ursachen reduziert werden. Daraus folgt, daß die aus den Mikrofossilien abzuleitenden Milieubedingungen nicht auf Seespiegelschwankungen als Folge von Klimaänderungen zurückgeführt werden können. Dies wurde an limnischen Sedimenten anderer arider Gebiete wie dem Schichtstufenvorland von Bilma (südwestliche Zentralsahara) bereits nachgewiesen (BAUMHAUER 1986, 1988, 1993; GRUNERT et al. 1991).

Die unterschiedliche Entwicklung beider Gewässergebiete im Zeitraum der letzten Jahrhunderte zeigt deutlich, daß die Gewässer bei gleichen klimatischen Bedingungen sehr differenzierte Reaktionen zeigten. Eine Verknüpfung mit dem Paläoklima ist nur durch die Gewinnung längerer Bohrkern aus dem See Nuortu möglich, deren sedimentologische, isopenanalytische und geochemische Untersuchung die bestehenden zeitlichen Lücken insbesondere für den holozänen Zeitraum schließen können.

6. Zusammenfassung/Summary

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist die Untersuchung der Gewässer im Südosten der Badain Jaran Wüste mit dem Ziel, einen aktualistisch orientierten Beitrag zur Kenntnis zentralasiatischer Seen und ihrer spätquartären Gewässerentwicklung zu leisten. Als Datengrundlage wurden die aktuellen hydrochemischen, limnologischen, faunistischen, floristischen und sedimentologischen Verhältnisse der Gewässer untersucht. Zur übersichtlichen Darstellung dieser Ergebnisse wurde ein Gewässerkataster angelegt und das Arbeitsgebiet unter hydrologischen Aspekten räumlich gegliedert in:

- Das nördliche Gewässergebiet mit rundlich-ovalen hypersalinen Salzseen des Na-Cl-CO₃-SO₄-Typs, die wie auf einem Gitternetz verteilt sind. Die Seebecken sind morphologisch ausgeprägt und weisen neben steilen Böschungen eine klare Gliederung in eine Litoral- und Profundalregion auf. Auf einer Fläche von 46 x 30 km existieren 46 Seen mit einer Gesamtwasserfläche von 15,2 km². Die Seespiegelhöhe liegt im Mittel bei 1170 m ü.d.M. Im arithmetischen Mittel beträgt die Gewässerfläche pro See 0,34 km², wobei die Seespiegel keine bedeutenden Schwankungen aufweisen. Der See Nuortu ist mit einer Fläche von 1,75 km² und einer maximalen Tiefe von 15,6 m das flächen- und volumenmäßig größte Gewässer in der Badain Jaran Wüste und wurde daher detailliert untersucht.
- Das südliche Gewässergebiet besteht aus langgestreckten Flachseen und Kleingewässern unterschiedlicher Salzgehalte, die von subsalinen bis zu hypersalinen Verhältnissen reichen. Hydrochemisch gehören die Gewässer dem Na-Mg-(Ca)-Cl-SO₄-CO₃-Typ an. Die Seespiegelstände der Gewässer liegen bei 1210 bis 1299 m ü.d.M. Somit ist zwischen beiden Gewässergebieten ein relativer Höhenunterschied der Seespiegelstände im Bereich von 40 bis max. 130 m gegeben. Als lokale Besonderheit tritt eine saline Anomalie mit hohen Gehalten an Natrium, Chlorid und Erdalkalien (insbesondere Magnesium) auf. Gegenwärtig existieren auf einer Fläche von ca. 23 km in Nord-Süd-Erstreckung bei einer Breite von ca. 7 km in Ost-West-Richtung noch 37 Gewässer, deren Gesamtwasserfläche 1,72 km² bei einem arithmetischen Mittel von 0,05 km² pro Gewässer beträgt. Die Gewässer unterliegen gegenwärtig einer deutlichen Seespiegelabsenkung. Ihre muldenförmigen Seebecken sind flach und wenig gegliedert, so daß nur die Litoralregion ausgeprägt ist. Die maximal gemessene Tiefe liegt bei 1,8 m bei einer maximalen Seefläche von 0,2 km².

Beide Gewässergebiete sind durch einen ca. 10 km breiten gewässerlosen Geländestreifen getrennt, dessen höchster Punkt bei der Lokalität Yikeliaobao (1457 m ü.d.M.) liegt. Morphologisch handelt es sich um eine WSW-ENE streichende Schichtstufe, die wegen der Sandbedeckung nur an einigen Stellen markant in Erscheinung tritt. Die Lagerungsverhältnisse der dort aufgeschlossenen Finglomerate und Playasedimente führen zu der Schlußfolgerung, daß die Gewässergebiete durch eine Aufwölbung im Sinne einer Antiklinale voneinander getrennt sind. Zahlreiche Störungen sowie vertikaler Versatz einzelner Sedimentpakete belegen eine aktive tektonische Über-

prägung. Neben der polyzyklisch aktiven Lithosphären-Bruchzone des Altyn-Tagh wirken sich hier die seismischen Aktivitäten der Grabenbruchzone des Yabrai Shan und der „pull-apart-Strukturen“ des Hexi-Korridors aus.

Die Existenz von zwei Gewässergebieten, deren Salzgehalte vom hypersalinen Milieu (nördliches Gebiet) bis zu einem engen räumlichen Nebeneinander von subsalinen, hyposalinen bis hypersalinen, meromiktischen Gewässern (südliches Gebiet) reichen, zeigt deutlich, daß die Gewässerentwicklung gegenwärtig nicht primär klimatisch, sondern entscheidend von den hydro(geo)logischen Gegebenheiten gesteuert wird. Da die Schichtenfolge des oberflächennahen Untergrundes bisher kaum erforscht ist, wurden aus der Gesamtmineralisation und den Wasserinhaltsstoffen von See-, Grund-, Quell- und Regenwässern Rückschlüsse auf die Herkunft der Wässer gezogen. Grundsätzlich ist in beiden Gebieten Natrium das wichtigste Kation, während Chlorid das dominierende Anion ist. Unterschiede zeigen sich jedoch in der Gesamtmineralisation und der Gesamthärte sowie insbesondere bei den Magnesiumgehalten. Die hydrochemische Datenbasis wurde durch Berechnungen des Wasserhaushalts und der Salzbilanzen der Gewässer ergänzt. Grundsätzlich können zwei Aquifere unterschieden werden:

Im nördlichen Gewässergebiet führt die Grundwasserneubildung in den Megadünen zur Bildung eines gehobenen Dünenaquifers, der im Bereich der Dünentalung artesisch gespannt ist. Als Aquitarde wird die Existenz einer impermeablen Sohlfläche vorausgesetzt. Eine Grundwasserneubildung in Höhe von 16,5 bis 22,0 mm bzw. 20,6 % bis 27,5 % der Jahresniederschlagssumme würde bereits ausreichen, um die Evaporationsverluste der Seen auszugleichen. Hieraus resultieren Rückkopplungseffekte zwischen den Seen und den Megadünen. Zum einen werden die Dünenkörper durch ihre Funktion als Wasserspeicher stabilisiert und damit ortsfest, zum anderen können die Seen aufgrund der verzögerten Abgabe des Grundwassers auch ausgeprägte Trockenjahre überdauern.

Die Existenz von subsalinen Flachseen im südlichen Gewässergebiet beruht auf dem Gleichgewicht zwischen einem Grundwasseranstrom in gebirgsrandnahen Finglomeraten und einem unterirdischem Abfluß. Sobald dieses Gleichgewicht etwa durch eine Blockade des Abflusses gestört wird, stellen sich in kurzen Zeiträumen (< 100 Jahre) hypersaline Bedingungen ein. Insgesamt handelt es sich um einen Grundwasserleiter, der mutmaßlich in feuchteren Klimaphasen aufgefüllt wurde und seitdem kontinuierlich ausläuft. Der Einfluß des Dünenaquifers scheint hier gering zu sein.

Unter den geschilderten klimatischen und hydrologischen Gegebenheiten existieren verschiedenste limnologische Seetypen im Arbeitsgebiet. Neben polymiktischen Flachseen sind monomiktische Gewässer und - als lokale Besonderheit - meromiktische Seen mit ausgeprägter Chemokline vorhanden. In Gewässern mit Wassertiefen > 6 m bilden sich im Sommerhalbjahr stabile thermische Schichtungen.

Die relativ artenarme Fauna und Flora zeigt einen hohen Anteil kosmopolitischer Arten, die hinsichtlich der Schwankungen des Salzgehalts Toleranzen bis in den

hyposalinen Bereich aufweisen. Allgemein nimmt die Artenzahl mit ansteigendem Salzgehalt ab, während die Abundanz einzelner, auf hohe Salzgehalte spezialisierter Arten (*Artemia* sp.) deutlich zunimmt.

Als subhydriche Sedimente kommen überwiegend dunkelgraue bis schwarze Sandmudden vor. Die Analyse eines Bohrkerns aus dem See Nuortu ergab, daß die Sedimentationsrate im Zeitraum der letzten 1000 Jahre mit Werten um 0,5 mm/Jahr bzw. 0,1 bis 0,2 g/cm²/Jahr in etwa gleich groß geblieben ist. In Salzseen mit einer Gesamtmineralisation > 180 g/l findet am Gewässergrund die Ausfällung von Salzmineralien (insbesondere von Natriumsulfat) statt. Als dritter Sedimenttyp treten Kalktuffbildungen (Mikrobialithe) im Mischungsbereich von Süßwasserquellen in Salzseen auf, wobei die Carbonatgenese und die Gefügebildung durch Wechselwirkungen zwischen Biofilmen aus Cyanobakterien und anorganischen Faktoren gesteuert wird. Die Kalktuff-Bildungen sind nur im nördlichen Gewässergebiet vertreten. Sie stabilisieren die Ränder der Seebecken und wachsen bei ansteigendem Seespiegel mit. Die dadurch entstehenden Kalktuffbarrieren führen zur Bildung differenzierter Seebecken, die in beiden Gebieten primär als Ausblasungshohlformen angelegt worden sind.

Im Anschluß an die Ausführungen zum aktuellen Zustand der Gewässer folgt eine Beschreibung und Diskussion von 17 Profilen. Anhand der sedimentologischen und laboranalytischen Befunde ist die spätquartäre Gewässerentwicklung im Südosten der Badain Jaran Wüste durch verschiedene Fazies-Typen für den Zeitraum des Holozäns und Spät-Pleistozäns dokumentiert.

Der Fazies-Typ A (Seecarbonat) umfaßt hellgraue bis weiße, carbonatreiche, in der Regel gut laminierte Schluffe mit unterschiedlichen Gehalten an Mikrofossilien. Die ökologischen Ansprüche der identifizierten Gastropoden und Ostrakoden zeigen ein subsalines bis hyposalines Milieu. Dieser Fazies-Typ ist ausschließlich im nördlichen Gewässergebiet in Positionen zwischen 15 bis 35 m über den heutigen Seespiegelständen mit Schichtmächtigkeiten bis zu 65 cm erhalten.

Im Fazies-Typ C (semilakustrine Sedimente) werden dunkelgraue bis schwarze, ungeschichtete, schluffig-feinsandige Sedimente zusammengefaßt, die häufig Merkmale von Bioturbation aufweisen. Im Unterschied zu anderen Fazies-Typen sind die Sedimente durch höhere Gehalte an organischem Kohlenstoff gekennzeichnet. Dieser Fazies-Typ ist in beiden Gewässergebieten in Positionen zwischen 3 bis 8 m über den heutigen Seespiegelständen vertreten. Auf der Oberfläche der Sedimente - dagegen seltener in situ - sind Gehäuse von Gastropoden angereichert.

Aufgrund des räumlich eng begrenzten Vorkommens der lakustrinen Fazies-Typen und der aktiven tektonischen Überprägung ist eine Rekonstruktion der Ausdehnung und Dauer einzelner Seephasen nicht möglich.

Um die Rekonstruktion der Gewässerentwicklung unter Berücksichtigung des Reservoir-Effektes chronologisch einordnen zu können, wurde eine Kalibrierung der ¹⁴C-Zeitskala für den See Nuortu mittels Altersbestimmungen an rezenten subhydricen Sedimenten vorgenommen. Sie beträgt im Fall der carbonatischen Fraktion -3220 ± 225

Jahre. Bei der organischen Fraktion wird sie mit dem ¹⁴C-Alter der jüngsten Probe nahe der Grenzfläche Wasser/Sediment gleich gesetzt und beträgt -1080 ± 155 Jahre. Auf dieser Grundlage lassen sich die ¹⁴C-Daten in reservoirkorrigierte (wahre) Alter umrechnen. Beim Fazies-Typ der Seecarbonate traten jedoch Abweichungen bis zu - 16165 ± 1240 Jahren auf. In diesem Fall ist das reservoirkorrigierte ¹⁴C-Alter keine zuverlässige Zeitmarke, sondern eher ein Maximalalter.

Die älteste, durch Ablagerung von Seecarbonaten nachweisbare Seephase erfolgte ausweislich der reservoirkorrigierten ¹⁴C-Daten um etwa 33 000 J.v.h. Sie ist chronologisch in das Anaglazial zu stellen.

Für den Zeitraum zwischen 30 000 und 12 000 J.v.h. klafft eine zeitliche Lücke von nahezu 20 000 Jahren, für die bisher keine Seephase nachgewiesen werden konnte. Im ausgehenden Spätglazial setzte um 12 000 J.v.h. eine zweite Phase der limnischen Sedimentation ein, die eindeutig durch subsaline Bedingungen und die Ablagerung von gut laminierten Seecarbonaten gekennzeichnet ist.

Im frühen und verstärkt im mittleren Holozän zeigen sich erneut günstige Bedingungen für die Gewässerentwicklung. Die ¹⁴C-Daten der Sedimente konzentrieren sich auf den Zeitraum des holozänen Klimaoptimums, das im Zeitraum 5500 bis 7500 J.v.h. durch ein Humiditätsmaximum gekennzeichnet ist. Die dunkelgrauen, homogenen Sedimente (Fazies-Typ C) werden als Hinterlassenschaft eines semilakustrinen Milieus in beiden Gewässergebieten gedeutet. Mit Sicherheit fand gegenüber den heutigen Verhältnissen zunächst eine Vergrößerung der Gewässerflächen statt, wobei die intensive Bioturbation ein Indikator für die Wasserbedeckung der Sedimente ist. Die anschließende Verkleinerung der Gewässerflächen im Übergang vom mittleren zum späten Holozän bedeutete eine Vergrößerung von Siedlungsflächen, die durch zahlreiche Funde neolithischer Keramik belegt ist. Die Analysen dieser Sedimente zeigen eine polygenetische Entstehung, die bei subaerischer Exposition durch einen äolischen Eintrag von Sandlöß und Humusanreicherung gekennzeichnet war. Die Zeitlücke vom mittleren Holozän bis etwa 1000 Jahre vor heute konnte bisher nicht geschlossen werden. Aus der Dimension und den Zuwachsraten der pfeilerartigen Kalktuffe kann gefolgert werden, daß die flächenmäßig großen Seen wie der Nuortu mutmaßlich den Zeitraum der letzten 6000 Jahre überdauert haben.

Aus den Ergebnissen der geoökologischen Untersuchungen geht hervor, daß ohne die Kenntnis aktuolimnologischer und hydrologischer Prozesse eine paläoklimatische Interpretation von lakustrinen Sedimenten zu Fehlschlüssen führen kann. Seebildungen sind nicht in jedem Fall als Klimazeugen zu deuten. Die Kopplung der Paläohydrologie an das Paläoklima ist jedoch möglich, wenn es im Rahmen zukünftiger Feldarbeiten gelingt, aus dem See Nuortu einen wesentlich längeren Bohrkern zu gewinnen. Die feinstratigraphische Aufnahme sowie detaillierte sedimentologische, geochemische und Isotopen-Analysen dieses Bohrkerns werden es ermöglichen, in Zeiträume des mittleren und frühen Holozän vorzustossen, die aufgrund der eingesetzten Bohrtechnik bisher nicht zu erreichen waren.

Geocological studies of the lakes in the southeast of the Badain Jaran Desert (Inner Mongolia/ P. R. of China) - lake status and lake evolution during the late Quaternary

The aim of this study is to further the understanding of central Asian lakes and their evolution during the late Quaternary. To this end, lakes in the southeast of the Badain Jaran desert were studied following an actualism-oriented approach. Present-day hydrochemical, limnological, faunistic, floristic and sedimentological conditions of the lakes were investigated to obtain a data base. To facilitate the description of these results a lake register was created, and the study area was subdivided hydrologically into:

- A northern district with roundish-oval hypersaline salt lakes of the Na-Cl-CO₃-SO₄-type and a grid-like distribution. The lake basins show a pronounced morphology, with steep banks and a sharp division between littoral and profundal regions. An area of 46 x 30 km contains 46 lakes with a total water surface of 15.2 km². The average lake level is 1170 m asl. The arithmetical mean lake size is 0.34 km² per lake with no remarkable fluctuations in lake level. Lake Nuortu was chosen for detailed study because, with an area of 1.75 km² and a maximum depth of 15.6 m, it is the largest lake in terms of size and volume in the Badain Jaran desert.
- A southern district comprising shallow, elongate lakes and small pools with salt contents ranging from subsaline to hypersaline. In hydrochemical terms the lakes belong to the Na-Mg-(Ca)-Cl-SO₄-CO₃-type. Lake levels range between 1210 and 1299 m asl. Hence the relative difference in the lake levels of the two areas is between 40 and 130 m. An unusual local feature is a saline anomaly with high contents of sodium, chloride and alkaline earths (especially magnesium). At the present time, 37 lakes still exist in an area measuring roughly 23 km from north to south and 7 km from east to west, with a total water surface of 1.72 km² and an arithmetical mean of 0.05 km² per lake. The lake levels are currently falling considerably. Their trough-like basins are shallow and fairly homogeneous, only the littoral zone being distinct. The maximum depth measured is 1.8 m and the maximum lake area is 0.2 km².

The two lake districts are separated by an approximately 10 km wide strip of land containing no water bodies. Its highest point is the locality of Yikeliaobao at 1457 m a.s.l. In morphological terms, it is a WSW-ENE striking cuesta that is masked by sand except for a few conspicuous places. The bedding situation of the outcropping fanglomerates and playa sediments suggests that the lake districts are separated by an upfold in the sense of an anticline. Numerous faults and vertically displaced rock strata are evidence of active tectonic processes. As well as the polycyclical activity of the lithosphere fault zone of Altyn Tagh, the seismic activity of the graben valley zone of Yabrai Shan and the pull-apart structures of the Hexi corridor are effective here.

The presence of two lake districts with salt contents ranging from hypersaline (northern district) to the close coexistence of subsaline, hyposaline, and hypersaline meromictic water bodies (southern district) clearly shows that lake evolution at the present time is controlled primarily by hydro(geo)logical rather than by climatic factors. Since the stratigraphic sequence of the near-surface is still relatively unknown, the provenance of the water was deduced from the total mineralization and the composition of the lake-, ground-, spring- and rainwater.

In general, sodium is the major cation in both districts, and chloride the dominant anion. However, total mineralization, total hardness, and magnesium contents vary. The hydrochemical database was supplemented by calculating the water budget and salt balances of the lakes. Basically two different aquifers were distinguished:

In the northern lake district, groundwater recharge in the megadunes has led to the formation of a raised dune aquifer which is under artesian pressure in the interdune passages. Presumably an impermeable rock layer acts as an aquitard. A groundwater recharge level of 16.5 to 22.0 mm or 20.6 % to 27.5 % of annual mean precipitation would suffice to offset evaporation losses from the lakes. From this, feedback effects operate between the lakes and the megadunes. On the one hand, the dunes are stabilized, and therefore immobilized, by their function as water storers; on the other, the lakes are able to survive extremely dry years owing to the delayed discharge of groundwater.

The existence of shallow subsaline lakes in the southern lake district is due to the equilibrium between groundwater inflow in fanglomerates near the mountain margin and subsurface discharge. Whenever this equilibrium is disturbed – by obstruction of the outflow, for example – hypersaline conditions set in at short intervals (< 100 years). Overall, this aquifer presumably filled up during wetter climate phases and has been continuously discharging since. The dune aquifer appears to exert only slight influence here.

Under the climatic and hydrological conditions described above, a variety of limnological types of lake exist in the study area. As well as shallow polymictic lakes there are monomictic lakes and – a special local feature – meromictic lakes with pronounced chemoclines. In lakes with water deeper than 6 m, stable thermal layers form during the summer months.

The relatively species-poor fauna and flora display a high proportion of cosmopolitan species with tolerances into the hyposaline range as regards fluctuations in salinity. In general, the number of species decreases with rising salinity, whereas the abundance of individual species with a high salt tolerance (*Artemia* sp.) shows a marked increase.

The main subhydric sediments are dark-grey to black sandy muds. Analysis of a core taken from Lake Nuoertu revealed that the sedimentation rate has remained more or less constant during the past 1000 years, at values of around 0.5 mm/yr or 0.1 to 0.2 g/cm²/year. In salt lakes with a total mineralization of > 180 g/l salt minerals (especially sodium sulphate) are precipitated on the lake floor. The third sediment type is tufa formations (microbialites) in the mixing zone of freshwater springs in salt lakes, carbonate formation and structure being controlled by interaction between biofilms of cyanobacteria and inorganic factors. Tufas occur only in the northern lake district. They stabilize the margins of the lake basins and grow as the water level rises. Barriers of tufa thus form differentiated lake basins, which, in both districts, primarily originated as deflation hollows.

The sections describing the present state of the lakes are followed by a description and discussion of 17 profiles. On the basis of sedimentological data and the results of laboratory analyses, the late Quaternary evolution of the lakes in the south-east of the Badain Jaran desert is documented by various facies types for the period of the Holocene and late Pleistocene.

Facies type A (lake carbonate) comprises light-grey to white, carbonate-rich, generally well-laminated silts with varying microfossil contents. The ecological requirements of the identified gastropods and ostracods indicate a subsaline to hyposaline environment. This type of facies is preserved only in the northern lake district at locations between 15 and 35 m above the present lake levels with strata up to 65 cm thick.

Facies type C (semilacustrine sediments) comprises dark-grey to black, unstratified, silty/fine-sandy sediments that often show signs of bioturbation. In contrast to other facies types, these sediments are characterized by higher contents of organic carbon. This facies type is found in both districts at locations between 3 and 8 m above present lake levels. Gastropod shells are concentrated on the surface of the sediments (but more rarely *in situ*).

Because of the spatially restricted occurrence of the lacustrine facies types and active tectonic modification, it is not possible to reconstruct the extent and duration of the individual lake phases. To fit the reconstruction of lake evolution into a chronological framework while taking into account the reservoir correction, the ¹⁴C-timescale for Lake Nuoertu was calibrated using dates obtained from Recent subhydric sediments. The result was -3220 ± 225 years for the carbonate fraction. In the case of the organic fraction, the calibrated value is equated with the ¹⁴C-date of the most recent sample close to the sediment/water interface and amounts to $-1080 \pm$

155 years. On this basis, the ¹⁴C-dates can be converted into reservoir-corrected (true) ages. However, deviations of up to -16165 ± 1240 years occur in the lake carbonate facies type. In this case, the reservoir-corrected ¹⁴C-age represents a maximum age rather than a reliable time marker.

The reservoir-corrected ¹⁴C-data show that the oldest lake phase confirmable by lake carbonate deposition occurred around 33 000 years B.P., i.e. during the Anaglacial stage.

Between 30 000 and 12 000 years before present there is a gap of nearly 20 000 years for which no evidence of lake formation has yet been found. Towards the end of the Late Glacial a second phase of lacustrine sedimentation started around 12 000 years before present, clearly marked by subsaline conditions and the deposition of well laminated lake carbonates.

Conditions for lake evolution were again favourable during the early and especially in the middle Holocene. The ¹⁴C-dates of the sediments are concentrated in the period of the Holocene climatic optimum with maximum humidity between 5500 and 7500 years before present. The dark-grey homogeneous sediments (facies type C) are interpreted as representing the legacy of a semi-lacustrine environment in both lake districts. It is certain that the lakes were larger than they are today, intensive bioturbation being an indicator that the sediments were water-covered. The subsequent reduction in lake size at the transition from the middle to the late Holocene meant that more land was available for settlement, as numerous finds of neolithic pottery attest. Analysis of these sediments has revealed a polygenetic origin and aeolian deposition of sandy loess and humus during surface exposure. It has not proved possible to close the gap between the mid-Holocene and roughly 1000 years before present. From the dimensions and growth rates of the pillar-shaped tufas it can be deduced that large lakes like Nuoertu probably survived the past 6000 years.

As the results of the geoecological studies show, the lack of knowledge about actuolimnological and hydrological processes may lead to errors in the palaeoclimatic interpretation of lacustrine sediments.

Not every lake can be interpreted as climatic evidence. However, it will be possible to link palaeohydrology and palaeoclimate if future fieldwork succeeds in drilling a substantially longer core at Lake Nuoertu. Detailed microstratigraphical, sedimentological, geochemical and isotope analyses of such a core will give access to middle and early Holocene times that were formerly beyond reach owing to the constraints of available drilling techniques.

(Translation by A. BECK)

7. Methoden-Anhang

7.1 Karten und Luftbildauswertung mit Geländekontrolle

Als Kartenmaterial standen für das Arbeitsgebiet chinesische Topographische Karten im Maßstab 1 : 50 000 sowie 1 : 100 000 mit einer Höhenlinienäquidistanz von 20 m bzw. 40 m zur Verfügung. Von besonderem Wert war die thematische Karte „Map of Landscape of typical Megadunes in Badain Jaran Desert, 1 : 100 000“ (JÄKEL & LU 1996), deren Karteninhalt mit dem Arbeitsgebiet identisch ist. Des weiteren konnten für die gesamte Badain Jaran Wüste und deren Umgebung Topographische Karten des ehemaligen sowjetischen Generalstabs im Maßstab 1 : 500 000 und 1 : 200 000 benutzt werden. Von ausgewählten Seen wurden Stereo-Luftbildpaare im Maßstab von ca. 1 : 40 000 sowohl in Lanzhou als auch im Gelände ausgewertet, die aus chinesischen Befliegungen der 60er Jahre stammten und mit einer Weitwinkel-Standardkammer ($c = 70,53$ mm) aufgenommen wurden. Weitere Fernerkundungsdaten lagen in Gestalt von LANDSAT-Satellitenbildern im Maßstab 1 : 500 000 vor. Die Bestimmungen der relativen Höhen im Gelände erfolgte meistens durch barometrische Höhenmessungen mittels Altimeter der Fa. THOMMEN. Wichtige Profile insbesondere vorzeitlicher lakustriner Sedimente wurden mit einem Nivelliergerät höhenmäßig eingemessen.

7.2 Geländemethoden

7.2.1 Messung von Tiefenprofilen in Gewässern

7.2.1.1 Temperatur- und Leitfähigkeits-Tiefenprofile

Die Messungen von Leitfähigkeit und Temperatur erfolgten mit dem Meßgerät LF 95 der Fa. WTW, dessen Meßfühler (TetraCon 96 A mit 4-Elektrodensystem) mit einem 11 m langen Kabel ausgestattet war. Das Gerät verfügt über eine automatische Temperaturkompensation und ist für den Feinabgleich mit einem Kalibrierregler ausgestattet. Die Leitfähigkeit konnte in vier Meßbereichen bis maximal 199,9 mS/cm mit einer Genauigkeit von $\pm 0,5$ % vom Meßwert erfaßt werden, wobei die Bezugstemperatur wahlweise 20°C bzw. 25°C betrug. Bei Wässern mit einer Gesamtmineralisation < 2000 mg/l ist die Messung des Abdampfrückstandes möglich.

7.2.1.2 Sauerstoff-Tiefenprofile

Die Sauerstoff-Bestimmung erfolgte durch das Mikroprozessor-Sauerstoffmeßgerät OXI 96 der Fa. WTW (Meßgrößen: mg O₂/l, % Sättigung, Temperatur). Die Meßbereiche werden vom Hersteller mit Werten von 0,0 bis 60,0 mg O₂/l bzw. 0 - 600 % Sättigung angegeben. Für saline Gewässer ist eine Salzgehaltskorrektur möglich. Das Funktionsprinzip der verwendeten Sauerstoff-Elektrode EOT 196 beruht auf der membranpolarimetrischen Meßtechnik (HÜTTER 1992: 395). Die Kalibrierung der Elektrode erfolgte durch den Einsatz des WTW OxiCal-Systems im wasserdampfgesättigten Luftraum des Eichgefäßes. Die Elektronik des Meßgerätes errechnet unter Einbeziehung der Meßtemperatur, des herrschenden Luft-

drucks und des Wertes der O₂-Sättigung (Einpunkt-Kalibrierung) mit ggf. nötiger Salzkorrektur die aktuelle Sauerstoffkonzentration in mg/l sowie die Sauerstoff-Sättigung der Probe in % und zeigt die Werte digital an. Die Kabellänge der Tiefenelektrode betrug 11 m.

7.2.1.3 Sichttiefe

Die Sichttiefe dient als Anhaltspunkt für die Trübung eines Gewässers und wurde mittels einer SECCHI-Scheibe (Durchmesser 20 cm) gemessen. Dazu wurde die Scheibe im Bootsschatten in das Wasser herabgelassen und die Tiefenangabe registriert, in der die Scheibe noch gerade sichtbar war. Die Messungen wurden mehrmals wiederholt und aus den Einzelmessungen das arithmetische Mittel gebildet.

7.2.1.4 Bestimmung des pH-Wertes

Zur Bestimmung des pH-Wertes diente das batteriebetriebene Gerät pH 90 der Fa. WTW mit einer Einstab-Meßkette. Das Gerät verfügt über eine manuelle Temperaturkompensation und verstellbare Eichregler für Asymmetrie- und Steilheitskorrektur.

7.2.2 Kerngewinnung subhydrischer Sedimente

Wegen der schwierigen Geländebedingungen mußte auf den Einsatz von schwerem, maschinell getriebenem Bohrgerät und einer entsprechend großen schwimmenden Plattform verzichtet werden. Es kam daher ein leichtes, manuell durchgeführtes Bohrverfahren zum Einsatz, das vom Schlauchboot aus gehandhabt wurde. Die Probenahme erfolgte mit einem Schlammstecher, der nach dem Modell des BENELL-Sedimentsamplers (Stechheber-Prinzip) von der Fa. P & M Umwelttechnik (Berlin) konstruiert wurde. Mit dieser Technik ist es möglich, bis zu 1 m lange Bohrkern zu gewinnen, wobei die Grenzfläche Wasser/Sediment gut beobachtet werden kann. In einen Verbindungsrahmen aus verzinktem Stahl (Masse 10 kg) wird ein durchsichtiges Acrylglasrohr (Länge 100 cm, Innendurchmesser 68 mm; Wandstärke 4 mm) mit einem Fassungsvermögen von 3,6 l eingeführt. Das Rohr wird oben mit einem perforierten Deckel verschlossen. Auf dem perforierten Deckel liegt eine als Ventil dienende Gummilasche auf, so daß beim Absenken des Gerätes im Wasser eine Durchströmung des Rohrs gegeben ist. Nachdem das Rohr mittels eines meterweise verlängerbaren Metallgestänges aus Aluminium manuell in den weichen Seeboden gepreßt wurde, verbleibt beim Emporziehen durch den entstehenden Unterdruck innerhalb des Rohrs das Bohrgut teufengerecht im Schlammstecher. Um das Herausrutschen des Bohrkerns zu verhindern, wird unmittelbar vor der Bergung dicht unter der Wasseroberfläche ein Gummistopfen in das untere Ende des Rohrs eingebracht. Erst dann kann das Rohr ganz aus dem Wasser gezogen werden. Das mitgeführte Leichtmetallgestänge mit Steckverbindungen war auf eine maximale Wassertiefe von 11 m ausgelegt und war vom Schlauchboot aus gut einzusetzen.

Mit dieser Technik war es möglich, insgesamt 14 Bohrkern mit einer maximalen Kernlänge von 93 cm vom Seeboden zu gewinnen. Die gewonnenen Bohrkern

wurden am Ufer in vorbereitete Halbschalen überführt, wobei das noch im Rohr befindliche Wasser vorsichtig abgesaugt wurde. Der Bohrkern wurde anschließend längs aufgeschnitten und aufgeklappt. Nach vorsichtiger Entfernung der randlichen Verschmierung erfolgte eine bodenkundliche Profilaufnahme und eine fotografische Dokumentation. Danach wurde das gesamte Kernstück in 3-10 cm mächtige Einzelproben aufgeteilt. Die Beprobung der längs aufgeschnittenen Kernhälften erfolgte in der Weise, daß die chinesischen Kollegen von jeder Bohrung einen kompletten identischen Probensatz erhielten. Einzelproben für gefügekundliche Untersuchungen wurden in Polyethyldosen überführt und im Labor mit Kunstharz vergossen, um Dünnschliffe herzustellen. Die Methode des Schockgefrierens konnte aus logistischen Gründen nicht zur Anwendung kommen.

7.2.3 Bodenkundliche Profilaufnahme

Die bodenkundliche Profilaufnahme orientierte sich an den Richtlinien der Bodenkundlichen Kartieranleitung (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 1994). Aufgrund der darin festgelegten Richtlinien wurde das jeweilige Substrat nach den Kriterien Bodenart, Verfestigungsgrad, Carbonatgehalt und Gefügemerkmale beschrieben. Unter Carbonat werden Calcium- und Ca-Mg-Carbonate verstanden, deren Bestimmung im Gelände mit Hilfe 10%iger Salzsäure erfolgte. Der Carbonatgehalt wird nach den wahrnehmbaren Reaktionen der CO₂-Entwicklung geschätzt und in folgende Klassen unterteilt:

- c 0 = carbonatfrei (0 % Carbonatgehalt),
- c 1 = sehr carbonatarm (< 0,5 % Carbonatgehalt),
- c 2 = carbonatarm (0,5 - 2 % Carbonatgehalt),
- c 3 = carbonathaltig (2 - 10 % Carbonatgehalt),
- c 4 = carbonatreich (10 - 25 % Carbonatgehalt),
- c 5 = sehr carbonatreich (25 - 50 % Carbonatgehalt).

Der Verfestigungsgrad bezeichnet den vom Wassergehalt mehr oder weniger unabhängigen Zusammenhalt ganzer Horizonte und Schichten durch die Einwirkung verkittender Substanzen z. B. durch Eisenverbindungen. Somit dient er zur Kennzeichnung der Übergänge zwischen Einzelkorn und Kittgefüge und ist in folgende Klassen eingeteilt:

- Vf 1: sehr lose (zerfällt schon bei der Entnahme);
- Vf 2: lose bzw. schwach verfestigt (zerfällt beim Aufprall in zahlreiche Bruchstücke);
- Vf 3: mittel verfestigt (zerfällt beim Aufprall in wenige Bruchstücke, die von Hand weiter aufgeteilt werden können);
- Vf 4: stark verfestigt (zerfällt beim Aufprall in wenige Bruchstücke, die von Hand nicht oder nur schwer aufgeteilt werden können).

Zur Bestimmung der Bodenfarbe dienten die MUNSELL SOIL COLOR CHARTS.

7.2.4 Beprobung und Bestimmung des biologischen Materials

Als biologisches Material wurden Wasserproben für diatomeenanalytische Untersuchungen, submerse Pflanzen und mikrobielle Matten sowie Biofilme entnommen.

Zusätzlich erfolgte bei den Proben aus Bohrkernen eine Durchmusterung auf das Vorkommen von Ostrakoden und Gastropoden. Die in den vorzeitlichen lakustrinen und semilakustrinen Sedimenten enthaltenen Mikrofossilien (Schalen etc.) wurden ebenfalls der Bestimmung zugeführt.

Für diatomeenanalytische Untersuchungen des Phytoplanktons wurden Wasserproben als tiefenintegrierte Mischproben über die gesamte Wassersäule genommen und vor Ort mit Fixiergemisch (Glycerin und Formol) behandelt, so daß die Endkonzentration von Formol in der Probe etwa bei 2-3 % lag. Die Aufbereitung der Proben, die Herstellung von Dauerpräparaten und die taxonomische Bearbeitung führte Frau Dipl.-Biol. Andrea HAHN (FU Berlin) durch. Als Grundlage der Diatomeentaxonomie wurde das Standardwerk von KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986, 1988, 1991) verwendet. Da Gebietsflore zur Diatomeenkunde zentralasiatischer Gewässer schwer erhältlich bzw. unvollständig sind, können Angaben zu den ökologischen Ansprüchen nur mit Vorbehalt aus der mitteleuropäischen Standardliteratur übernommen werden. Bei vielen Taxa ist nicht bekannt, ob die ökologischen Ansprüche bzw. Toleranzen mit denen anderer geographischer Regionen vergleichbar sind oder unter Umständen erheblich davon abweichen. Zusätzlich wurden ausgewählte Proben subhydrischer Sedimente in die Untersuchung einbezogen.

Die taxonomische Bearbeitung von Proben des Zooplanktons, die vor Ort mit Formol (35 %) fixiert wurden, übernahm Herr Dr. TRIANTAPHYLIDIS (Laboratory of Aquaculture & Artemia Reference Center, Gent). Zur Untersuchung der Ostrakoden wurde das Rückstellmaterial der subhydrischen Sedimente unter dem Binokular durchgesehen und Schalen sowie Schalenreste in Auslese-kammern aufbewahrt. Die Artbestimmung erfolgte von Herrn Dipl.-Geogr. S. MISCHKE unter Rücksprache mit Frau Dr. E. PIETRZENIUK vom Naturkundemuseum Berlin. Die bereits im Gelände angereicherten Proben von Gastropodenschalen wurden taxonomisch und rasterelektronenmikroskopisch von Herrn Dr. Frank RIEDEL (FU Berlin) bearbeitet.

Die Aufnahme der rezenten Vegetation konzentrierte sich auf den Uferbereich der Gewässer, wobei das Litoral in die Untersuchung einbezogen wurde. Ziel war es, das Artenspektrum der Pflanzen entlang von Vegetationsprofilen unter Berücksichtigung submerse Pflanzen zu erfassen. Aus zeitlichen Gründen fanden pflanzensoziologische Methoden keine Anwendung. Die Vegetationsaufnahme wurde jeweils in den Monaten September und Oktober durchgeführt. Höhere Gefäßpflanzen wurden herbarisiert und von Frau Prof. Dr. LIU Yinxin (IDRAS, Lanzhou) bestimmt. Submerse Pflanzen und mikrobielle Matten wurden in einer Fixierlösung bestehend aus Formol (37 %), Ethanol (95 %) und Umgebungswasser im Verhältnis 1:2:2 konserviert. Die Bestimmung der Charophyten sowie rasterelektronische Detailaufnahmen führte PD Dr. Michael SCHUDACK (Universität Halle) durch. Die mikrobiellen Matten und Biofilme von Mikrobialithen wurden im Arbeitsbereich von Herrn Prof. Dr. Joachim REITNER (Institut und Museum für Geologie

und Paläontologie der Universität Göttingen) bearbeitet. Dort führte insbesondere Herr Dipl.-Geol. Gernot ARP die mikroskopischen Untersuchungen durch. Nähere Angaben zur speziellen Probenbearbeitung der mikrobiellen Matten finden sich in der Publikation von ARP, HOFMANN & REITNER (1998).

7.3 Labormethoden

7.3.1 Laboranalysen an Feststoffproben

7.3.1.1 Bestimmung des Wassergehalts

Die Bestimmung des Wassergehalts erfolgte durch Trocknung bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz der Probe. Als Fehlergrenze konnte eine absolute Abweichung von ± 2 % ermittelt werden. Proben aus Bohrkernen mit massiven Salzausfällungen wurden vor dem Trocknen geteilt, so daß eine Teilprobe bei 30°C und die andere Teilprobe bei 105°C getrocknet werden konnte. Diese Prozedur war erforderlich, um bei der röntgenographischen Bearbeitung die Temperaturabhängigkeit insbesondere von Salzmineralien berücksichtigen zu können. Bei Proben subhydrischer Sedimente ist die Bestimmung des Wassergehalts erschwert, da während der Probenahme eine Vermischung mit Seewasser auftreten kann. Außerdem können während des relativ langen Zeitraums zwischen der Probenahme und der Bearbeitung im Labor Feuchtigkeitsverluste nicht ausgeschlossen werden. Ein Teil des getrockneten Probenmaterials von jeder Probe wurde in einer Scheibenschwingmühle unter Verwendung eines Widia-Einsatzes gemahlen (Dauer: 2 Minuten). Das pulverisierte Probenmaterial wurde für weitere Laboranalysen verwendet (s. Kap. 7.3.1.2, 7.3.1.5 bis 7.3.1.9).

7.3.1.2 Bestimmung des Glühverlusts

Der Glühverlust wurde ermittelt, indem die Proben etwa eine Stunde lang bei rund 550°C unter oxidierenden Bedingungen geglüht wurden. Der Rückstand wurde nach der Abkühlung im Exsikkator auf einer Feinanalysenwaage ausgewogen und der prozentuale Anteil des Glühverlusts ermittelt.

7.3.1.3 Korngrößenanalyse

Die Korngrößenanalyse wurde je nach Probenmaterial mit folgenden Mengen vorgenommen: subhydrische Sedimente der Bohrungen B 26/1, B 34/2, B 50/1 und B 70/1 mit jeweils 20 bis 30 g, Sedimente der Profile P 26/1, P 34/5 und P 70/2 (zumeist schluffige Sande) mit jeweils 60 bis 100 g. Bei der Probenvorbereitung wurde der Salzgehalt des Sediments sowie der Gehalt an organischer Substanz berücksichtigt. Zur Abschätzung des Salzgehalts wurde die Probe mit Aqua dest. versetzt (Verhältnis Probe/Aqua dest. = 1 : 5) und die elektrische Leitfähigkeit der Bodensuspension gemessen. Proben der Bohrungen B 26/1 und B 34/2 wiesen dabei Werte bis zu 5 mS/cm auf, während Messungen von Proben der Bohrung B 70/1 (ca. 2 mS/cm) und B 50/1 (ca. 0,4 mS/cm) niedrigere Werte ergaben. Alle Proben mit einer Leitfähigkeit $> 0,5$ mS/cm wurden daraufhin mehrmals mit Aqua dest. gespült, um die Salze auszuschwemmen. Bei hohen Gehalten an organischer Substanz wurde eine Behandlung

mit H₂O₂ (30 %) durchgeführt. Nach dem Abklingen der intensiven Ausgasung wurden die Proben auf dem Wasserbad mit H₂O₂ weiterbehandelt, bis kaum noch eine Gasbildung stattfand und die organische Substanz damit zerstört war. Alle Proben wurden dann zur Zerkleinerung von Aggregaten mit Ultraschall behandelt und der Naßsiebung zwecks Abtrennung des Feinkorns zugeführt (Siebsatz nach DIN 4188 mit Maschenweiten 63 µm, 125 µm und 200 µm). Die Restsuspension < 63 µm wurde in einem Behälter aufgefangen und die manuelle Naßsiebung solange durchgeführt, bis das Wasser des Siebdurchgangs < 63 µm klar war. Die Siebrückstände wurden bei 105°C getrocknet und anschließend der Trockensiebung mittels elektrischem Rüttler zugeführt (Siebsatz nach DIN 4188 mit Maschenweiten 2000 µm, 1000 µm, 630 µm, 400 µm, 315 µm, 250 µm, 200 µm, 125 µm, 100 µm und 63 µm). Aus der aufgefangenen Suspension wurde die Fraktion < 63 µm durch eine Absaugvorrichtung mit Membranfilter gewonnen und der Pipett-Analyse nach KÖHN zugeführt (TUCKER 1996: 64). Als Antikoagulationsmittel wurde ammoniakalische Lösung verwendet (Endkonzentration in der Suspension 0,01 mol). Zur Berechnung der Fraktionen wurden organische Substanz und Salzgehalt in der Weise berücksichtigt, daß sich die granulometrischen Prozentangaben auf die organische C- bzw. salzfreie Probe beziehen. Die Umrechnung der Fraktionsgewichte in Prozentwerte ermöglichte die Darstellung der Ergebnisse als Korngrößensummenkurven auf Wahrscheinlichkeitspapier bzw. als Histogramme und die Bestimmung der Perzentilwerte. Die Ermittlung der Korngrößenparameter Mittelwert, Sortierung, Schiefe, Kurtosis basiert auf den Standardmethoden nach FOLK & WARD (1957).

7.3.1.4 Schwermineralanalyse

Schwermineralanalysen wurden an Proben von auffällig dunklen äolischen Sanden an den Flanken von Megadünen und an Proben der Bohrungen B 26/1 und B 50/1 durchgeführt. Durch Naßsiebung und anschließender Trockensiebung des vorbehandelten Probenmaterials wurden die Korngrößenfraktionen 63 bis 250 µm gewonnen. Andere Fraktionen wurden nicht untersucht, da Schwerminerale fast ausschließlich in dieser Fraktion vorkommen. Die Trennung von Leicht- und Schwermineralfraktion erfolgte mit Tetrabromäthan (C₂H₂Br₄, Dichte = 2,96 g/cm³). Die Aufgliederung der Schwermineralfraktion nach der Dichte erfolgte in der Zentrifuge bei 3000 U/min. Nähere Angaben zur Problematik der Schwerretrennung finden sich in der Arbeit von BOENIGK (1983). Zur Ermittlung partieller Modalbestände wurden je Probe 400 bis 500 Körner unter dem Mikroskop untersucht. Die Bestimmung erfolgte durch den Mineralogen Herrn Senior-Ing. SONG Jinxi (Sedimentologisches Labor des IDRAS, Lanzhou). Die Ergebnisse der Schwermineralanalysen zeigt Abb. 38 in Kap.3.6.2.6.

7.3.1.5 Röntgendiffraktometrie

Ziel der Untersuchung war die mineralogische Zusammensetzung der lakustrinen Sedimente sowie insbesondere der Evaporite und Kalktuffe. Die Untersuchung der Pulverpräparate erfolgte mit dem Gerät PW 1729 X-Ray Generator der Fa. PHILIPS, wobei mit einer Cu-K α -Röhre

die monochromatische Strahlung der Wellenlänge $\lambda = 0,15418$ nm erzeugt wurde. Die Röntgenaufnahmen wurden bei einer Spannung von 40 kV und einer Stromstärke von 30 mA im Bereich 7° bis 70° gefahren, die Goniometergeschwindigkeit betrug $0,06^\circ/\text{s}$ bei einer Schrittgröße von $0,03^\circ$. Die Untersuchungen führte Herr Dipl.-Geogr. Steffen MISCHKE (FU Berlin) durch. Für die Erstellung der Röntgendiffraktogramme und die Listen der d-Werte stand ein Software-Paket mit dem Programm ADP (Automated Powder Diffraction) zur Verfügung. Bei der Analyse der Salzminerale ist zu berücksichtigen, daß sich die Temperaturbedingungen des Hypolimnions am Seeboden jahreszeitlich zwischen dem winterlichen Dichtemaximum (ca. 4°C) und sommerlichen Temperaturen bis zu 15°C ändern. Durch die Trocknung der Proben im Labor ergeben sich aufgrund der unterschiedlichen Temperaturstabilitäten der Salze Probleme für die Analytik. Daher wurden die Proben geteilt und im Trockenschrank bei 35°C bzw. bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Der Trocknungsprozess dauerte im Extremfall bis zu 5 Wochen.

7.3.1.6 Gammaskopmetrie

Die gammaskopmetrischen Untersuchungen erfolgten am Institut für Wasser-, Boden und Lufthygiene (WABOLU, Berlin) durch Herrn Dipl.-Phys. BECKMANN. Es wurde ein Halbleiter-Detektor aus Germanium verwendet, die Meßzeit je Probe (Probenmenge mindestens 20 g) betrug 24 Stunden. Die Aktivitäts-Konzentration [Bq/kg Trockensubstanz] der identifizierten Radionuklide mit einem relativen Fehler $< 33,33\%$ ermöglicht eine indirekte Altersbestimmung der subhydrischen Sedimente, da insbesondere das kurzlebige radioaktive Isotop ^{137}Cs als Zeitmarke des „fall out“ von Kernwaffentests seit Beginn der 50er Jahre in die freie Atmosphäre gelangte und sich weltweit in Sedimenten absetzte. Die ^{137}Cs -Zeitskala zeigt bei ungestörten Lagerungsverhältnissen in subhydrischen Sedimenten ein charakteristisches Verteilungsmuster: die Aktivitätskonzentration des Isotops ^{137}Cs steigt nach dem Einsetzen des Signals zu Beginn der 50er Jahre bis zu einem deutlichen Maximum in den Jahren 1963/64 an. Da ab diesem Zeitpunkt die oberirdischen Atombomben-Tests eingestellt wurden, klingt das Signal als Folge der Reduzierung von Kernwaffen-Tests bis zur Gegenwart deutlich ab. Das charakteristische Tschernobyl-Isotop ^{134}Cs , das im Jahre 1986 in die Atmosphäre gelangte, ließ sich in keiner der untersuchten Proben nachweisen. Dies hängt vermutlich mit der weitaus kürzeren Halbwertszeit und der weiten Transportstrecke zusammen.

7.3.1.7 Bestimmung des organischen und anorganischen Kohlenstoffs

Die Kohlenstoffbestimmungen erfolgten IR-photometrisch mit dem Gerät C-MAT 500 der Fa. STÖHLEIN an pulverisiertem Probenmaterial. Die Nachweisgrenze liegt nach Herstellerangaben bei 0,4 mg Kohlenstoff. Jede Einzelprobe wurde dreimal gemessen. Die Bestimmung des anorganischen Kohlenstoffs diente der Ermittlung des Carbonatgehalts der Probe, wobei die Werte je nach dem

röntgenographischen Befund in Calcit bzw. Aragonit umgerechnet wurden.

7.3.1.8 Bestimmung des Gesamtgehalts an Schwefel

Die Schwefelkonzentration wurde mit dem Analysegerät S-MAT 500 der Fa. STRÖHLEIN über Oxidation der Schwefelanteile bei einer Temperatur von 1400°C IR-photometrisch ermittelt. Zur Eichung des Gerätes diente die Verbrennung von 10-20 mg Silbersulfat. Die Nachweisgrenze liegt nach Angaben des Herstellers bei 0,3 mg Schwefel. Außerdem standen Referenzproben mit einer Schwefelkonzentration von 3% als interner Laborstandard zur Verfügung.

7.3.1.9 Multi-Element-Bestimmung mittels ICP

Als Aufschlußverfahren wurde ein Säureaufschluß mittels Königswasser (Mischung aus HNO_3 und HCl im Verhältnis 3:1) angewendet. Die Einwaage des Probenmaterials betrug 3 g je Probe. Die Bestimmung der Elemente Al, Ca, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb und Zn sowie die Bestimmung von Phosphat mittels ICP-OES (Maxim III) erfolgte an einem Gerät der Fa. FISIONS am Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene (WABOLU) in Berlin. Die Messungen führte Herr GABRIEL (WABOLU) durch.

7.3.1.10 Altersbestimmungen nach der ^{14}C -Methode

Die methodische Vorgehensweise sowie die Auswahl des Probenmaterials für die Altersbestimmungen wurde mit Herrn Prof. Dr. Mebus A. GEYH, dem Leiter des ^{14}C -Labors (Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover), festgelegt. Die zu datierenden Proben sollten mindestens 10 % Carbonat sowie 0,2 % organischen Kohlenstoff enthalten und verschiedene Faziestypen unterschiedlichen Alters repräsentieren. Die Vergleichbarkeit der ^{14}C -Daten ist dadurch gewährleistet, daß alle Proben unter gleichen Laborbedingungen im selben Labor bearbeitet wurden. Die Bedeutung des Reservoir-Effekts ist in Kap. 5.4 bereits diskutiert worden. Die Ergebnisse sind in der Tab.27 (Kap. 9.2) zusammengefaßt. Die dort angegebenen konventionellen ^{14}C -Alter wurden mit der LIBBY-Halbwertszeit von 5568 Jahren berechnet und durch Bezug auf den NBS-Oxalsäure-Standard der Internationalen Radiokohlenstoff-Zeitskala angepaßt. Die ^{14}C -Daten sind $\delta^{13}\text{C}$ -korrigiert (PDB), sofern $\delta^{13}\text{C}$ -Werte angegeben sind und es sich nicht um Kalktuffproben handelt.

Zusätzlich wurden weitere ^{14}C -Daten von Herrn Prof. Dr. LI Baosheng für das Profil P 70/1 zur Verfügung gestellt, die vom ^{14}C -Labor des IDRAS in Lanzhou stammen. Für diese Proben liegen jedoch keine $\delta^{13}\text{C}$ -Werte vor.

7.3.1.11 Pollenanalyse

Die pollenanalytischen Untersuchungen wurden von SHAO Yayun im Labor des IDRAS in Lanzhou sowie im Geographischen Institut der Universität Lanzhou durchgeführt. Zur Aufarbeitung der Proben (jeweils 1-2 cm^3) erfolgte zunächst eine Behandlung mit 10%iger Kalilauge. Die gröbere Fraktion wurde abgesiebt und die Proben für

den weiteren Aufschluß mit 70%iger Flußsäure behandelt. Anschließend erfolgte eine Acetolyse, wobei ein Gemisch aus 9 Teilen Essigsäureanhydrid und 1 Teil konzentrierter Schwefelsäure zur Anwendung kam. Die Prozentwerte in den Diagrammen und den Tabellen beziehen sich auf die Grundsumme der Pollenkörner der jeweiligen Probe, wobei unbestimmbare Pollen nicht berücksichtigt wurden.

7.3.1.12 Dünnschliffe

Für die Herstellung von Dünnschliffen wurden die Gefügeproben aus Bohrkernen subhydrischer Sedimente vorsichtig in einer Unterdruckkammer dehydriert und anschließend mit einem Spezialklebstoff durchtränkt, der aufgrund seiner Viskosität auch die kleinsten Porenräume ausfüllt. Die Kalktuff-Proben wurden in Kunstharz eingegossen und nach der Härtung geschliffen. Insgesamt wurden drei Dünnschliffe von subhydrischen Sedimenten und zehn Dünnschliffe von Kalktuffen (Schichtdicke ca. 25 µm) von Herrn W. MICHAELIS (FU Berlin) angefertigt, die unter dem Polarisationsmikroskop ausgewertet wurden.

7.3.2 Laboranalysen an Wasserproben

7.3.2.1 Probenahme und Vorbehandlung

Die Probenahme erfolgte mittels einfacher Schöpfgeräte sowie bei den Gewässern mit einem Wasserschöpfer, um aus den Seen tiefspezifische Proben ziehen zu können. Als Probengefäße standen Polyethylenbehälter mit einem Fassungsvermögen von 20 ml, 125 ml sowie 250 ml zur Verfügung. Lediglich die Wasserproben für isotopehydrologische Untersuchungen wurden in braunen Glasflaschen (50 ml) aufbewahrt. Bei der Probenkonservierung wurde darauf geachtet, daß von jeder Wasserprobe ein Mindestprobensatz von drei Teilproben genommen wurde: eine unbehandelte Teilprobe, eine mit Quecksilberchlorid fixierte Teilprobe und eine mit Salpetersäure fixierte Teilprobe. Die Vorbehandlung der Proben war notwendig, um für den Zeitraum zwischen Probenahme und Analytik der Proben in Berlin bzw. Lanzhou zu gewährleisten, daß instabile Parameter wie Ammonium, Nitrat und Nitrit nicht durch biochemische Abbauprozesse bzw. die Schwermetallgehalte durch Bildung von Komplexen verändert werden. Für jede Wasserprobe existiert ein ausführlicher Probenbegleitschein mit Angaben zur Sensorik und vor Ort gemessener Parameter (Temperatur, Leitfähigkeit und ggf. Sauerstoffgehalt), dessen Angaben auf jedem Analysenblatt wiedergegeben sind (Kap. 9.3, S. 169 ff.).

7.3.2.2 Bestimmung der Kationen und Anionen

Die Laboranalysen der wichtigsten Kationen (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) und Anionen (Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , PO_4^{3-}) sowie von Spurenstoffen (Al, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, P, Pb, Sr und Zn) erfolgten im Wasserchemischen Labor des Instituts für Wasser-, Boden- und Lufthygiene (WABOLU, Berlin; Abt. von Herrn Prof. Dr. ROTARD unter Mitarbeit von Herrn Dr. MAILAHN, Herrn Dipl.-Chem. MÖLMANN und Herrn GABRIEL). Die Bestimmung der Kationen bzw. der Multielementanalyse wurde mittels einer ICP-OES (Maxim III) der Fa. FISONS

durchgeführt. Für die Bestimmung der Anionen wurde ein Ionenchromatograph der Fa. DIONEX D 12 verwendet. Jede Einzelmessung wurde dreimal wiederholt. Zur Abschätzung der Analysenfehler der einzelnen Elemente diente die relative prozentuale Standardabweichung in Abhängigkeit von der Konzentration.

Zusätzlich erfolgten Parallelbestimmungen, indem 38 ausgesuchte Wasserproben in Lanzhou geteilt und sowohl im Labor des WABOLU (Berlin) als auch im Labor des Chemischen Instituts der Universität Lanzhou hinsichtlich der oben aufgelisteten wichtigsten Kationen und Anionen untersucht wurden. Die Bestimmung der Kationen erfolgte in Lanzhou mittels der Atomabsorptions-Spektrometrie (AAS-Gerät der Fa. Pre-Unicam Co.), die der Anionen mit einem UV-Spektralphotometer (UV-210 A). Die Bestimmung der Hydrogencarbonat- und Carbonationen wurde an ausgesuchten Wasserproben ebenfalls in Lanzhou durch Bestimmung der Säure- und Basekapazität (m-Wert und p-Wert) vorgenommen. Die Bestimmung wurde dadurch erschwert, daß im Zeitraum zwischen Probenahme und Analyse in einigen Fällen die Carbonate teilweise ausgefällt und daher analytisch nicht erfassbar waren. Die Auswertung der durchgeführten Wasseranalysen erfolgte unter Berücksichtigung aller wichtigen physikalischen und chemischen Hauptparameter nach den Richtlinien der DVWK (1990). Für jede analysierte Wasserprobe existiert ein Formblatt mit Angaben zur Probenahme (Lokalität, Sensorik und vor Ort gemessene physikalische Parameter wie Temperatur, Leitfähigkeit und Sauerstoffgehalt) und den Analysedaten (Kap. 9.3). Die Analyseergebnisse der Hauptinhaltsstoffe geben die Gehalte an Ionen in mg/l, mmol/l, meq/l und bezogen auf die Summe der Milliäquivalente der Kationen bzw. Anionen in der relativen Einheit meq % wieder. Zur Sicherstellung der Meßergebnisse wurden an 70 Entnahmestellen zusätzlich Doppelpuben entnommen.

7.3.2.3 Vor-Ort-Analytik der Wasserproben

An 35 Proben wurde eine Vor-Ort-Analytik sensibler Parameter (Nitrat, Nitrit, Ammonium, Kieselsäure, Sulfid) mit Hilfe eines transportablen Photometers (Gerät LASA 2 plus der Fa. Dr. LANGE, Berlin) durchgeführt. Zum Einsatz gelangten sowohl Küvetten- als auch Pipettier-Tests, wobei die Proben bei Überschreitung des Meßbereichs mittels Meßkolben sowie Kolbenhubpipetten verdünnt werden mußten. Zur Qualitätssicherung kamen regelmäßige Überprüfungen durch die Messung von Standardlösungen und Additionslösungen zum Einsatz, um Probeneinflüsse auf die Analysenmethode zu ermitteln. Stark getrübe Proben wurden mittels eines Vakuumfiltrationsgerätes vorbehandelt. Da diese Methode bei leichtflüchtigen Stoffen zu starken Minderbefunden infolge Ausgasung führen kann, wurde bei der Analyse von Ammonium eine Druckfiltration angewendet. Die Nachweisgrenzen liegen laut Herstellerangaben für Nitrat bei 1 mg/l NO_3^- , für Nitrit bei 0,05 mg/l NO_2^- , für Ammonium bei 0,02 mg/l NH_4^+ , für Kieselsäure bei 0,03 mg/l SiO_2 und für Sulfid bei 0,1 mg/l. Die Ergebnisse der Vor-Ort-Analysen wurden als eigene Rubrik in die Ergebnisformblätter (Kap. 9.3) aufgenommen.

8. Quellenverzeichnis

8.1 Literaturverzeichnis

- ABRAHAMAS, A. D. & PARSONS, A. J. [Hrsg.] 1994: Geomorphology of desert environments. - 1-674, Chapman & Hall: London.
- ALADIN, N. V. & PLOTNIKOV, I. S. 1993: Large saline lakes of former USSR: a summary review. - *Hydrobiologia* 267: 1-12.
- AN, Z.; KUKLA, G.J.; PORTER, S.C. & XIAO, J. 1991: Magnetic susceptibility evidence of monsoon variation on the Loess Plateau of Central China during the last 130,000 years. - *Quaternary Research* 36: 29-36.
- ARCICHOVSKIJ, V. 1928: Growth of the Saxaul and the structure of its trunk. - *Bull. Applied Botany* 19,4: 287-358.
- ARP, G. 1995: Lacustrine bioherms, spring mounds and marginal carbonates of the Ries-Impact-Crater (Miocene, Southern Germany). - *Facies* 33: 35-90, Erlangen.
- ARP, G.; HOFMANN, J. & REITNER, J. 1998: Microbial fabric formation in spring mounds („Microbialites“) of alkaline salt lakes, Badain Jaran Sand Sea, P.R. China. - *Palaios* 13: 581-592.
- BARTHEL, H. 1983: Die regionale und jahreszeitliche Differenzierung des Klimas in der Mongolischen Volksrepublik. - *Physisch-geographische Studien in Asien, Studia Geographica* 34: 4-91, Brno.
- BARTHEL, H. 1990: Mongolei - Land zwischen Taiga und Wüste. - *Geogr. Bausteine, Neue Reihe* 8: 1-220; Haack: Gotha.
- BAULD, J. 1981: Occurrence of benthic microbial mats in saline lakes. - *Hydrobiologia* 81: 87-111, The Hague.
- BAUMHAUER, R. 1986: Zur jungquartären Seenenwicklung im Bereich der Stufe von Bilma. - *Würzburger Geogr. Arb.* 65: 1-235, Würzburg.
- BAUMHAUER, R. 1988: Das Kawar - holozäne Seen in einem Schichtstufenvorland. - *Tagungsbericht und wiss. Abh. d. 46. Dt. Geographentages*: 332-341, Stuttgart.
- BAUMHAUER, R. 1993: Probleme der paläoökologischen Interpretation limnischer Akkumulationen im Teneré, NE-Niger. - *Trierer Geogr. Studien* 9: 33-49, Trier.
- BENDER, F. [Hrsg.] 1986: *Angewandte Geowissenschaften*. - Band IV: 1-422; Enke: Stuttgart.
- BERGLUND, B.E. [Hrsg.] 1986: *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. - 1-869, Wiley: New York.
- BERTZEN, G. 1987: Diatomeenanalytische Untersuchungen an spätpleistozänen und holozänen Sedimenten des Tegeler Sees. - *Berliner Geogr. Abh.* 45: 1-151, Berlin.
- BESLER, H. 1980: Die Dünen-Namib: Entstehung und Dynamik eines Ergs. - *Stuttgarter Geogr. Studien* 96: 1-241.
- BESLER, H. 1992: *Geomorphologie der ariden Gebiete*. - *Erträge der Forschung*, Bd. 280: 1-189, Wiss. Buchgesellschaft: Darmstadt.
- BLÜMEL, W.D. 1981: *Pedologische und Geomorphologische Aspekte der Kalkkrustenbildung in Südwestafrika und Südostspanien*. - *Karlsruher Geogr. Hefte*, 10: 1-228, Karlsruhe.
- BOCANCEVA, S. 1944: Beiträge zur Blütenbiologie und Embryologie des schwarzen Saxaul. - *Botaniceskij žurnal SSSR* 29,1: 36-48.
- BOENIGK, W. 1983: *Schwermineralanalyse*. - 1-158, Enke: Stuttgart.
- BOHLE, H.-W. 1995: *Limnische Systeme*. - 1-267, Enke: Stuttgart.
- BOWLER, J. M.; HUANG, Qi; CHEN, Kezao; HEAD, M. J. & YUAN, Baoyin 1986: Radiocarbon dating of playa-lake hydrologic changes: examples from Northwestern China and Central Australia. - *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 54: 241-260.
- BRAITSCH, O. 1963: The temperature of evaporite formation. - In: NAIRN, A.E.M. [Ed.]: *Problems in paleoclimatology*: 479-490; Interscience: London.
- BREED, C. S. & GROW, T. 1979: Morphology and distribution of dunes in sand seas observed by remote sensing. - In: MCKEE, E. D. [Ed.] 1979: *A study of global sand seas*. - *US Geol. Survey Professional Paper* 1052: 253-302.
- BÜDEL, J. 1981: *Klima-Geomorphologie*. - 1-300; Berlin, Stuttgart.
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und die Geologischen Landesämter in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) 1994: *Bodenkundliche Kartieranleitung*. - 4. Aufl., 1-392; Hannover.
- BURBANK, D.W. & LI, Jijun 1985: Age and paleoclimatic significance of the Loess of Lanzhou, North China. - *Nature*, 316, No. 6027: 429-431.
- BURNE, R. V. & MOORE, L. S. 1987: Microbialites: Organosedimentary deposits of benthic microbial communities. - *Palaios* 2: 241-254.
- BURNE, R.V. & MOORE, L.S. 1993: Microatoll microbialites of Lake Clifton, Western Australia: morphological analogues of *Cryptozoon proliferum* HALL, the first formally named stromatolite. - *Facies* 29: 149-168, Erlangen.
- CAHILL, R. A. & STEELE, J. D. 1986: ¹³⁷Cs as a tracer of recent sedimentary processes in Lake Michigan. - In: *Hydrobiologia* 143: 29-35, The Hague.
- CARBONEL, P.; COLIN, J.P.; DANIELOPOL, D.L.; LÖFFLER, H. & NEUSTRUEVA, I. 1988: Paleoecology of limnic ostracods: a review of some major topics. - *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 62: 413-461.
- CHEN, Kezao & BOWLER, J. M. 1986: Late Pleistocene evolution of salt lakes in the Qaidam basin, Qinghai Province, China. - *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 54: 87-104.
- CHEN, Kezao & XU, Zhiqiang 1991: Salt lakes in China. - In: LIU, Tungsheng (Ed.): *Quaternary Geology and Environment in China*. - Science Press, Beijing: 434-441.
- CHEN, Mengxiong 1987: Groundwater resources and development in China. - *Environmental geology and water sciences* 10, 3: 141-147, New York.
- CHENG, Denou 1987: *Economical zoography of China. Fresh water molluscs*. - Science Press, Beijing.**
- CHIVAS, A. R.; De DECKKER, P. & SHELLEY, J.M.G. 1986: Magnesium and strontium in non-marine ostracod shells as indicators of palaeosalinity and palaeotemperature. - *Hydrobiologia* 143: 135-142, The Hague.
- CHROBOK, S.; KAUTZSCH, E. & MEIER, R. 1968: *Fazies und Milieu - Grundprobleme ihrer Individualisierung und Typisierung*. - XXIII. Intern. Geol. Cong., 8: 137-146, Prag.

- COLE, G.A. 1968: Desert Limnology. - In: Desert Biology, Vol 1: 423-486, Academic Press, New York.
- COLLINS, N. C. 1977: Ecological studies of terminal lakes - their relevance to limnology and population biology. - In: GREER, D. C. [Ed.]: Desertic terminal lakes : 411-42; Utah State University, Logan.
- COOKE, R.U.; WARREN, A. & GOUDIE, A.S. 1993: Desert geomorphology. - UCL-Press, London.
- CUI, Zhijiu & XIE, Youyu 1984: On the southern boundary of permafrost and periglacial environment during the late period of late Pleistocene in North and Northeast China. - Acta Geol. Sinica 58, 2: 165-176.*
- CUI, Zhijiu & XIE, Youyu 1985: On late Pleistocene periglacial environments in the northern part of China. - Quaternary Geology and Environment of China: 226-232, Beijing.*
- CURREY, D. R. 1994: Lake basins. - In: ABRAHAM, A. D. & PARSONS, A. J. [Hrsg.]: Geomorphology of desert environments: 403-444. Chapman & Hall: London.
- DAVIES, J. 1986: Lost lakes of the Gobi. - The Geogr. Magazine 58, 7: 350-355. London.
- De DECKKER, P. 1981: Ostracods of athalassic saline lakes. - Hydrobiologia 81: 131-144.
- De DECKKER, P. & WILLIAMS, W.D. [Ed.] 1986: Limnology in Australia. - Monographiae Biologicae 61: 1-671, Junk Publishers: Dordrecht.
- DELAUNE, R.D.; PATRICK, W.H. & BURESH, R.J. 1978: Sedimentation rates determined by ¹³⁷Cs dating in a rapidly accreting salt marsh. - Nature (Lond) 275: 532-533.
- DEVEEY, E.S. Jr.; GROSS, M.S.; HUTCHINSON, G.E. & KRAYBILL, H.L. 1954: The natural ¹⁴C-contents of materials from hard-water lakes. - Proc. Nat. Acad. Sci. Washington 40: 285-288.
- Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DVWK) [Hrsg.] 1990: Methodensammlung zur Auswertung und Darstellung von Grundwasserbeschaffenheitsdaten. - Schriftenreihe d. DVWK 89: 1-216; Parey: Hamburg, Berlin.
- DIN 4046 (1988) Wasserversorgung. Beuth: Berlin, Köln.
- DING, Yihui 1994: Monsoons over China. - 1-419, Kluwer Academic Publishers: Dordrecht.
- DOMRÖS, M. & PENG Gongbing 1988: The Climate of China. - 1-350; Berlin, New York. London.
- DONG, Guangrong, GAO, Shangyü, LI, Baosheng & WU Zheng 1985: Ancient Periglacial Phenomena since the late Pleistocene on the Eerduosi Plateau. - Symp. of National Conf. on Quaternary Glacier and Periglacial: 225-230, Beijing. *
- DONG, Guangrong [Hrsg.] 1991: Quaternary environmental research on the deserts in China. - 1-115, Internat. Union for Quaternary Res. XIII. Int. Congress, Institute of Desert Research: Lanzhou.
- DULMA, A. 1979: Hydrobiological outline of the Mongolian lakes. - Int. Revue ges. Hydrobiol. 64,6: 709-736.
- EGOROV, A. N. 1993: Mongolian salt lakes: some features of their geography, thermal patterns, chemistry and biology. - Hydrobiologia 267: 13-21.
- EISBACHER, G.H. 1996: Einführung in die Tektonik. - 1-374, Enke: Stuttgart.
- EUGSTER, H. P. & HARDIE, L. A. 1978: Saline lakes. - In: LERMAN, A. [Hrsg.]: Lakes: chemistry, geology, physics. - 237-293.
- FANG, Jin-Qi 1991: Lake evolution during the past 30,000 years in China, and its implication for environmental changes. - Quaternary Research 36: 37-60.
- FANG, Jin-Qi 1993: Lake evolution during the last 3000 years in China and its implications for environmental change. - Quaternary Research 39, 2: 175-185, San Diego.
- FOLK, R.L. & WARD, W.C. 1957: Brazos River Bar: a study in the significance of grain size parameters. - J. Sed. Petrol. 27: 3-26.
- FONTES, J.C.; MELIERES, F.; GIBERT, E. LIU Qing & GASSE, F. 1993: Stable isotope and radiocarbon balances of two Tibetan lakes (Sumxi Co and Lonmu Co) from 13,000 yr B.P. - Quaternary Science Reviews 12: 875-887.
- FONTES, J.C.; GASSE, F. & GIBERT, E. 1996: Holocene environmental changes in Bangong basin (Tibet). Part 1 : modern setting, mineralogy, stable isotope of carbonates and radiometric chronology. - Palaeoclimatology, Palaeogeography, Palaeoecology 120: 25-47.
- FOREL, F.A. 1901: Handbuch der Seenkunde - Allgemeine Limnologie. - Engelhorn, Stuttgart.
- FREEZE, R.A. & CHERRY, J.A. 1979: Groundwater. - 1-604, Prentice Hall, Englewood Cliffs: New Jersey.
- FRENZEL, B.; PECSI, M. & VELICHKO, A.A. [Hrsg.] 1992: Atlas of paleoclimates and paleoenvironments of the northern hemisphere - late Pleistocene, Holocene. - 1-153, Fischer Verlag: Budapest, Stuttgart.
- FÜCHTBAUER, H. (Hrsg.) 1988: Sedimente und Sedimentgesteine. - 1-1141: Stuttgart.
- GASSE, F.; ARNOLD, M.; FONTES, J.C.; FORT, M.; GIBERT, E.; HUC, A.; LI, Bingyan; LI, Yuanfang; LIU, Qing; MELIERES, F.; VAN CAMPO, E.; WANG, Fubao & ZHANG, Qingsong 1991: A 13,000-year climate record from Western Tibet. - Nature 353: 742-745.
- GELLERT, J. F. 1987: China - Natur und Umwelt. - Geogr. Bausteine, Neue Reihe. 29: 1-123, Gotha.
- GERDES, G.; CLAES, M.; DUNAJTSCHEK-PIEWAK, K.; RIEGE, H.; KRUMBEIN, E. & REINECK, H.E. 1993: Contribution of microbial mats to sedimentary surface structures. - Facies 29: 61-74, Erlangen.
- GERLOFF, J. & MOLLENHAUER, D. [Hrsg.] (o. J.): Süßwasserflora von Mitteleuropa. - G. Fischer : Stuttgart, New York.
- GEYER, D. 1927: Unsere Land- und Süßwasser-Mollusken. - 1-224, K.G. Lutz Verlag: Stuttgart.
- GEYH, M.A.; MERKT, J. & MÜLLER, H. 1971: Sediment-, Pollen- und Isotopenanalysen an jahreszeitlich geschichteten Ablagerungen im zentralen Teil des Schleinsees. - Arch. Hydrobiol. 69: 366-399.
- GEYH, M. A. & SCHLEICHER, H. 1990: Absolute age determination. - 1-503, Springer: Berlin, Heidelberg, New York.
- GEYH, M. A., GU, Weizu & JÄKEL, D. 1996: Groundwater recharge study in the Gobi desert, China. - Geowissenschaften 14, 7/8: 279-280.
- GEYH, M. A.; SCHOTTERER, U. & GROSJEAN, M. 1998: Temporal changes of the ¹⁴C-reservoir effect in lakes. - Radiocarbon (im Druck).
- GROSJEAN, M. 1994: Paleohydrology of the Laguna Lejia (North Chilean Altiplano) and climatic implications for late-glacial times. - Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 109: 89-100.
- GROSJEAN, M.; GEYH, M.A.; MESSERLI, B. &

- SCHOTTERER, U. 1995: Late-glacial and early Holocene lake sediments, groundwater formation and climate in the Atacama Altiplano. - *J. of Paleolimnology*, 14: 241-252.
- GRUNERT, J.; BAUMHAUER, R. & VÖLKEL, J. 1991: Lacustrine sediments and Holocene climates in the Southern Sahara: the example of paleolakes in the Grand Erg of Bilma (Zoo Baba and Dibella, Eastern Niger). - *J. of African Earth Sciences* 12,1/2: 133-146.
- GUO, H.D.; SCHABER, G.G.; BREED, C.S. & LEWIUS, A.J. 1985: SIR-A radar response from sand dunes and subsurface rocks of Alashan plateau in North Central China. - In: GUO, Huadong [Hrsg.]: Remote sensing research report: Environmental remote sensing applications laboratory, Oregon State University: 55-78.
- HAASE, G. 1983: Beiträge zur Bodengeographie der Mongolischen Volksrepublik. - In: Physisch-geographische Studien in Asien, *Studia Geographica* 34: 231-367. Bmo.
- HAGEDORN, J. & POSER, H. 1974: Räumliche Ordnung der rezenten geomorphologischen Prozesse und Prozeßkombinationen auf der Erde. - *Abh. d. Akad. d. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl. 3*, 29: 426-439.
- HAHN, A. & HOFMANN, J. 1999: Mikroalgen einer hydrologisch vielfältigen Seengruppe im Megadünengebiet der Badain Jaran Wüste / VR China. - *Berichte des IGB, H. 7*: 59-62 (Sonderheft II, 13. Treffen Deutschsprachiger Diatomologen, 25.-28.3.1999)
- HAMMER, U. T. [Hrsg.] 1983: Saline lakes. - *Proc. 2nd Int. Symp. on athalassic lakes (inland) saline lakes, Developments in Hydrobiology* 16: 1-264, The Hague.
- HAMMER, U. T. 1986: Saline lake ecosystems of the world. - *Monographiae Biologicae* 59: 1-616, Junk Publishers, Dordrecht.
- HEDIN, S. 1927: *Durch Asiens Wüsten*. Vol. I-III, Stockholm.
- HEDIN, S. 1943: *History of the expedition in Asia 1927-1935*. - Part I - IV, Stockholm.
- HILLER, D. 1972: Untersuchungen zur Biologie und zur Ökologie limnischer Ostracoden aus der Umgebung von Hamburg. - *Arch. Hydrobiol., Suppl.Bd.* 40: (4): 400-497.
- HÖLTING, B. 1984: *Hydrogeologie*. - 1-370, Enke Verlag: Stuttgart.
- HOELZMANN, Philipp 1993: *Holozäne Limnite im NW-Sudan*. - Unveröff. Diss. am FB Geowissenschaften, FU Berlin: 1-190.
- HÖRNER, N.G. & CHEN, Parker C. 1935: Alternating lakes. - *Hyllingsskrift tillägnad Sven Hedin, Geografiska Annaler* 17: 145-166, Stockholm.
- HÖVERMANN, J. 1985: Das System der klimatischen Geomorphologie auf landschaftskundlicher Grundlage. - *Z. Geomorph. N.F., Suppl. Bd.* 56: 143-153, Berlin, Suttgart.
- HÖVERMANN, J. & HÖVERMANN, E. 1991: Pleistocene and Holocene geomorphological features between the Kunlun Mountains and the Taklimakan Desert. - *Die Erde, Erg.heft* 6: 51-72, Berlin.
- HÖVERMANN, J. & SÜSSENBERGER, H. 1986: Zur Klimageschichte Hoch- und Ostasiens. - *Berl. Geogr. Studien*, 20: 173-186, Berlin.
- HÖVERMANN, J.; LEHMKUHL, F. & SÜSSENBERGER, H. 1993: Neue Befunde zur Paläoklimatologie Nordafrikas und Zentralasiens. - *Abh. d. Braunschweigischen Wiss. Ges.* 43: 127-150.
- HÖVERMANN, J.; HÖVERMANN, E. & LEHMKUHL, F. 1998: Geomorphologische Untersuchungen im nördlichen Vorland des Qilian Shan, China. - *Berliner Geogr. Abh.* 63: 99-119.
- HOFMANN, J. 1986: Oberflächenabfluß und Infiltration von Niederschlag im Sahel - dargestellt an einigen Beispielen. - Unveröff. Diplomarbeit am FB Geowissenschaften: 1-174, Berlin.
- HOFMANN, J. 1992: Investigations of present and former periglacial, nival and glacial features in Central Helan Shan (Inner Mongolia/Peoples Rep. of China). - *Z. Geomorph. N.F., Suppl. Bd.* 86: 139-154.
- HOFMANN, J. 1993: Geomorphologische Untersuchungen zur jungquartären Klimaentwicklung des Helan Shan und seines westlichen Vorlandes (Autonome Region Innere Mongolei/VR China). - *Berliner Geogr. Abh.* 57: 1-187, Berlin.
- HOFMANN, J. 1996: The lakes in the SE part of Badain Jaran Shamo, their limnology and geochemistry. - *Geowissenschaften* 14, 7/8: 275-278.
- HOFMANN, J. & GEYH, M.A. 1998: Untersuchungen zum ¹⁴C-Reservoir Effekt an rezenten und fossilen lakustrinen Sedimenten aus dem Südosten der Badain Jaran Wüste (Innere Mongolei/VR China). - *Berliner Geogr. Abh.* 63: 83-98.
- HERRMANN, L. 1996: Staubdeposition auf Böden Westafrikas - Eigenschaften und Herkunftsgebiete der Stäube und ihr Einfluß auf Boden und Standorteigenschaften. - *Hohenheimer Bodenkundl. Hefte* 36: 1-239, Stuttgart.
- HSÜ, K. J. 1989: The origin of sedimentary basins of China. - In: ZHU, Xia [Hrsg.] 1989: *Chinese sedimentary basins*. 1-238, Elsevier: Amsterdam.
- HU, Zhiyu 1987: The environmental changes of the Juyan lake area. - *Arid Zone Research* 4 (2): 46-50.*
- HUANG, Chi-Ching 1978: An outline of the tectonic characteristics of China. - *Eclogae geol. Helv.* 71,3: 611-635, Basel.
- HUANG, Rongfu 1987: Vegetation in the Northeastern part of the Qinghai-Xizang Plateau. - In: HÖVERMANN, J. & WANG, Wenyang [Hrsg.] 1987: *Reports on the Northeastern part of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau by Sino-W.German Scientific Expedition: 438-495*. Science Press, Beijing.
- HÜTTER, L. A. 1992: *Wasser und Wasseruntersuchung*. - 1-515: Salle & Sauerländer, Frankfurt/Main.
- HUTCHINSON, G.E. 1957: *A treatise on limnology*. - 1-1015, Wiley: New York.
- HUTCHINSON, G.E. & LÖFFLER, H. 1956: The thermal classification of lakes. - In: *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.* 42: 84-86.
- JÄKEL, D. 1995 a: Die Wüsten Chinas - aufschlußreiche Zeugen globaler Klimaschwankungen. - *Naturw. Rdsch.* 48, 10: 365-373.
- JÄKEL, D. 1995 b: Ursachen der Windzirkulation in der Taklamakan-Wüste. - *Geowissenschaften* 13: 297-301.
- JÄKEL, D. 1996: The Badain Jaran Desert: its origin and development. - *Geowissenschaften* 14, 7/8: 272-274.
- JÄKEL, D. & ZHU Zhenda (Hrsg.) 1991: *Reports on the "1986 Sino-German Kunlun-shan Taklimakan Expedition" 1991*. - Die Erde, Erg.heft 6: 1-202, Berlin. (m. Kartenbeilage)
- JÄKEL, D. & WAGNER, M. 1993: Landschaftsentwicklung, Siedlungsmuster und Wirtschaftsformen während des Neolithikums in „Horqin Sandy Land“ in

- Nordostchina. - Würzb. Geogr. Arb., **87**: 513-530.
- JÄTZOLD, R. 1961: Aride und humide Jahreszeiten in Nordamerika. - Stuttgarter Geogr. Studien, **71**: 1-129, Stuttgart.
- JÄTZOLD, R. 1962: Die Dauer der ariden und humiden Zeiten des Jahres als Kriterium für Klimaklassifikationen. - Festschr. Hermann v. Wissmann: 89-108, Tübingen.
- JUNG, G. 1994: Seengeschichte: Entstehung, Geologie, Geomorphologie, Altersfrage, Limnologie, Ökologie. - 1-207: Ecomed, Landsberg.
- KELTS, Kerry, CHEN Ke Zao, GUY, L., YU, Jun Qing, GAO, Zhang Hong, NIESSEN, F. & BONANI, G. 1989: Geological fingerprints of climate history: a cooperative study of Qinghai Lake, China. - *Eclogae geol. Helv.* **82/1**: 167-182.
- KLAPPA, C.F. 1980: Rhizoliths in terrestrial carbonates: classification, recognition, genesis and significance. - *Sedimentology* **27**: 613-629.
- KLEE, O. 1985: *Angewandte Hydrobiologie*. - 1-271, Thieme: Stuttgart.
- KLIE, W. 1938: Ostracoda, Muschelkrebse. - In: DAHL, F. [Hrsg.]: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile **34** (3): 1-230, G. Fischer, Jena.
- KOBAN, C.G. & SCHWEIGERT, G. 1993: Microbial origin of travertine fabrics - two examples from Southern Germany. - *Facies* **29**: 251-264, Erlangen.
- KÖPPEN, W. 1936: Das geographische System der Klimate. - In: KÖPPEN, W. & GEIGER, R.: *Handbuch der Klimatologie*, Bd. 1, Teil C. Berlin.
- KOLBE, R. W. 1932: Grundlinien einer allgemeinen Ökologie der Diatomeen. - *Ergebnisse der Biologie VIII*: 221-366, Berlin.
- KOMAROWA, W.L. 1963: Die Pflanzen Zentralasiens. - Moskau.**
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1986, 1988, 1991): Bacillariophyceae. - Bd. 1-3. In: Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H. & Moltenhauer, D. [Hrsg.]: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2/1, 2/2, 2/3. - G. Fischer: Stuttgart, New York.
- KRÖPELIN, S. 1993: Zur Rekonstruktion der spätquartären Umwelt am Unteren Wadi Howar (Südöstliche Sahara/NW-Sudan). - *Berl. Geogr. Abh.* **54**: 1-293, Berlin.
- KUHLE, M. 1987: Glacial, nival and periglacial environments in northeastern Qinghai-Xizang Plateau. - In: Reports on the northeastern part of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau : 176-244, Science Press: Beijing.
- LAST, W. M. & SCHWEYEN, T. H. 1983: Sedimentology and geochemistry of saline lakes of the Great Plains. - *Hydrobiologia* **105**: 245-263, The Hague.
- LEHMKUHL, F. 1995: Geomorphologische Untersuchungen zum Klima des Holozäns und Jungpleistozäns Osttibets. - *Göttinger Geogr. Abh.* **102**: 1-200, Göttingen.
- LEHMKUHL, F. 1997a: Der Naturraum Zentral- und Hochasiens. - *Geogr. Rundschau* **49**: 300-306.
- LEHMKUHL, F. 1997b: The spatial distribution of Loess and loess-like sediments in the mountain areas of Central and High Asia. - *Z. Geomorph. N.F., Suppl.* **111**: 97-116.
- LEWIS, W.M. 1983: A revised classification of lakes based on mixing. - *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **40**: 1779-1787.
- LI, Baoshen, DONG, Guangrong, GAO, Shangyu & SHAO, Yajun 1988: Relationship between the Malan Loess and the Salawusu Formation in the Salawusu river Area, Ordos, and their Geological Ages. - *Acta Geol. Sinica* **1**, 1: 29-43.*
- LI, Baosheng; DONG, Guangrong; GAO, Shangyu; SHAO, Yajun & SHEN, Jianfi 1989: Sedimentary palaeogeographic environment of the upper Pleistocene strata and its evolution in the Salawusu River area. - *Geography Research* **8**: 64-73.*
- LI, Baosheng 1993: Geological environment of the sandy desert area in China since 150,000 years B.P. - 1-156, Lanzhou.*
- LI, Bo 1991 [Hrsg.]: Explanation of Series Resources maps of Inner Mongolia Autonomous Region. - Science Press, Beijing.
- LIU, Kambiu 1988: Quaternary History of the temperate forests of China. - *Quaternary Science Reviews* **7**: 1-20.
- LIU, Tungsheng 1985: Loess and the environment. - 1-251, China Ocean Press: Beijing.
- LIU, Tungsheng [Hrsg.] 1991: Quaternary Geology and environment in China. - 1-504, Science Press: Beijing.
- LIU, Tungsheng & CHANG, Tsunghu 1962: The Loess of China. - *Acta Geol. Sinica* **42**: 1-14.*
- LIU, Zhongling (Hrsg.) 1985: Vegetation in Inner Mongolia. - 1-884: Beijing.
- LOU, T. M. 1962: The origin of the desert between Minqin and Badain Jaran Temple (Gansu) and the problems of its reclamation and utilization. - In: Sand control group of Academia Sinica [Hrsg.]: Research on Sand control. National Technical Information Service Pub. JPRS-19993: 225-243.
- MATTHESS, G. & UBELL, K. 1983: *Allgemeine Hydrogeologie - Grundwasserhaushalt*. - Lehrbuch der Hydrogeologie, Bd. 1: 1-438; Gebr. Borntraeger: Berlin, Stuttgart.
- MATTHESS, G. 1990: Die Beschaffenheit des Grundwassers. - Lehrbuch der Hydrogeologie, Bd. 2: 1-498; Gebr. Borntraeger: Berlin, Stuttgart.
- McKee, E.D. 1979: A study of Global Sand Seas. - *Geol. Surv. Prof. Papers* **1052**: 1-429, Washington.
- MELACK, J. 1983: Large deep salt lakes : a comparative limnological analysis. - *Hydrobiologia* **105**: 223-230.
- MERKT, J.; LÜTTIG, G. & SCHNEEKLOTH, H. 1971: Vorschlag zur Gliederung und Definition der limnischen Sedimente. - *Geol. Jb.* **89**: 607-623.
- MISCHKE, S. 1996: Sedimentologische Untersuchungen zur Landschaftsgenese der nordwestlichen Badain Jaran Shamo (Innere Mongolei/VR China). - Unveröff. Diplomarbeit am FB Geowissenschaften, FU Berlin: 1-118.
- MISCHKE, S. & HOFMANN, J. 1998: Sedimentäre Fazies und Landschaftsgenese in der nordwestlichen Badain Jaran Shamo, NW China. - *Berl. Geogr. Abh.*, **63**: 153-167.
- MÜLLER, G.; IRION, G. & FÖRSTNER, U. 1972: Formation and Diagenesis of inorganic Ca-Mg carbonates in the lacustrine environment. - *Naturwiss.* **59**,4: 158-164.
- MÜNNICH, K.O. 1957: Messungen des ¹⁴C-Gehaltes von hartem Grundwasser. - *Naturwiss.* **44**: 32-33.
- MUNSELL 1992: *Munsell Soil Color Charts*. - Macbeth, New York.
- NAIHONG, Xin; SUN, Jujun; ZHANG, Bo; TRIANTAPHYLIDIS, G.; Van STAPPEN, G. &

- SORGELOOS, P. 1994: International study on *Artemia*. LI. New study of *Artemia* resources in the Peoples Republic of China. - *Int. J. of Salt Lake Research* 3: 105-112.
- NAUMANN, S. & WALTHER, M. 1998: Mittelholozäne Seespiegelschwankungen des Bajan Nuur (Nordwestmongolei). - *Marburger Geogr. Schr.* (im Druck).
- NEGENDANK, J.F.W. & ZOLITSCHKA, B. [Eds.] 1993: Paleolimnology of European Maar Lakes. - *Lectures in Earth Sciences* 49: 1-513. Springer: Berlin, Heidelberg, New York.
- NEUMEISTER, H. 1988: *Geoökologie*. - 1-234, G. Fischer: Jena.
- NEUWEILER, F.; REITNER, J. & MONTY, C. [Hrsg.] 1997: Biosedimentology of microbial buildups IGCP Project No. 380 - Proceedings of 2nd meeting, Göttingen, Germany 1996. - *Facies* 36: 195-284, Erlangen.
- OLSSON, I.U. 1980: Radiocarbon dating of material from different reservoirs. - In: SUESS, H.E. & BERGER, R. [Eds.]: *Radiocarbon dating*: 613-618, UCLA Press, San Diego.
- OTTO, C.-J. 1988: *Seenbericht Kronsee und Fuhllensee*. - Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein, 1-86: Kiel.
- PACHUR, H. J.; WÜNNEMANN, B. & ZHANG, Hucui 1995: Lake evolution in the Tengger Desert, Northwestern China, during the last 40,000 years. - *Quaternary Research* 44: 171-180.
- PALMER, C. 1911: The geochemical interpretation of water analyses. - *US Geol. Surv. Bull.*, 479: 1-31, Washington D.C.
- PECSI, M. & RICHTER, G. 1996: *Löß: Herkunft - Gliederung - Landschaften*. - *Z. Geomorph. N.F.*, Suppl. Bd. 98: 1-391, Berlin, Stuttgart.
- PERSOONE, G.; SORGELOOS, P.; ROELS, O. & JASPERS, E. [Hrsg.] 1980: *The brine shrimp Artemia*. - Vol. 1-3. Universa Press: Wetteren/Belgien.
- PETROV, M. P. 1959: The vegetation of the deserts of Central Asia (Ordos, Alashan, Beishan) and the characteristic features of its distribution. - *Botan. Zeitschr.* 44: 1387-1408, Moskau. (Russ.)
- PETROV, M. P. 1966: *Die Wüsten Zentralasiens*. - Vol. I: 1-274; Vol II: 1-288, Moskau.**
- PETTIJOHN, F. J. & POTTER, P. E. & SIEVER, R. 1987: *Sand and sandstone*. - 1-553: Springer, New York.
- PFEIFFER, L. 1991: *Schwermineralanalysen an Dünenansanden aus Trockengebieten mit Beispielen aus Südsahara, Sahel und Sudan sowie der Namib und Taklamakan*. - *Bonner Geogr. Abh.* 83: 1-235, Bonn.
- POSER, H. (Hrsg.) 1977: *Formen, Formengesellschaften und Untergrenzen in den heutigen periglazialen Höhenstufen der Hochgebirge Europas und Afrikas zwischen Arktis und Äquator*. - *Akad. d. Wissenschaften in Göttingen, Mat.-Phys. Kl.*, 3. Folge, 31.
- PU, Qingyu 1983: South boundary of permafrost in China in late Pleistocene. - *Symp. of National Conf. On Quaternary glacier and periglacial*: 216-221.*
- PYE, K. 1996: The nature, origin and accumulation of Loess. - *Quaternary Sciences Rev.* 14: 653-667.
- QI, Zhongyan 1985: *Animal atlas of China. Molluscs*. - Science Press: Beijing.**
- REEVES, C.C. 1968: *Introduction to paleolimnology*. - *Developments in Sedimentology* 11: 1-228; Elsevier: Amsterdam, London, New York.
- REIJERS, T.J.A. 1986: *Manual of carbonate sedimentology*. - 1-283, Academic Press: London.
- REITNER, J. 1993: Modern cryptic microbialite/metazoan facies from Lizard Island (Great Barrier Reef, Australia) - formation and concepts. - *Facies* 29: 3-40, Erlangen.
- REITNER, J. & NEUWEILER, F. 1995: Mud mounds: a polygenetic spectrum of fine-grained carbonate buildups. - *Facies* 32: 1-70, Erlangen.
- REN, Mei'e; YANG, Renzhang & BAO Hongsheng 1985: *An outline of Chinas Physical Geography*. - Foreign Language Press, Beijing.
- RENAUT, R.W. & LAST, W.M. [Eds.] 1994: *Sedimentology and Geochemistry of modern and ancient saline lakes*. - *Soc. For Sediment. Geol., Special Publ.* 50: 1-334, Tulsa, Oklahoma.
- RICHTHOFEN, F. v. 1877: *China*. - Bd. I: 1-758. Berlin.
- ROST, K. T. 1994: Paleoclimatic field studies in and along the Qinling Shan (central China). - *GeoJournal* 34, 1: 97-106.
- RUSSELL-HUNTER, W.D. [Hrsg.] 1983: *The Mollusca*. - Vol. 6 (Ecology): 1-695, Academic Press: New York.
- SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. 1984: *Lehrbuch der Bodenkunde*. - 11. Aufl.: 1-442, Stuttgart.
- SCHÖNWIESE, C.-D. 1985: *Praktische Statistik für Meteorologen und Geowissenschaftler*. - 1-231, Borntraeger: Berlin, Stuttgart.
- SCHUBEL, K.A. & LOWENSTEIN, T.K. 1997: Criteria for the recognition of shallow perennial saline lake halites based on recent sediments from the Qaidam basin, Western China. - *J. of Sedimentary Res.* 67, 1: 74-87.
- SCHULZ, H.-D. 1972: *Grundwasserneubildung berechnet aus der Chlorid-Bilanz*. - *Geol. Mitt.* 12: 45-60, Aachen.
- SHAN, Pengfei 1991: A study on the neotectonic movement and the environmental evolution in the Helan Mountain area. - In: *Quaternary Glacier & Environment Research Centre China Quaternary Research Association (Hrsg.): The Quaternary Glacier and Environment of Western China (The Series of the XIII. INQUA Congress)*: 299-305, Beijing.*
- SHI, Yafeng 1979: The uplift of the Qinghai-Xizang Plateau and its influence on the climate of China during glacial era. - *J. Glaciol. and Cryoped.* 1: 7-8.*
- SIROCKO, F. 1996: Past and present subtropical summer monsoons. - *Science* 274: 937-938.
- SIVIN, N. (Hrsg.) 1988: *Bildatlas China*. - 1-200: London.
- SOULIÉ-MARSCHÉ, I. 1989: *Etude comparée de gyrogonites de Charophytes actuelles et fossiles et phylogénie des genres actuels*. - *Imprimerie des Tilleuls, Millau*: 1-237.
- STÄBLEIN, G. 1968: *Reliefgenerationen der Vorderpfalz*. - *Würzburger Geogr. Arb.* 23: 1-191.
- STEINBERG, C. & MELZER, A. 1981: *Stoffkreisläufe in Gewässern*. - Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 1-134, München.
- STEINBERG, C.; BERNHARDT, H. & KLAPPER, H. [Hrsg.] 1995: *Handbuch Angewandte Limnologie*. - Losebl.-Ausg., Ecomed: Landsberg am Lech.
- STREET, F. A. 1980: The relative importance of climate and local hydrogeological factors in influencing lake-level fluctuations. - *Palaeoecology of Africa* 12: 137-158.
- SUN, Dapeng 1987: *Soda lakes and origin of their trona*

- deposits on the Nei Mongol plateau of China. - Chin. J. Oceanol. Limnol. 5 (4): 351-362.
- SUN, Jianzhong, WANG, Shuying, WANG Yuzhou, ZHOU Yajie, LIN Zerong, ZHANG Qingyun & CHEN Shuhan (1980): Palaeoenvironment of the last glacial stage in Northeastern China. - Jilin Geology 4: 38-60.
- SUN, Jianzhong & LI, Xingguo 1986: Palaeo-Environment of the last glacial (Dali) stage in North China. - In: GARDINER, V. (Hrsg.): Intern. Geomorphology, Proc. 1. Intern. Conf. on Geomorph. 1986, Part II: 763-773, New York, London.
- TAN, Jianan 1964: The region types of the Alashan desert in Inner Mongolia. - Geogr. Abh. 8: 1-31, Beijing. *
- TAPPONNIER, P.; PELTZER, G. & ARMIJO 1986: On the mechanics of the collision between India and Asia. - In: COWARD, M.P. & RIES, A.C. [Hrsg.]: Collision tectonics. - Geol. Soc. London. Spec. Publ. 19: 115-157.
- TARASOV, P.E. et al. 1996: Lake status records from the former Soviet Union and Mongolia: documentation of the second version of the database. - World Data Center - A for Paleoclimatology NOAA-NGDC Paleoclimatology Program, Paleoclimatology Publication Series Report No. 5: 1-224, Boulder, Colorado.
- TARDENT, P. 1993: Meeresbiologie. - 1-305, Thieme: Stuttgart, New York.
- TEICHMAN, E. 1936: Journey to Turkistan. - Hodder & Stoughton Ltd.: London.
- THIENEMANN, A. 1925: Die Binnengewässer Mitteleuropas. - Die Binnengewässer 1, Schweizerbart: Stuttgart.
- THOMPSON, L.G.; YAO, T.; DAVIS, M.E.; HENDERSON, K.A.; MOSLEY-TOMPSON, E.; LIN, P.N.; BEER, J.; SYNAL, H.-A.; COLE-DAI, J. & BOLZAN, J.F. 1997: Tropical climate instability: the last glacial cycle from a Qinghai-Tibetan ice core. - Science 276: 1821-1825.
- TOMKINS, R.V. 1954: Natural sodium sulfate in Saskatchewan. - Sask. Dep. Min. Resour. 6: 1-71.
- TRIANTAPHYLIDIS, G.; ZHANG, Bo; ZHU, Lixiang & SORGELOOS, P. 1994: International study on *Artemia*. L. Review of the literature on *Artemia* from salt lakes in the Peoples Republic of China. - Int. J. of Salt Lake Research 3: 93-104.
- TRÖGER, W.E. 1967: Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. - 1-822, Schweizerbart: Stuttgart.
- TUCKER, M. 1996: Methoden der Sedimentologie. - 1-366, Enke: Stuttgart.
- WAGNER, M. 1995: Archaeological finds from the 1993 and 1994 Badain Jaran Expeditions. - In: Alfred-Wegener-Stiftung [Hrsg.]: International Union für Quaternary Research, XIV Int. Congress - Abstracts. Schriften der A. Wegener Stiftung, 2/95: 290, Bonn.
- WALKER, A. S. 1982: Deserts of China. - American Scientist 70: 366-376.
- WALKER, A.S.; OLSEN, J.W. & BAGEN 1987: The Badain Jaran desert: remote sensing investigations. - The Geogr. J. 153, 2: 205-210.
- WALTHER, M. & NAUMANN, S. 1997: Beobachtungen zur Fußflächenbildung im ariden bis semiariden Bereich der West- und Südmongolei (Nördliches Zentralasien). - In: Stuttgarter Geogr. Studien 126: 154-171, Stuttgart.
- WANG, T. 1941: Die Dauer der ariden, humiden und nivalen Zeiten des Jahres in China. - Tübinger geogr. u. geol. Abh., Reihe 2, 7: 1-33, Öhringen.
- WARD, T. 1878: The salt lakes, deserts and salt districts of Asia. - In: Proc. Lit. Philos. Soc. Liverpool 32: 233-255.
- WEISE, O. R. 1983: Das Periglazial. Geomorphologie und Klima in gletscherfreien, kalten Regionen. - 1-199: Berlin, Stuttgart.
- WEST, N.E. 1983: Ecosystems of the World 5. Temperate deserts and Semideserts. - Elsevier: Amsterdam.
- WETZEL, R.G. 1983: Limnology. - 1-743, Saunders Company: Philadelphia.
- WETZEL, R.G. & LIKENS, G.E. 1991: Limnological analyses. - 1-391, Springer: New York.
- WILLIAMS, W. D. 1972: The uniqueness of salt lake ecosystems. - In: KAJAK, Z. & HILLBRICHT-ILKOWSKA, A. [Ed.]: Productivity problems of freshwaters: 349-362; Polish Academy of Science, Warsaw.
- WILLIAMS, W. D. 1981: The limnology of saline lakes in Western Victoria. - Hydrobiologia 82: 233-259, The Hague.
- WILLIAMS, W.D. 1991: Chinese and mongolian saline lakes : a limnological overview. - Hydrobiologia 210, 1-2: 39-66, The Hague.
- WINKLER, M.G. & WANG, Pao 1993: The late Quaternary vegetation and climate of China. - In: WRIGHT, H.E.; KUTZBACH, J.E.; WEBB, T.; RUDDIMAN, W.F.; STREET-PERROTT, F.A. & BARTLEIN, P.J. [Ed.]: Global climates since the Last Glacial Maximum. - 221-264, University of Minnesota Press, Minneapolis.
- WISSMANN, H. v. 1959: Die heutige Vergletscherung und Schneegrenze in Hochasien mit Hinweisen auf die Vergletscherung der letzten Eiszeit. - Akademie der Wiss. u. d. Lit., Mainz, Abh. d. Math.-Nat. Kl., 14: 1103-1407, Mainz.
- WRIGHT, H.E.; KUTZBACH, J.E.; WEBB, T.; RUDDIMAN, W.F.; STREET-PERROTT, F.A. & BARTLEIN, P.J. [Ed.] 1993: Global climates since the Last Glacial Maximum. - 1-569, University of Minnesota Press, Minneapolis.
- WU, X. & LIN, Z. 1981: A preliminary analysis of climatic change during the historical time of Qinghai-Xizang Plateau. - Proc. of Sympos. on Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau, 2: 1581-1587, Beijing.
- WU, Z. & WANG, H. (Hrsg.) 1983: Natural Geography of China - 1. Phytogeography, VIII: 1-129, Beijing.
- WÜNNEMANN, B.; PACHUR, H.-J. & ZHANG, Hucai (1998): Chronologie der pleistozänen und holozänen Seespiegelschwankungen des Gaxun Nur/Sogo Nur und Baijian Hu, Innere Mongolei, VR China. - Petermanns Geogr. Mitt. 142, 3+4: 189-204, Gotha.
- XIA, Xuncheng [Hrsg.] 1985: The mysterious Lop Lake. - 1-130, Science Press: Beijing.
- XU, Wang; HE, Yonglu & YAN Yuguai 1989: Tectonic characteristics and Hydrocarbons of the Hexi Corridor. - In: ZHU, Xia [Hrsg.] 1989: Chinese sedimentary basins, 53-62, Elsevier: Amsterdam.
- YAN, Fuhua; YE, Yongying & MAI, Xuishun 1983: The spore-pollen assemblage in the Luo 4 drilling of Lop Lake in Uyur Aut. Region in Xinjiang and its significance. - Seismology and Geology 5 (4): 75-80.*
- YAN, Mancun & LI Baosheng 1995: Fossil molluscs in Badain Jaran desert and their environment. - 1-4,

- Unveröff. Manuskript, Lanzhou.
- YANG, Xiaoping 1991: Geomorphologische Untersuchungen in Trockenräumen NW-Chinas unter besonderer Berücksichtigung von Badainjilin und Takelamagan. - Göttinger Geogr. Abh. 96: 1-124.
- YU, Shouzhong; LI, B.; CAI, W.Q. & TAN, J.N. 1962: A survey of the Gobi of Western Inner Mongolia and Badain Jaran desert. - In: Sand control group of Academia Sinica [Hrsg.]: Research on sand control. National Technical Information Service Pub. JPRS-19993: 244-276.*
- ZAUKE, G.-P.; NIEMEYER, R.G. & GILLES, K.-P. 1995: Tropen. - In: STEINBERG, C.; BERNHARDT, H. & KLAPPER, H. [Hrsg.]: Handbuch Angewandte Limnologie. - Losebl.-Ausg., Ecomed: Landsberg am Lech: 5-86.
- ZHANG, Z. 1981: Environmental changes since 13,000 years ago in Beijing region. - Scientia Geol. Sinica 3: 259-268, Beijing.
- ZHENG, Mianping; TANG, Jiayou; LIU, Junying & ZHANG, Fasheng 1993: Chinese saline lakes. - Hydrobiologia 267: 23-36.
- ZHENG, Xiyu 1983: The salt lakes in the Inner-Mongolia plateau of China. - Scientia Geographica Sinica, 3 (4): 369-378. [In Chinesisch]
- ZHENG, Zhaochang et al. 1982: Stratigraphischer Überblick über das Badain Jaran Gebiet, Innere Mongolei. - J. Stratigraphy 6, 3: 225-230, Beijing *
- ZHU, Zhenda; LIU, Shu; WU, Zhen & DI, Xinmin 1986: Deserts in China. - Institute of Desert Research: 1-131, Lanzhou.
- ZOLITSCHKA, B. 1990: Spätquartäre jahreszeitlich geschichtete Seesedimente ausgewählter Eifelmaare. - Documenta naturae 60: 1-226, München.

8.2 Verzeichnis der verwendeten Karten und Satellitenbilder

Verwendete Karten und Atlanten

Geologische Karten

- Ministry of Geology and Mineral Resources [Hrsg.] 1991: Regional Geology of Nei Mongol (Inner Mongolia) Autonomous Region. - Geological Memoirs, Ser. 1, Nr. 25: Geological Publishing House, Beijing. (1 Textband 725 S.; Geol. Karte 1 : 1 500 000, Tektonische Karte 1 : 2 000 000, Karte der magmatischen Gesteine 1 : 2 000 000)
- Ministry of Geology and Mineral Resources [Hrsg.] 1989: Regional Geology of Gansu Province. - Geological Memoirs, Ser. 1, Nr. 19: Geological Publishing House, Beijing. (1 Textband 690 S.; Geol. Karte 1 : 1 000 000, Tektonische Karte 1 : 1 500 000, Karte der magmatischen Gesteine 1 : 1 500 000, Karte der metamorphen Gesteine 1 : 1 500 000)

Geomorphologische Karten

- JÄKEL, D. & LU, Jinhua [Hrsg.] 1996: Map of landscape of typical megadunes in Badain Jaran Desert, 1 : 100 000. - Lanzhou University Publishing House, Lanzhou.
- ZHONG, Decai & LU Jinhua 1979: Distribution of the deserts in the P. R. of China, 1 : 4 000 000. - (Hrsg.) Institute of Desert Research (IDRAS), Lanzhou.

- ZHONG, Decai 1988: Geomorphological map of the P. R. of China, sheet J-48 (Lanzhou), 1 : 1 000 000. - (Hrsg.) Geological Administration of Ningxia Aut. Province & Northwest Teachers University; Institute of Desert Research (IDRAS), Lanzhou.
- ZHU, Zhenda; HÖVERMANN, J.; JÄKEL, D.; WANG, Yimou & FENG, Yusun [Hrsg.] 1990: The map of aeolian landform in Badain Jaran Desert, 1 : 500 000. - Lanzhou University Publishing House, Lanzhou.

Atlanten

- DING, Guoyu [Hrsg.] 1989: Atlas of active faults in China. - Seismological Press, Xian Cartographic Publishing House.
- MA, Xingyuan [Hrsg.] 1989: Lithospheric Dynamics Atlas of China. - China Cartographic Publishing House, Beijing.
- WANG, Hongzhen [Hrsg.] 1985: Atlas of the Palaeogeography of China. - Cartographic Publishing House, Beijing.
- YUAN, Xuecheng [Hrsg.] 1996: Atlas of Geophysics in China. Geological Publishing House, Beijing.

Topographische Karten

- Institute of Geodesy (Hrsg.): Topographical map of the P. R. of China 1 : 100.000, sheet 10-48-1, 10-48-2, 10-48-13, 10-48-14; Beijing.
- Sowjetische Generalstabskarte, Blätter J-48-A, J-47-B, K-47-T, K-48-B; 1982, Maßstab 1 : 500 000, Moskau.

Verwendete Satellitenbilder

- LANDSAT 5 Satellitenbild (Thematic Mapper);
Aufnahmedatum 23.06.1991, Maßstab 1 : 500 000.
- LANDSAT 5 Satellitenbild (Thematic Mapper);
Aufnahmedatum 28.05.1990, Maßstab 1 : 500 000.
- LANDSAT 5 Satellitenbild (Thematic Mapper);
Aufnahmedatum 18.09.1988, Maßstab 1 : 500 000.
- LANDSAT 5 Satellitenbild (Thematic Mapper);
Aufnahmedatum 09.09.1987, Maßstab 1 : 500 000.

8.3 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Übersichtskarte der Badain Jaran Wüste und angrenzender Gebiete mit der Lage des Arbeitsgebietes.
- Abb. 2: Geotektonische Einheiten von China.
- Abb. 3: Tektonische Übersichtskarte des Hexi-Korridors mit Darstellung der wichtigsten Sedimentbecken.
- Abb. 4: Geologischer Schnitt von SW nach NE durch das Minluo-Chaoshui Becken.
- Abb. 5: Erdbeben-Epizentren und bedeutende tektonische Störungssysteme im Hexi-Korridor.
- Abb. 6: Aufschluß von Fanglomeraten und schluffigen Sedimenten bei der Lokalität Yikeliaobao.
- Abb. 7: Höhenangaben des Grundwasserspiegels von Brunnen sowie der Seespiegelhöhen der Gewässer und daraus abgeleitete Grundwasserfließrichtungen im nördlichen und südlichen Gewässergebiet.
- Abb. 8: Jahresmittelwerte von Temperatur, Niederschlag, Windrichtung und Windstärke in der Alashan Region.

- Abb. 9: Klimadiagramme der Stationen Alashan Youqi, Yabrai und Wentugaole nach der Methode von WANG (1941).
- Abb. 10: Jahressummen des Niederschlags und Niederschlagsvariabilität am Beispiel der Stationen Alashan Youqi und Yabrai.
- Abb. 11: Temperaturverlauf (Lufttemperatur und Taupunkt-Temperatur) und Niederschlagsmengen (mm) der Regenfälle v. 30.08.95 bis 10.09.95.
- Abb. 12: Tiefenlinienkarte des Sees Nuortu (S 34).
- Abb. 13: Erkundungsstatus der Gewässer im nördlichen und südlichen Gebiet.
- Abb. 14: Ionenbilanzfehler der Probengruppen Seewasser, Grundwasser, Quellwasser und Regenwasser mit Angabe der Vertrauensbereiche.
- Abb. 15: Klassifikation des Salzgehalts von binnenländischen Gewässern nach HAMMER (1983) und dem Venedig-System.
- Abb. 16: Salzgehalte (Gesamtmineralisation) der Oberflächengewässer.
- Abb. 17: PIPER-Diagramm zur Darstellung von Wasseranalysen der Probengruppen Seewasser, Grundwasser, Quellwasser und Regenwasser.
- Abb. 18: Ionenbilanzen der Seewasserproben.
- Abb. 19: Ionenbilanzen der Grundwasserproben.
- Abb. 20: Ionenbilanzen der Quellwasserproben.
- Abb. 21: Gesamthärte im Quell- und Grundwasser.
- Abb. 22: Vertikalprofile der Temperatur, Leitfähigkeit, Trübung und des Sauerstoffgehaltes im See Cheligeri (S 09).
- Abb. 23: Vertikalprofile der Temperatur, Leitfähigkeit, Trübung und des Sauerstoffgehaltes im See Huhejarian (S 11).
- Abb. 24: Vertikalprofile der Temperatur, Leitfähigkeit, Trübung und des Sauerstoffgehaltes im See Yinderitu (S 15).
- Abb. 25: Vertikalprofile der Temperatur, Leitfähigkeit, Trübung und des Sauerstoffgehaltes im See Zhalate (S 25).
- Abb. 26: Vertikalprofile der Temperatur, Leitfähigkeit, Trübung und des Sauerstoffgehaltes im See Sumubarunjaran (S 26).
- Abb. 27: Vertikalprofile der Temperatur, Leitfähigkeit, Trübung und des Sauerstoffgehaltes im See Yihejigede (S 28).
- Abb. 28: Vertikalprofile der Temperatur, Leitfähigkeit, Trübung und des Sauerstoffgehaltes im See Nuortu (S 34).
- Abb. 29: Vertikalprofile der Temperatur, Leitfähigkeit, Trübung und des Sauerstoffgehaltes in den Seen Lexiketu (S 49), Baoritalegai (S 50) und Sayinwusu (S 70).
- Abb. 30: Vertikalprofil einer weichen mikrobiellen Matte im See Nuortu (S 34).
- Abb. 31: Kernprofile von Bohrungen subhydrischer Sedimente des nördlichen Gewässergebietes mit Angabe der Probennummern sowie den Ergebnissen der geochemischen Analytik.
- Abb. 32: Kernprofile von Bohrungen subhydrischer Sedimente des südlichen Gewässergebietes mit Angabe der Probennummern sowie den Ergebnissen der geochemischen Analytik.
- Abb. 33: Granulometrische Verteilung der Korngrößenfraktionen in Bohrung B 26/1.
- Abb. 34: Korngrößenhistogramme subhydrischer Sedimente der Bohrungen B 26/1 (Proben B 26/1-3, -6 und -8), B 34/2 (Probe B 34/2-11), B 50/1 (Proben B 50/1-1 und -6) und B 70/1 (Proben B 70/1-3 und-5).
- Abb. 35: Kornsummenkurven subhydrischer Sedimente im Wahrscheinlichkeitsnetz (Bohrungen B 26/1, B 34/2, B 50/1, B 70/1)
- Abb. 36: Ergebnisse der ¹⁴C-Altersbestimmungen an subhydrischen Sedimenten des Bohrkerns B 34/2.
- Abb. 37: Kalktuff-Bildungen (Mikrobialithe) und Position der beprobten Biofilme im See Nuortu (S 34).
- Abb. 38: Ergebnisse der Schwermineralanalysen subhydrischer Sedimente (Bohrungen B 26/1 und B 50/1) sowie von Dünenansanden (Proben vom Dünenhang und von auffälligen schwarzen Sanden).
- Abb. 39: Magnesium- und Calciumgehalte (mg/g) sowie daraus abgeleitete Mg/Ca-Molverhältnisse subhydrischer Sedimente von Salzseen (Bohrkerne B 11/1 und B 26/1).
- Abb. 40: Ergebnisse der Pollenanalysen rezenter subhydrischer Sedimente (Bohrkerne B 26/1, B 50/1 und B 81/1).
- Abb. 41: Geländestufe 2 km SW des Sees Cheligeri (S 09) und Lage der Profile P 09/1 und P 09/2 in der Aufsicht und im Profil.
- Abb. 42: Das Profil P 09/1.
- Abb. 43: Legende zu allen Profilen.
- Abb. 44: Das Profil P 09/2.
- Abb. 45: Die Profile P 11/1 bis P 11/4.
- Abb. 46: Die Profile P 25/1 und P 25/2.
- Abb. 47: Die Profile P 34/1 und P 34/2.
- Abb. 48: Das Profil P 34/3.
- Abb. 49: Das Profil P 34/4.
- Abb. 50: Das Profil P 59/1.
- Abb. 51: Das Profil P 70/1.
- Abb. 52: Das Profil P 70/2 mit den Ergebnissen der geochemischen Laboranalytik.
- Abb. 53: Granulometrische Verteilung der Korngrößenfraktionen in Profil P 70/2.
- Abb. 54: Kornsummenkurven der Sedimente von Profil P 70/2 im Wahrscheinlichkeitsnetz.
- Abb. 55: Korngrößenhistogramme der Sedimente von Profil P 70/2.
- Abb. 56: Das Profil P 70/3.
- Abb. 57: Zusammenhang zwischen aktueller Evaporation (cm), mittlerer jährlicher Lufttemperatur (°C) und mittlerer Jahresniederschlagssumme (cm) in Seen geschlossener hydrologischer Becken.
- Abb. 58: Modell eines gehobenen Dünenaquifers am Beispiel der Megadünen im nördlichen Gewässergebiet.
- Abb. 59: Modell der Aragonit-Fällung und der Gefügebildung in schleimhaltigen Biofilmen eines subaquatischen Quellwasseraustritts (spring mound) im Salzsee Nuortu.
- Abb. 60: Reservoirkorrektur der organischen und carbonatischen Fraktion rezenter subhydrischer Sedimente des Bohrkerns B 34/2.

Abb. 61: Fazies-Typen und Position (bezogen auf den gegenwärtigen Seespiegel) spätquartärer lakustriner und semilakustriner Sedimente mit Angabe der reservoirkorrigierten ¹⁴C-Daten.

8.4 Tabellenverzeichnis

- Tab. 1: Monatsmittelwerte und Extremwerte von Temperatur, Niederschlag und rel. Luftfeuchtigkeit der Klimastationen Wentugaole/11, Alashan Youqi/9 und Yabrai/12.
- Tab. 2: Niederschlagsvariabilität am Beispiel der Stationen Alashan Youqi/9 und Yabrai/12.
- Tab. 3: Liste der gesammelten Pflanzen aus dem Arbeitsgebiet.
- Tab. 4: Liste der Gewässer (Gewässerkataster) im nördlichen Gewässergebiet.
- Tab. 5: Liste der Gewässer (Gewässerkataster) im südlichen Gewässergebiet und sonstiger Probenahmeplätze.
- Tab. 6: Morphometrische und hydrographische Kenndaten des Sees Nuortu (S 34).
- Tab. 7: Salzgehalt, Leitfähigkeit und pH-Wert der Oberflächengewässer im nördlichen Gewässergebiet.
- Tab. 8: Salzgehalt, Leitfähigkeit und pH-Wert der Oberflächengewässer im südlichen Gewässergebiet.
- Tab. 9: Datengrundlage zur Hydrochemie.
- Tab. 10: Arithmetische Mittel der Gesamthärte (GH in mmol/l bzw. in °dt. Härte), der Leitfähigkeit (mS/cm), des Chloridgehalts (mg/l) und des Mg/Ca Molverhältnisses der Probengruppen im nördlichen und südlichen Gewässergebiet.
- Tab. 11: Temperatur-Tiefenprofile der untersuchten Gewässer.
- Tab. 12: Verzeichnis der in den Wasser- und Bohrkernproben erfassten Diatomeen.
- Tab. 13: Bohrungen subhydrischer Sedimente mit Angaben zur Profilbeschreibung.
- Tab. 14: Bohrungen subhydrischer Sedimente mit Angaben zur Probenahme sowie geochemischer und sedimentologischer Untersuchungen.
- Tab. 15: Ergebnisse der Pollenanalysen semilakustriner Sedimente der Profile P 25/1, P 59/1 und P 70/1.
- Tab. 16: Berechnung hypothetischer Grundwasserneubildungsraten beider Gewässergebiete zur Ermittlung der Wasserbilanz und der Salzbilanz ausgewählter Gewässer.
- Tab. 17: Artenspektrum der Bivalven, Gastropoden und Ostrakoden in spätquartären Sedimenten der Badain Jaran Wüste und ihrer näheren Umgebung.
- Tab. 18: Korngrößenanalysen subhydrischer Sedimente (Bohrungen B 26/1, B 34/1, B 50/1 und B 70/1).
- Tab. 19: Korngrößenanalysen von Sedimentproben der Profilgrabung bei Sayinwusu (Profil P 70/2).
- Tab. 20: Korngrößenparameter nach FOLK & WARD (1957) der Proben von Tab. 18 und 19.
- Tab. 21: Sedimentoxidgehalte subhydrischer Sedimente der Bohrungen B 15/1, B 34/2 und B 70/1.
- Tab. 22: Geochemische Daten subhydrischer Sedimente der Bohrung B 11/1.
- Tab. 23: Geochemische Daten subhydrischer Sedimente der Bohrung B 15/1.

- Tab. 24: Geochemische Daten subhydrischer Sedimente der Bohrung B 25/1.
- Tab. 25: Geochemische Daten subhydrischer Sedimente der Bohrung B 34/2.
- Tab. 26: Geochemische Daten subhydrischer Sedimente der Bohrung B 70/1.
- Tab. 27: Ergebnisse der Radiokohlenstoff-(¹⁴C-)Analysen.
- Tab. 28: Ergebnisse der Radiokohlenstoff-(¹⁴C-)Analysen an fossilen und rezenten Sedimenten vom Salzsee Nuortu und ihre Umrechnung in reservoirkorrigierte ¹⁴C-Alter.
- Tab. 29: Klassifikation der Wasserproben.
- Tab. 30: Statistische Kenndaten der Seewasserproben (Hauptinhaltsstoffe, Gesamthärte).
- Tab. 31: Statistische Kenndaten der Seewasserproben (Spurenstoffe).
- Tab. 32: Statistische Kenndaten der Seewasserproben des südlichen Gewässergebietes (Hauptinhaltsstoffe, Gesamthärte).
- Tab. 33: Statistische Kenndaten der Seewasserproben des südlichen Gewässergebietes (Spurenstoffe).
- Tab. 34: Statistische Kenndaten der Grundwasserproben (Hauptinhaltsstoffe, Gesamthärte).
- Tab. 35: Statistische Kenndaten der Grundwasserproben (Spurenstoffe).
- Tab. 36: Statistische Kenndaten der Quellwasserproben (Hauptinhaltsstoffe, Gesamthärte).
- Tab. 37: Statistische Kenndaten der Quellwasserproben (Spurenstoffe).
- Tab. 38: Statistische Kenndaten der Regenwasserproben (Hauptinhaltsstoffe, Gesamthärte).
- Tab. 39: Statistische Kenndaten der Regenwasserproben (Spurenstoffe).
- Tab. 40: Liste der Probenahmeplätze für hydrochemische Untersuchungen im nördlichen Gewässergebiet.
- Tab. 41: Datenblätter der Wasserproben des nördlichen Gewässergebietes mit den Ergebnissen der Laboranalytik, Vor-Ort-Analytik und den Angaben zur Probenahme, Sensorik und physikalischer Parameter.
- Tab. 42: Liste der Probenahmeplätze für hydrochemische Untersuchungen im südlichen Gewässergebiet sowie außerhalb des Katastergebietes
- Tab. 43: Datenblätter der Wasserproben aus dem südlichen Gewässergebiet sowie außerhalb des Katastergebietes mit den Ergebnissen der Laboranalytik, Vor-Ort-Analytik und den Angaben zur Probenahme, Sensorik und physikalischer Parameter.

8.5 Beilagenverzeichnis

- Beilage 1: Topographische Karte 1 : 500 000 der südöstlichen Badain Jaran Wüste und Umgebung.
- Beilage 2: LANDSAT-Satellitenbildmosaik 1 : 500 000 der südöstlichen Badain Jaran Wüste und Umgebung.
- Beilage 3: Geologische Karte 1 : 500 000 der südöstlichen Badain Jaran Wüste und Umgebung.
- Beilage 4: Map of Landscape of typical megadunes in Badain Jaran Desert, 1 : 100 000.
- Beilage 5: Gewässerkataster und Lage der Aufschlüsse, Bohrungen und limnologischer Untersuchungen.

Tafel 1



Foto 1: Luftbild der Flachseen und Kleingewässer im südlichen Gewässergebiet. Die Pfeile geben die Lage der Profile P 70/1, P 70/2 und P 70/3 an. Rechts unten ist eine Gelandestufe aus Fanglomeraten ausgebildet (Pfeil). Etwa 200 m unterhalb der Stufe tritt Grundwasser aus. Länge des Maßstabs 500 m. (Aufnahme einer Luftbildbefliegung aus den 60iger Jahren, genaues Datum unbekannt)

Tafel 2

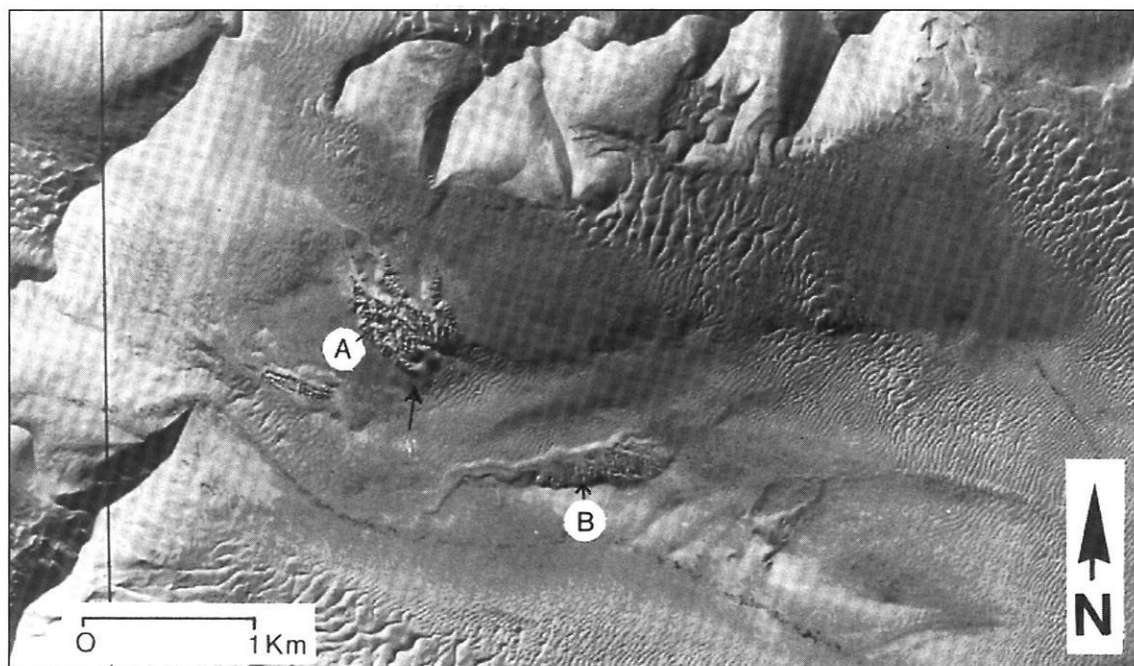


Foto 1: Luftbild der Lokalität Yikeliaobao. Zur genauen Beschreibung s. Abb. 6 D in Kap. 2.2.2. Die annähernd in West-Ost-Richtung verlaufende Schichtstufe ist deutlich in der Bildmitte zu erkennen. Die Pfeile geben die Profile A und B von Abb. 6 in Kap. 2.2.2 sowie den Standort des Panoramafotos (Foto 3 auf Tafel 5) an. Länge der Maßstabsleiste 1 km. (Aufnahme einer Luftbildbefliegung aus den 60iger Jahren, genaues Datum unbekannt)

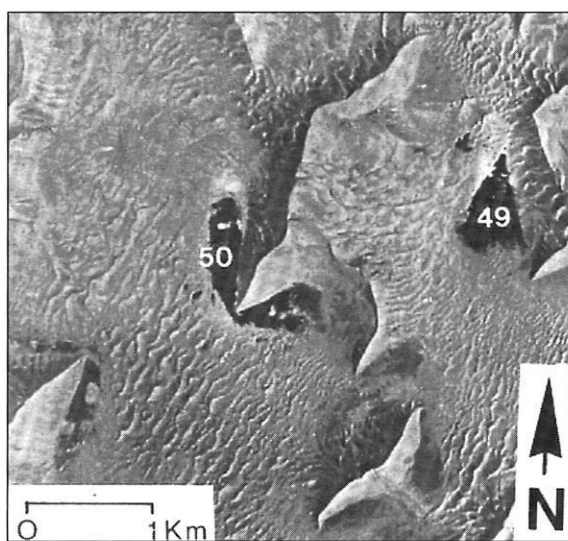


Foto 2: Luftbild der subsalinen Flachseen Baoritalegai (S 50) und Lexiketu (S 49). Länge des Maßstabs 1 km. (Aufnahme einer Luftbildbefliegung aus den 60er Jahren, genaues Datum unbekannt)

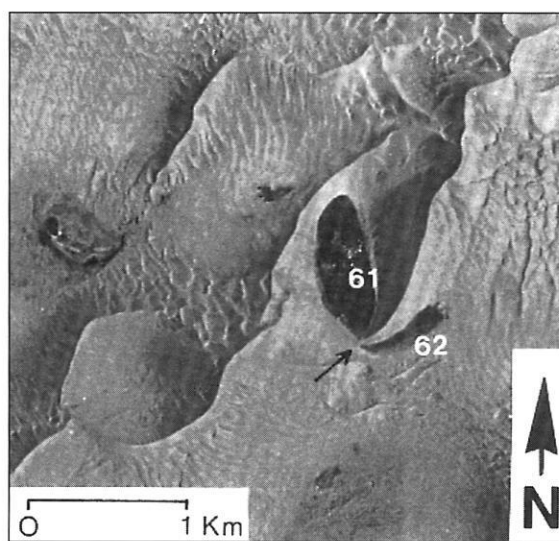


Foto 3: Luftbild der subsalinen Flachseen Duohejaran (S 61 und S 62). Der Pfeil gibt die Lage des Standorts von Foto 7 auf Tafel 6 an. Länge des Maßstabs 1 km. (Aufnahme einer Luftbildbefliegung aus den 60er Jahren, genaues Datum unbekannt)

Tafel 3

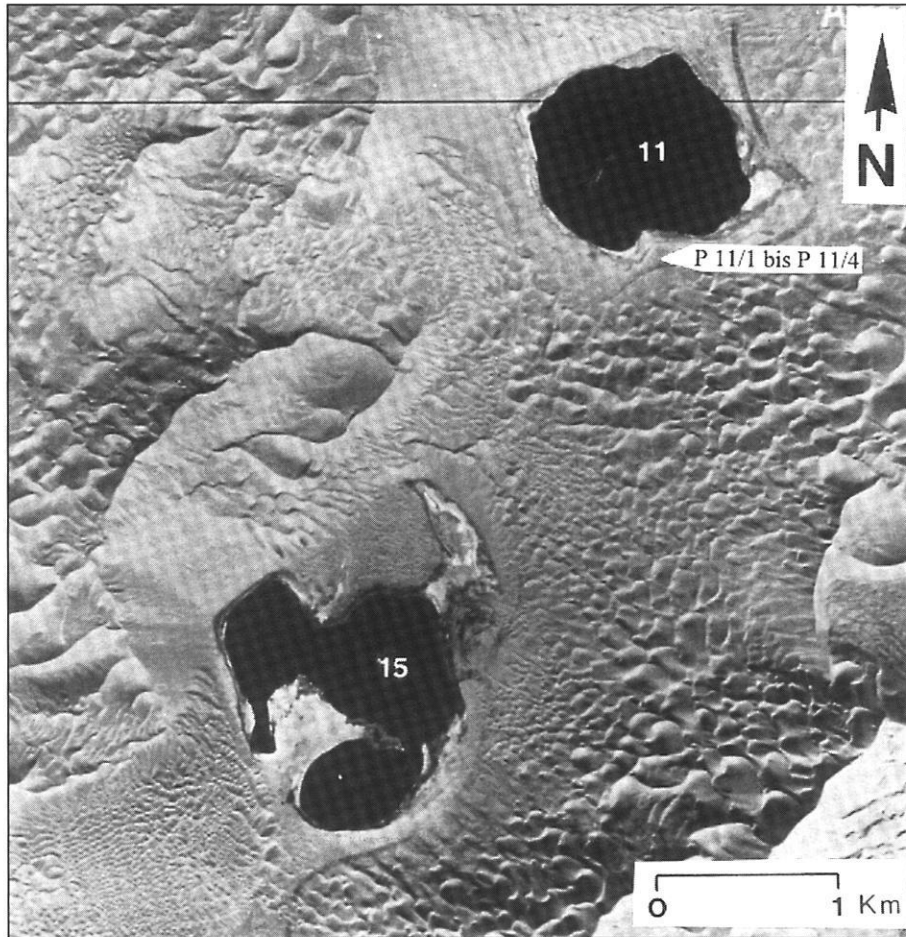


Foto 1: Luftbild der Salzseen Huhejaran (S 11) und Yinderitu (S 15). Die Lage der Profile P 11/1 bis P 11/4 ist durch Pfeile markiert. Länge der Maßstabsleiste 1 km. (Aufnahme einer Luftbildbefliegung aus den 60iger Jahren, genaues Datum unbekannt)

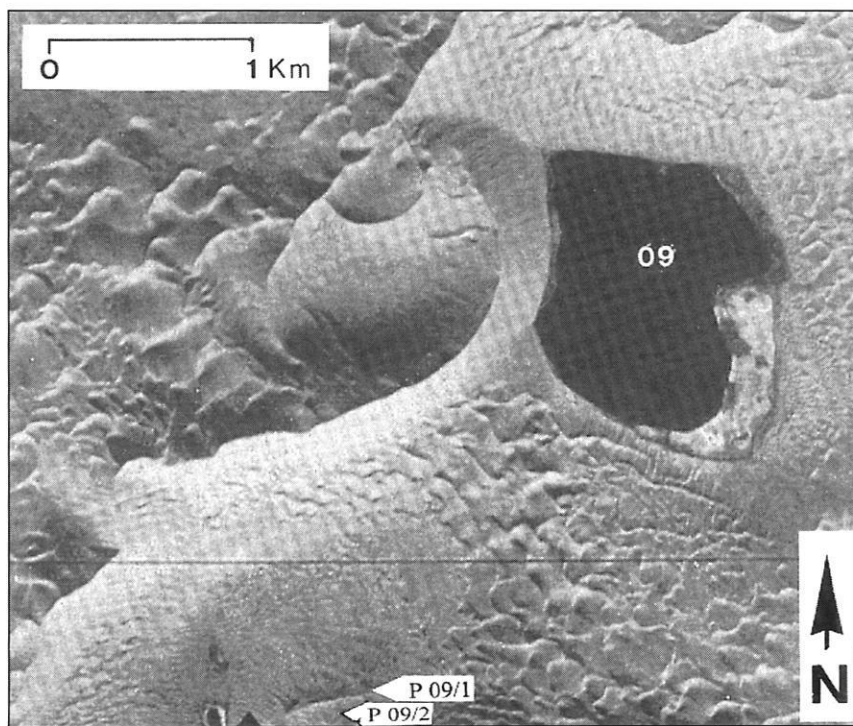


Foto 2: Luftbild des Salzsees Cheligeri (S 09). Der Pfeil gibt die Lage der Profile P 09/1 und P 09/2 an. Länge des Maßstabs 1 km. (Aufnahme einer Luftbildbefliegung aus den 60iger Jahren, genaues Datum unbekannt)

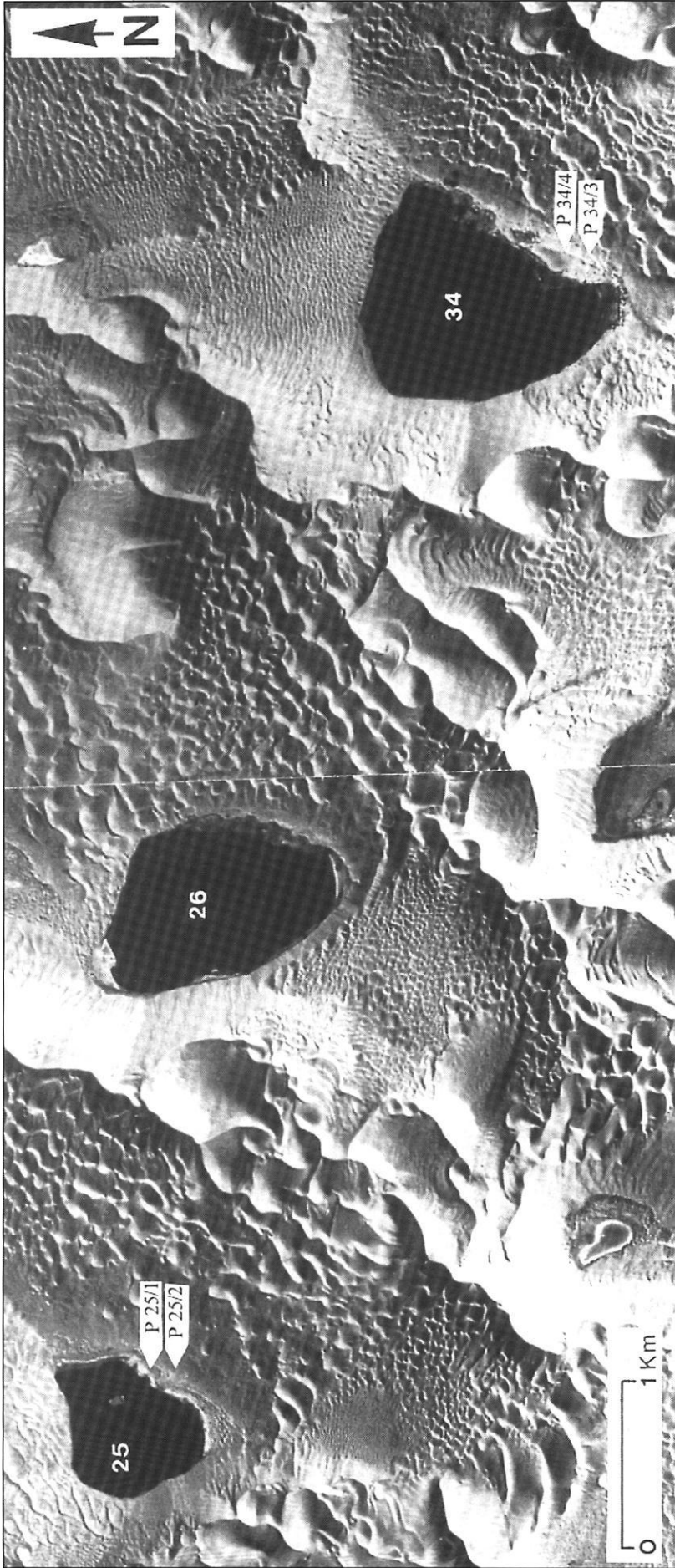


Foto 1: Luftbildmosaik der Salzseen Nuortu (S 34), Sumubarunjaran (S 26) und Zhalate (S 25). Die Pfeile geben die Lage der Profile P 25/1 und P 25/2 sowie P 34/1 bis P 34/4 an. Länge der Maßstabsleiste 1 km. (Aufnahme einer Luftbildbefliegung aus den 60iger Jahren, genaues Datum unbekannt)

Texte der Fototafeln

TAFEL 5

Geländesituation der Megadünen und Aufschluß von Fanglomeraten sowie Playasedimenten bei Yikeliaobao

Foto 1: Megadünen im Südosten der Badain Jaran Wüste. Im Vordergrund sekundäre aktive Dünen. (Standort: Suhaiobeqin, 39°56'N, 102°22'E, Blickrichtung NW; Beilage 5; Aufnahme: 26.09.1995)

Foto 2: Schichtung einer Megadüne. Deutlich sind feine Wechsellagerungen heller und dunkler Sande zu erkennen. Die Farbunterschiede von hell zu dunkel sind durch unterschiedliche Bodenfeuchte bedingt. Die dunkleren Sande haben höhere Schluffanteile und höhere Bodenfeuchte. (Länge des Maßstabs 80 cm: Standort : S 70 in Beilage 5, Aufnahme: 31.10.1994)

Foto 3: Panoramafoto der Badland-Landschaft von Yikeliaobao. Die Erosionsrinnen sind ca. 20 m tief. (Standort: P 91 in Beilage 5 bzw. Pfeil auf dem Luftbild von Foto 1 auf Tafel 2; Blickrichtung von NE nach N; Aufnahme: 17.09.1995)

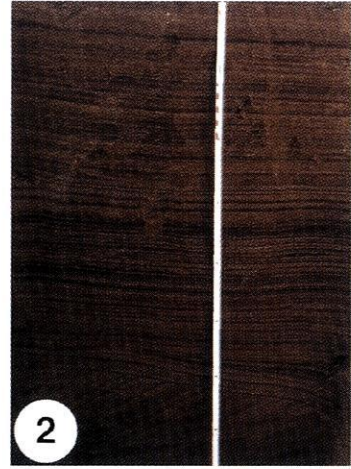
Foto 4: Fanglomerate (Hangendes) werden von fein geschichteten schluffig-tonigen, hellgrauen und rötlichen Playasedimenten unterlagert. In der Bildmitte ist von links unten nach rechts oben ein Versatz der Schichten erkennbar (Standort P 91, Aufnahme: 17.09.1995)

Foto 5: Detail der Wechselfolge toniger und feinsandiger Playa-Sedimente mit Trockenrissen bei Yikeliaobao (Länge des Maßstabs 40 cm; Standort P 91 in Beilage 5; Aufnahme 19.10.1993)

Foto 6: Übersandete Schichtstufe am Nordrand des Hei Shan Tou. Die Fanglomerate stellen den Stufenbildner dar. (Standort: Pr 85 in Beilage 5, Aufnahme: 03.09.1995)

Foto 7: Staffelbruchartig versetzte Sedimente der Fanglomerate und Playasedimente bei Yikeliaobao sind Indikatoren einer tektonisch aktiven Phase. (Standort: P 91 in Beilage 5, Aufnahme: 09.1995)

Tafel 5



TAFEL 6

Geländesituation ausgewählter, untersuchter Gewässer

Foto 1: Der Salzsee Nuoertu (S 34), Blickrichtung S (Standort: Nordufer von S 34, Aufnahme 17.09.1994)

Foto 2: Der Salzsee Sumubarunjaran (S 26), Blickrichtung SW (Standort: S 26, Aufnahme 22.09.1994)

Foto 3: Der Salinenkrebs *Artemia* sp. (Körperlänge 9 mm) kommt ausschließlich in hypersalinen Gewässern mit Salzgehalten bis zu 200 g/l vor.

Foto 4: Der meromiktische Salzsee Yinderitu (S 15), Blickrichtung NW (Standort S 15, Aufnahme 28.09.1994)

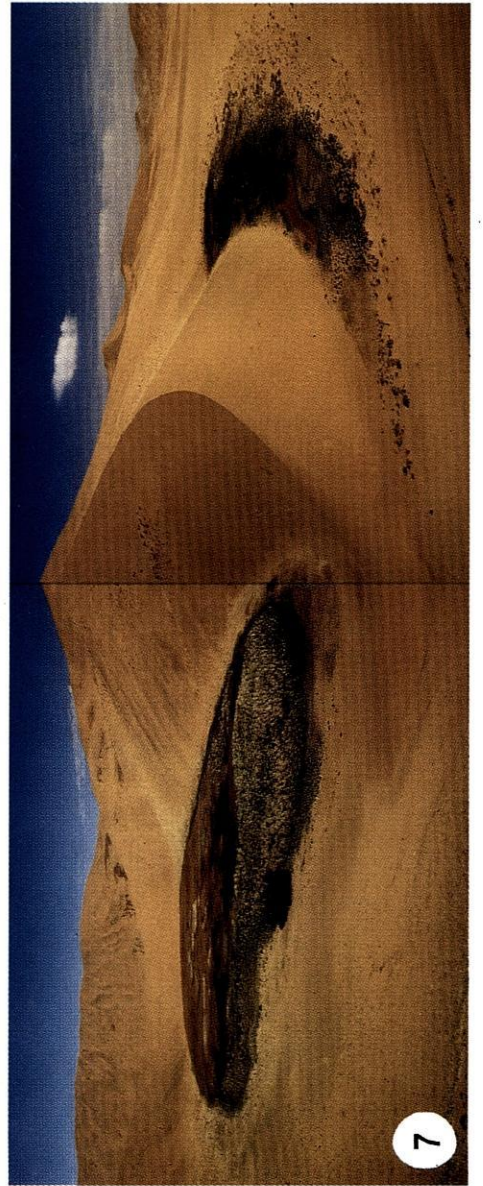
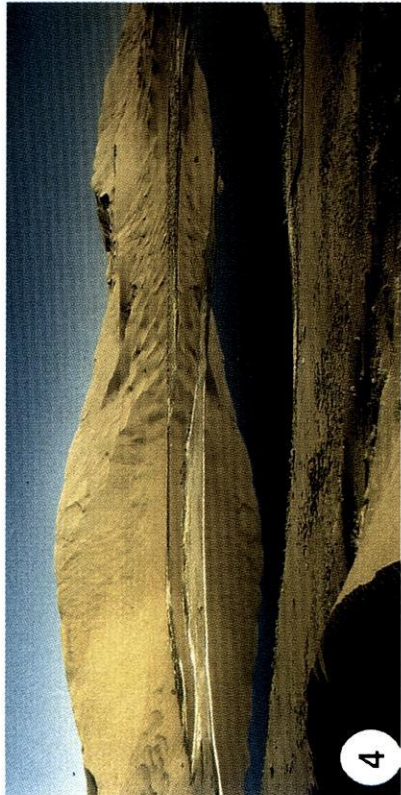
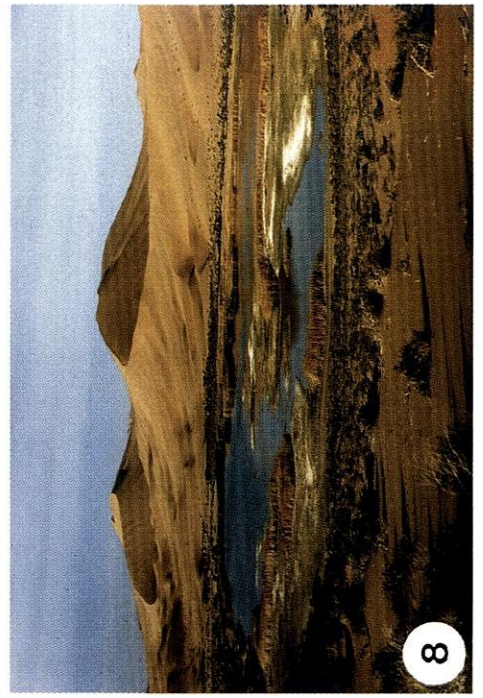
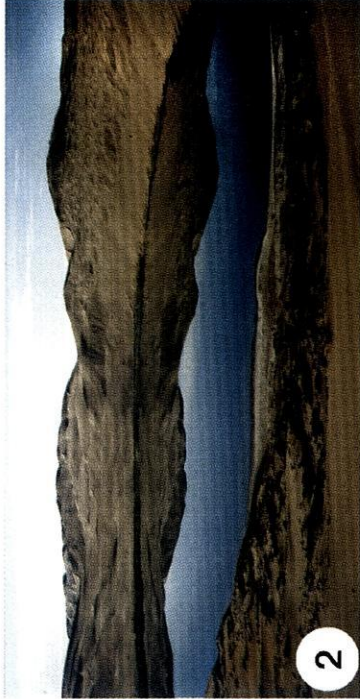
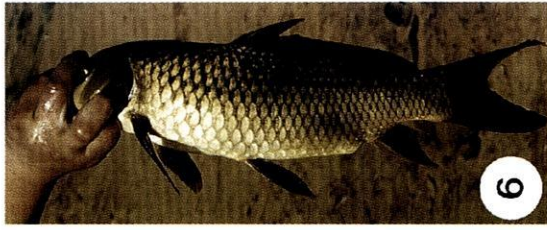
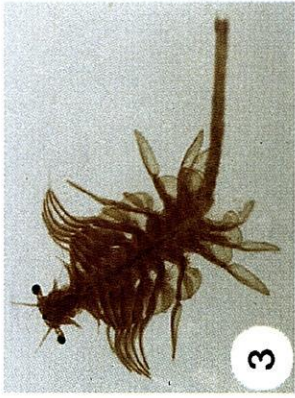
Foto 5: Blick vom Kamm einer Megadüne auf den mesosalinen Flachsee Huhewuzhuer (S 77), Blickrichtung N. Im Mittelgrund ist durch die Gabelung des Megadünenkamms die Bildung einer Kesseldüne vorgezeichnet. Die Dünentalmulung wird von Querdünen eingenommen. (Standort: Megadüne westlich von S 81, relative Höhe 310 m; Aufnahme 08.09.1995)

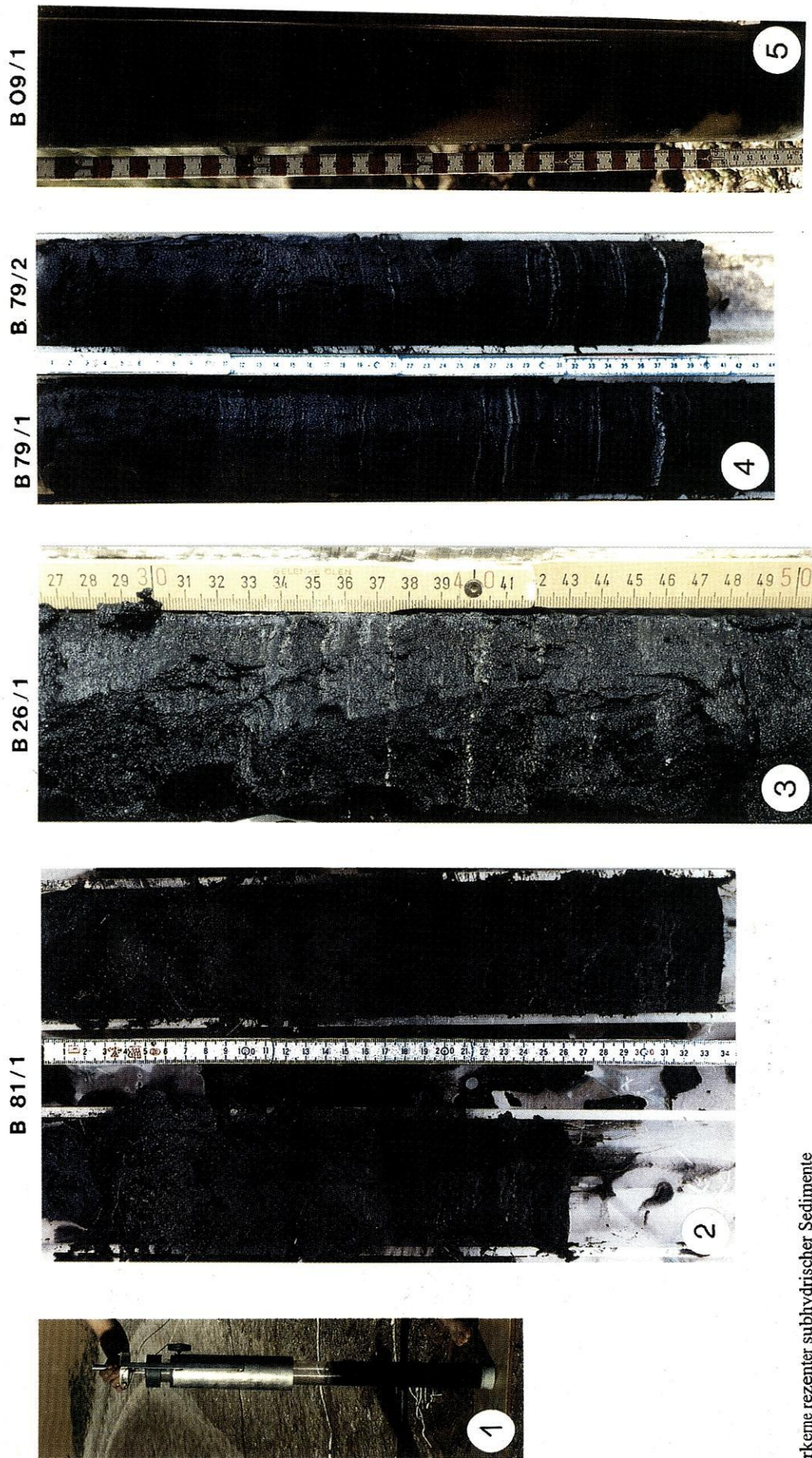
Foto 6: Karpfen (*Cyprinus carpio*) als Beispiel der rezenten Ichthyofauna der subsalinen Flachseen (Standort: S 81, Aufnahme: 07.09.1995)

Foto 7: Paarweise angeordnete subsaline Flachseen bei Duohejaran am Ansatzpunkt einer Megadüne; Panorama von NW über N nach NE. (Standort: S 62, s. Foto 3 auf Tafel 2, Aufnahme: 09.09.1995)

Foto 8: Subsaliner Flachsee Lexiketu; Blickrichtung N. Die Fläche des Gewässers ist im Vergleich zu der im Luftbild dokumentierten Situation (Foto 2 auf Tafel 2) stark geschrumpft. Teile des Seebodens sind bereits trocken gefallen, während sich die Schilfgürtel zur Seemitte ausgedehnt haben (Standort: S 49, Aufnahme: 10.1995)

Tafel 6





Bohrkerne rezenter subhydrischer Sedimente

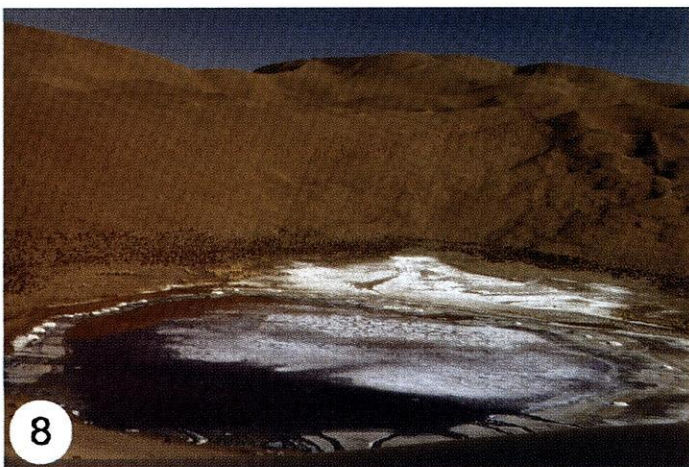
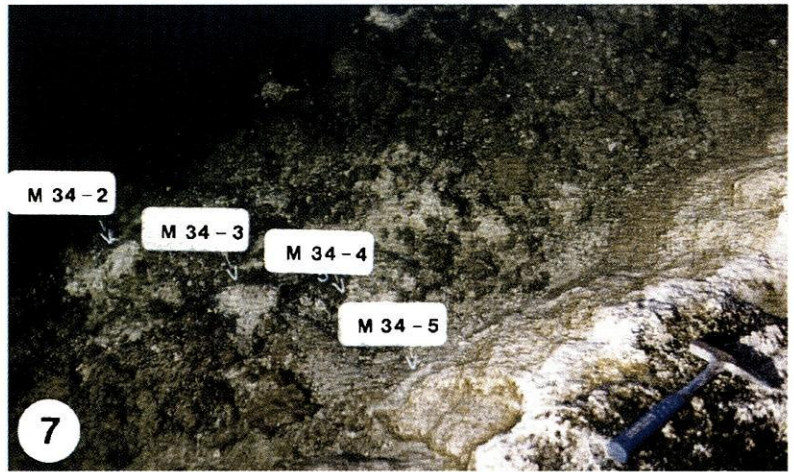
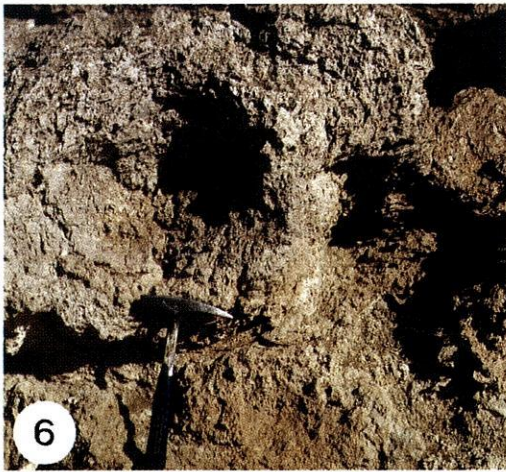
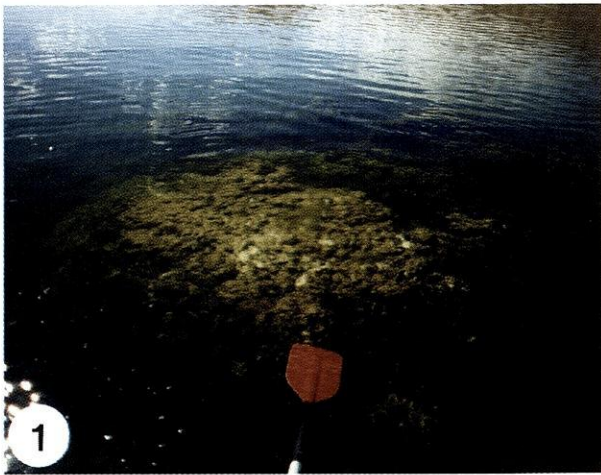
Foto 1: Sedimentstecher nach dem Prinzip von BENELL. Das Plexiglasrohr kann bis zu 100 cm lange Bohrkerne aufnehmen.

Foto 2: Bohrkern B 81/1 (rechts) sowie Parallelkern B 81/2 (links) aus dem subsalinen Flachsee Baoritalagai (S 81). Länge des Maßstabs 34 cm.

Foto 3: Bohrkern B 26/1 aus dem hypersalinen See Sumubarunjaran (S 26). Dargestellt ist der Teufenbereich -27 cm bis -50 cm des insgesamt 97 cm langen Kerns.

Foto 4: Bohrkern B 79/1 (links) sowie Parallelkern B 79/2 (rechts) aus dem hypersalinen, meromiktischen Flachsee Badan (S 79). Länge des Maßstabs 44 cm.

Foto 5: Bohrkern B 09/1 aus dem hypersalinen See Cheligeri (S 09) mit massiven, olivgelben Abscheidungen aus Natriumsulfat sowie Lagen mit dunkelgrauen Sandmudden. Die Aufnahme des Kerns erfolgte vor der Überführung in die Halbschalen, da das Bohrgut von breiartiger Konsistenz ist. Dargestellt ist der Teufenbereich -8 cm bis -57 cm.



TAFEL 8

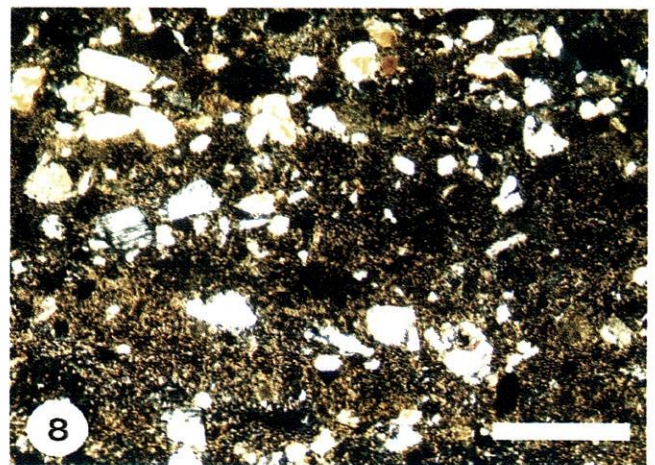
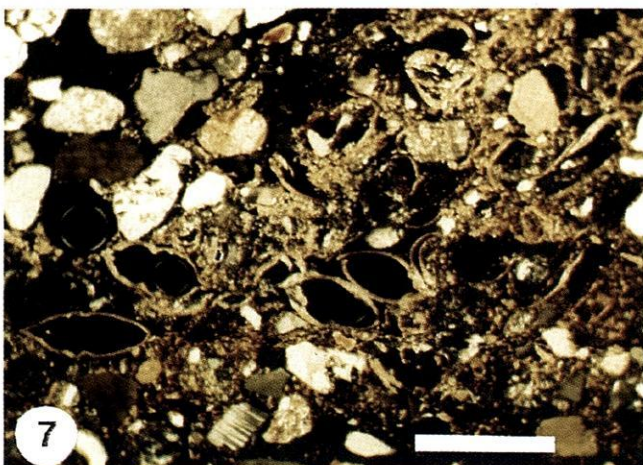
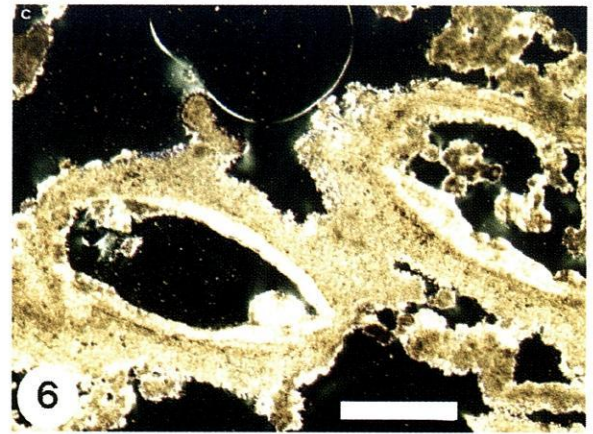
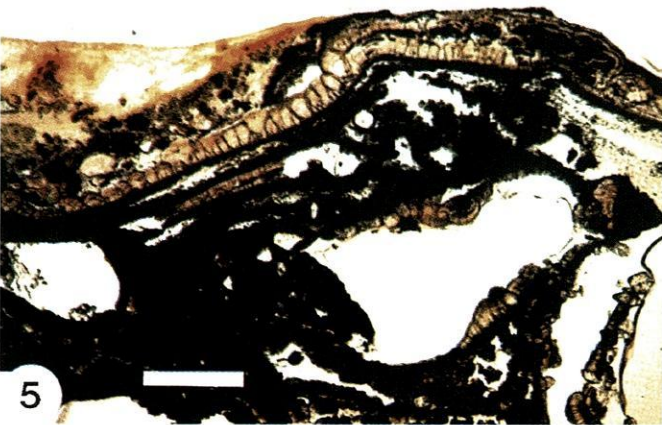
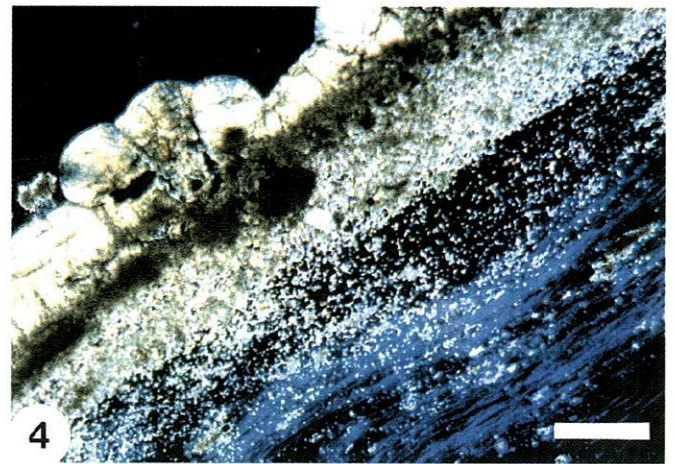
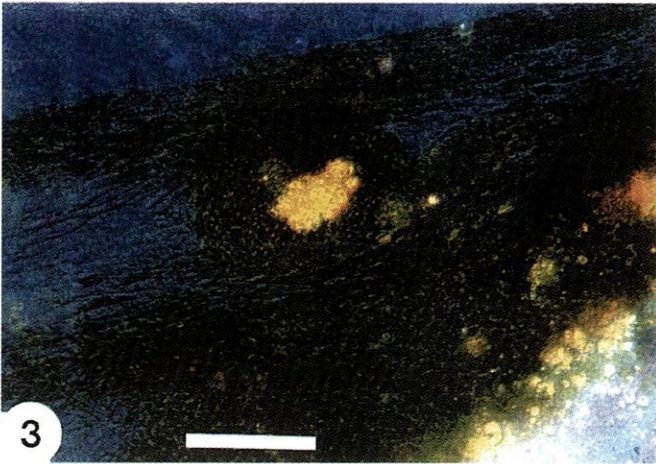
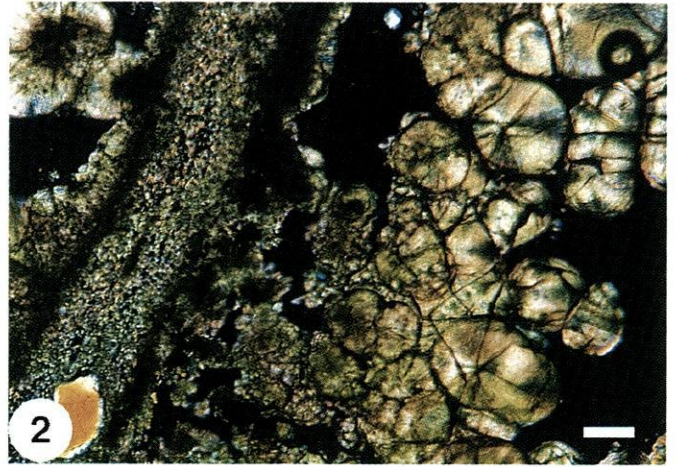
Geländesituation von „spring mounds“ (Mikrobialithen), Biofilmen, mikrobiellen Matten und subaerische Abscheidung von Salzmineralien

- Foto 1: Subaquatische Kalktuff-Bildung (Mikrobialith) mit Austritt artesisch gespannten Quellwassers (spring mound) im Salzsee Nuoertu (S 34). Der pfeilerartige spring mound ragt etwa 12 m senkrecht von der Gewässersohle bis dicht unter die Wasseroberfläche auf und ist von Biofilmen bewachsen. (Paddel als Größenvergleich; Standort s. Abb. 37 in Kap. 3.6; Aufnahme: 08.10.95).
- Foto 2: Weiche mikrobielle Matten am Südostufer der Salzsees Nuoertu (S 34). Die Struktur der Mattenoberfläche ähnelt den Bildungen von Onkoiden. (Körperschatten einer Person als Größenvergleich; Standort s. Abb. 37 in Kap. 3.6; Aufnahme: 08.10.1995)
- Foto 3: Teilweise exponierter spring mound (Mikrobialith) im meromiktischen Salzsee Yinderitu (S 15). (Differenz zwischen Oberkante der Kalktuff-Insel und der Wasseroberfläche ca. 1 m; Standort: s. Luftbild von Foto 1 auf Tafel 2, Aufnahme: 27.09.1994)
- Foto 4: Vertikaler Schnitt durch den Topbereich der weichen mikrobiellen Matte (Länge des Maßstabs 15 cm)
- Foto 5: Vertikaler Schnitt einer mikrobiellen Matte. Deutlich ist die dünne rosafarbene Lage (Purpurbakterien) zu erkennen.
- Foto 6: Verwitterter Kalktuff (fossiler Mikrobialith) am Salzsee Maigetu (S 18). Zur Profilbeschreibung s. P 18/1 in Kap. 4.2.3.1 (Geologenhammer als Größenvergleich)
- Foto 7: Beprobung des Biofilms auf der Kalktuff-Insel im Salzsee Nuoertu (S 34). Die Proben wurden in Wassertiefen von 40 cm (M 34-2), 20 cm (M 34-3), 10 cm (M 34-4) und am Spülsaum (M 34-5) genommen (Aufnahme: 08.10.1995).
- Foto 8: In Austrocknung begriffener hypersaliner Flachsee bei der Lokalität Dagetu (4 km NW vom Salzsee Zhalate (S 25) s. Beilage 4). Die rötliche Farbe der hochkonzentrierten Salzlauge ist auf Bakterien zurückzuführen. Quellwasseraustritte sind im Bildvordergrund erkennbar. (Aufnahme: 28.10.1994)
- Foto 9: Wachstum von Mirabilit-Kristallen am Rande hochkonzentrierter Salzlauge. Länge des Maßstabs 22 cm.

TAFEL 9

Mikroskopie verschiedener Entwicklungsstadien rezenter und fossiler Kalktuff-Bildungen (Mikrobialithe bzw. Fazies-Typ C) und Dünnschliffe von Bohrkernproben subhydrischer Sedimente

- Foto 1: Polysaccharidschleim zersetzter Cyanobakterien mit Lamellen aus Aragonit und blasenförmigen Hohlräumen. Die Hohlräume werden durch Ausgasungen gebildet. Auf den zunächst gefällten Mikritlamellen wachsen sphäroidale Carbonataggregate auf (Fotografie eines Dünnschliffs der Probe M 34-5, Durchlicht, Maßstab 1 mm)
- Foto 2: Sekundär gebildete sphäroidale Carbonataggregate. Ausschnittvergrößerung von Foto 1 (gekreuzte Nichols, Maßstab 100 µm)
- Foto 3: Im Biofilm treten vereinzelt 100 µm Kolonien von *Aphanocapsa cf. salina* auf. Im Zentrum der Kolonie sind neu gebildete Aragonit-Präzipitate (gelbe Farbe) zu erkennen. Länge des Maßstabs 125 µm.
- Foto 4: Bildung mikrokristalliner Laminen im Übergangsbereich vom schrumpfenden organischen Schleim des Biofilms (rechts unten) zum schleimfreien, wassergefüllten Hohlraum (links oben). Die primären Präzipitate der Aragonitkristalle bilden an der Grenzfläche eine dichte Lage. Die orientierte „anorganische“ Präzipitation von nadelförmigen bis sphäroidalem Aragonit ist beschränkt auf die schleimfreien Oberflächen in den wassergefüllten Hohlräumen. (Probe M 34-5; Maßstab 250 µm)
- Foto 5: *Phormidium*-Biofilm in einer Wassertiefe von 10 cm (Probe M 34-4 s. Foto 7 auf Tafel 8); Das hochporöse Gerüst besteht aus irregulären Stapeln von Laminen und Hohlräumen. (Maßstab 1mm, gekreuzte Nichols)
- Foto 6: Analog eines fossilen Mikrobialiths von der Lokalität Maigetu (S 18). Das Gefüge wird durch blasenförmige, scheinbar frei im Raum stehende Hohlräume geprägt, die mit Aragonit-Lamellen ausgekleidet sind.
- Foto 7: Subhydrische Sedimente eines subsalinen Flachsees im Dünnschliff (Bohrkern B 81/1, Probe 10; Teufe 30-33 cm). Die syndimentär eingelagerten Ostrakodengehäuse sind deutlich zu erkennen. (gekreuzte Nichols, Länge des Maßstabs 1 mm, Ausmaß des Bildauschnitts 3 x 4,5 mm)
- Foto 8: Subhydrische Sedimente eines hypersalinen Flachsees im Dünnschliff (Bohrkern B 79/1, Probe 5; Teufe 10-15 cm; gekreuzte Nichols, Länges des Maßstabs 1 mm, Ausmaß des Bildauschnitts 3 x 4,5 mm)



TAFEL 10

Mikroorganismen eines Biofilms vom Salzsee Nuortu (Quetschpräparate der Proben M 34-3 und M 34-5 vom Mikrobiaith aus dem See Nuortu; zur Herkunft der Proben s. Foto 7 auf Tafel 8; die Aufnahmen wurden freundlicherweise von G. ARP angefertigt).

Foto 1: Filamentöse Cyanobakterien der Gattung *Phormidium* (Pfeil 1) bilden den wesentlichen Teil des Biofilms. Vergesellschaftet sind zwei weitere Formen der *Oscillatoriaceae* (Pfeil 2 und 3). (Phasenkontrast, Maßstab 50 µm)

Foto 2: Die Art *Spirulina* cf. *labyrinthiformis* tritt nur vereinzelt in den Biofilmen auf. (Phasenkontrast, Maßstab 50 µm)

Foto 3: Diatomeen sind in geringer Anzahl vertreten. (Phasenkontrast, Maßstab 50 µm)

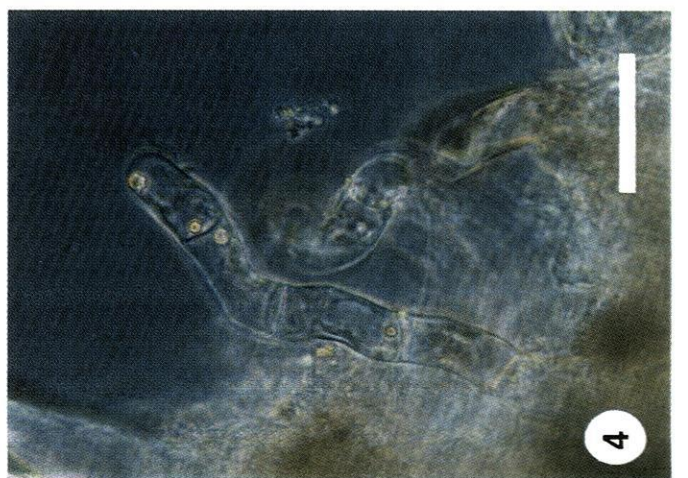
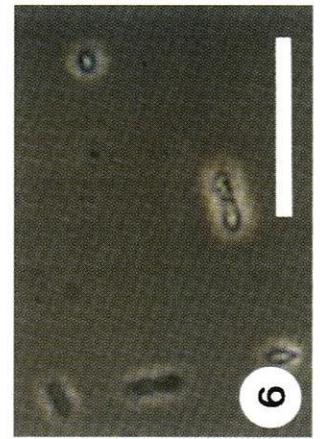
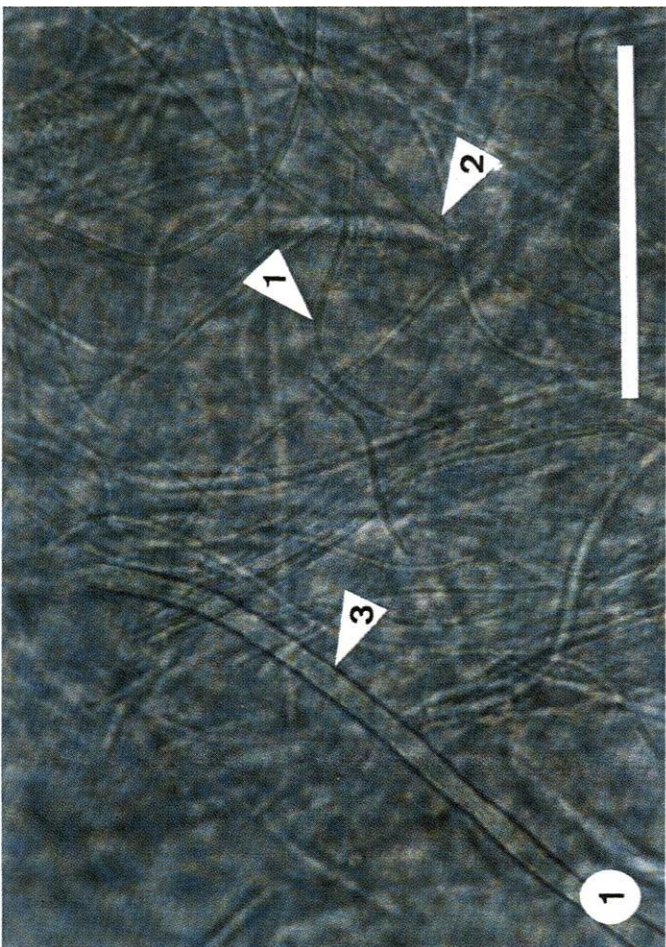
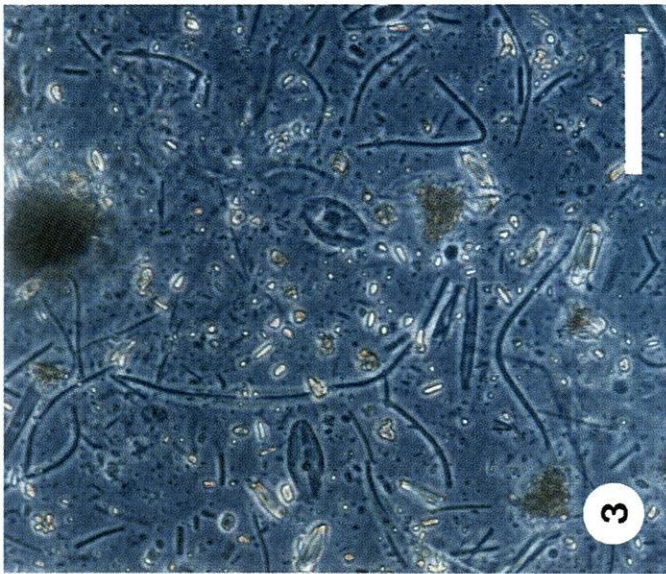
Foto 4: Septates Filament einer Grünalge (*Cladophorales*). (Maßstab 50 µm)

Foto 5: Bakterien der pupurfarbenen Lage, ca. 5 mm unter Top des Biofilms (Maßstab 25 µm).

Foto 6: Schwefellose Purpurbakterien (*Rhodobacter*) aus der rosafarbenen Lage (Maßstab 25 µm)

Foto 7: Zooflagellat mit Cilienkranz, unbestimmt (Durchlicht, Maßstab 25 µm)

Foto 8: Nematode, unbestimmt (Dunkelfeld, Maßstab 100 µm)



TAFEL 11

Dokumentation von Charophyten und Gastropoden mittels Rasterelektronenmikroskopie (REM) (Die Fotografien wurden freundlicherweise von PD Dr. M. SCHUDACK (Charophyten) und Dr. F. RIEDEL (Gastropoden) angefertigt)

Foto 1: REM-Aufnahme des Thallus von *Chara globata* im Überblick (Fundort: S 81; Maßstab 2 mm).

Foto 2: REM-Aufnahme eines Details von *Chara globata* (Nodium an Hauptstamm). Bemerkenswert ist der Aufwuchs von epiphytischen Diatomeen (Maßstab 500 µm).

Foto 3: REM-Aufnahme des Thallus von *Chara tomentosa* var. *tomentosa* im Überblick (Fundort: S 50; Maßstab 2 mm).

Foto 4: REM-Aufnahme eines Oogoniums von *Chara canescens* forma *canescens* (Fundort: S 50; Maßstab 200 µm).

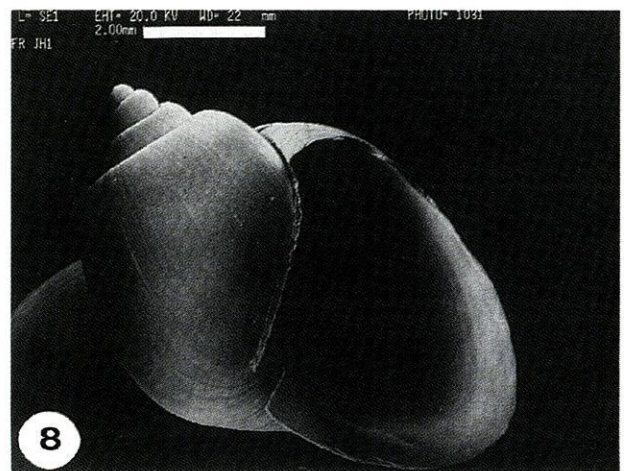
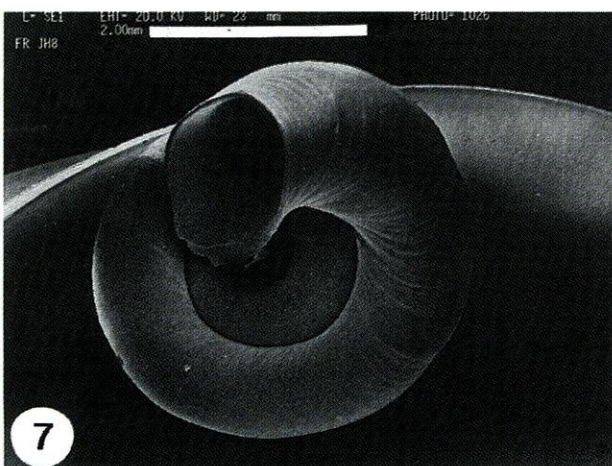
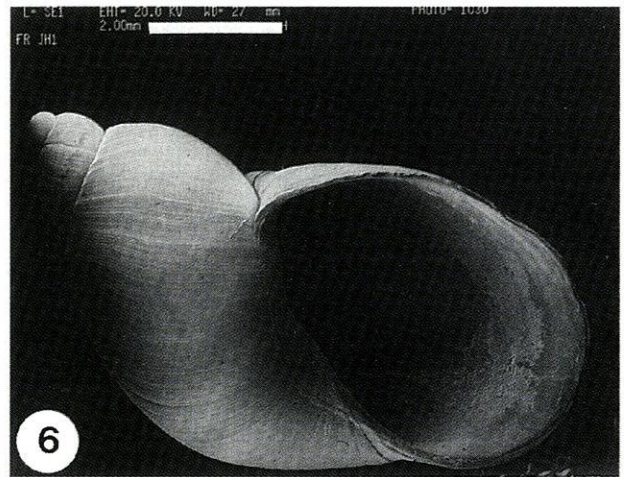
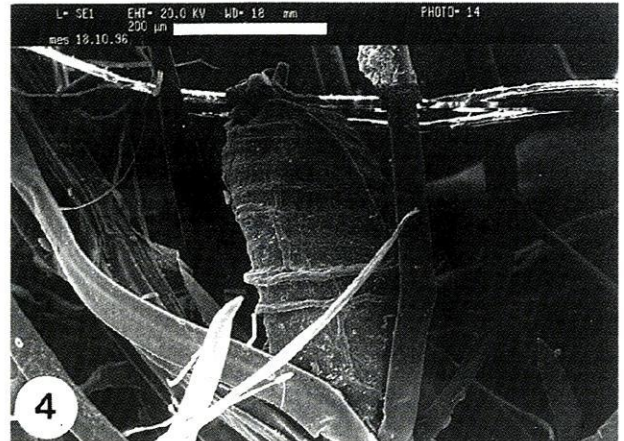
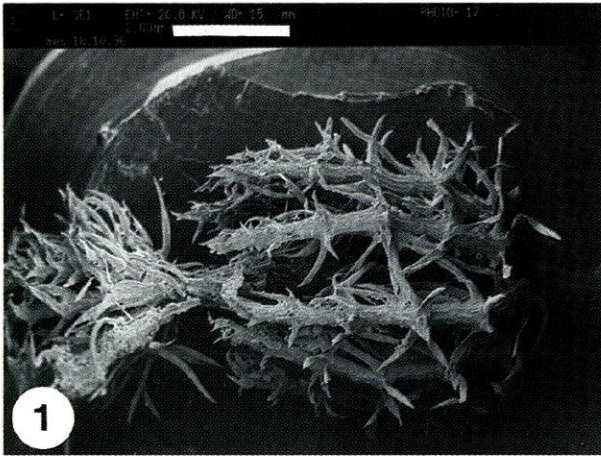
Foto 5: REM-Aufnahme eines Gehäuses von *Gyraulus chinensis* mit deutlicher Wachstumsstörung (Maßstab 1 mm).

Foto 6: REM-Aufnahme der Süßwasserschnecke *Lymnaea stagnalis* (Maßstab 2 mm).

Foto 7: REM-Aufnahme eines Gehäuses (*Gyraulus chinensis*) mit Änderung der Wachstumsrichtung (Maßstab 1 mm).

Foto 8: REM-Aufnahme der Süßwasserschnecke *Radix aluminata* (Maßstab 2 mm).

Tafel 11



TAFEL 12

Fazies-Typen (Typ A :Seecarbonat; Typ D: verfestigte Dünensande) und Relikte neolithischer Besiedlung

Foto 1: Geländestufe aus anstehenden sandsteinähnlich verfestigten Dünensanden 2 km südlich des Salzsees Cheligeri (S 09) mit Lage des Profils P 09/1 im Bildvordergrund. (Standort: P 09/1 in Beilage 5, Aufnahme: 24.09.1995)

Foto 2: Seecarbonate des Profils P 09/2. (Länge des Maßstabs 40 cm; Standort : P 09/2 in Beilage 5, Aufnahme: 24.09.1995)

Foto 3: REM-Aufnahme der Süßwasserschnecke *Gyraulus chinensis*. Länge des Maßstabs 1 mm. Diese Art ist zahlreich in den Seecarbonaten des Profils P 34/4 vertreten.

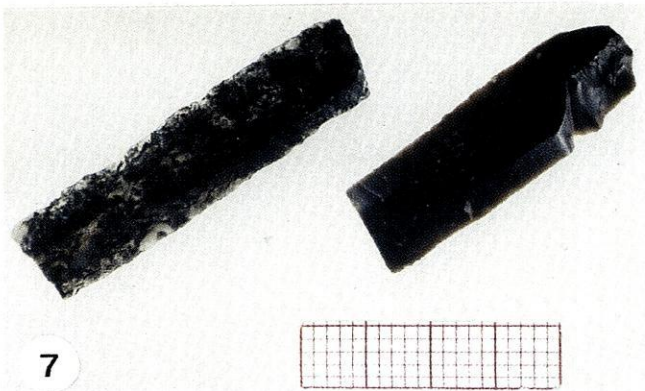
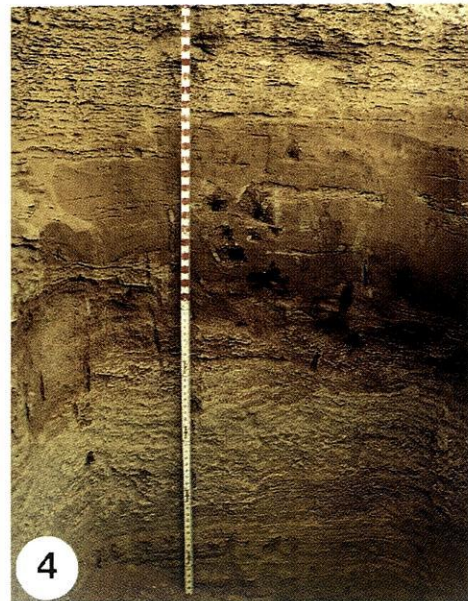
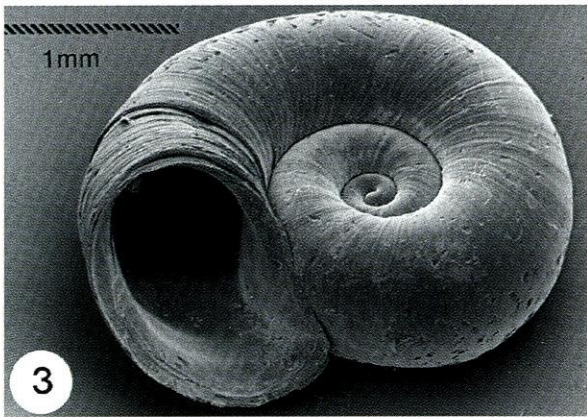
Foto 4: Aufschluß von Seecarbonaten (Profil P 34/4; s. Abb. 49 in Kap. 4.2.5.4, Schicht 2 bis 5) am Salzsee Nuoertu (S 34). Länge des Maßstabs 95 cm. (Standort : P 34/4 in Beilage 5, Aufnahme: 08.10.1995)

Foto 5: Sandsteinähnlich verfestigte Dünensande am Profil P 25/2. Von rechts oben nach links unten ist eine Störung des Schichtverbandes zu erkennen. Geologenkompaß als Größenvergleich. (Standort : P 25/2 in Beilage 5, Aufnahme: 01.10.1995)

Foto 6: Fragment eines Gefäßes aus dunkelgrauer, dickwandiger Keramik (frühes bis mittleres Neolithikum). Das Fragment wurde in dunkelgrauen, semilakustrinen Sedimenten nahe des Sees Yinderitu gefunden (Aufnahme: 30.09.1995).

Foto 7: Klingen aus Feuerstein (Millimeterpapier als Größenvergleich).

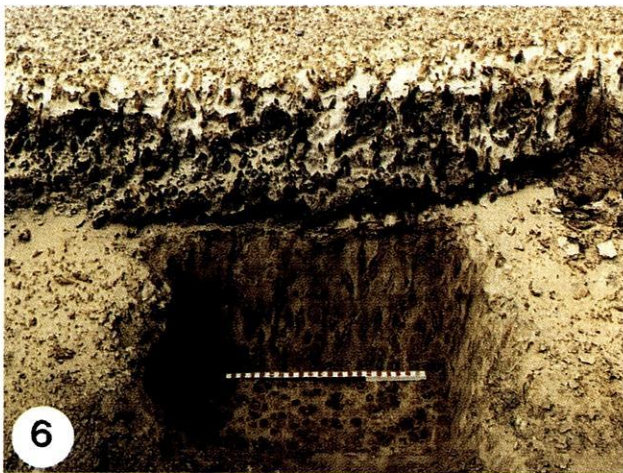
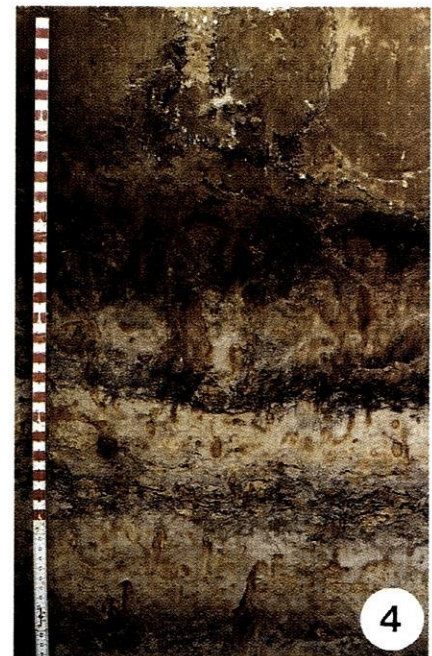
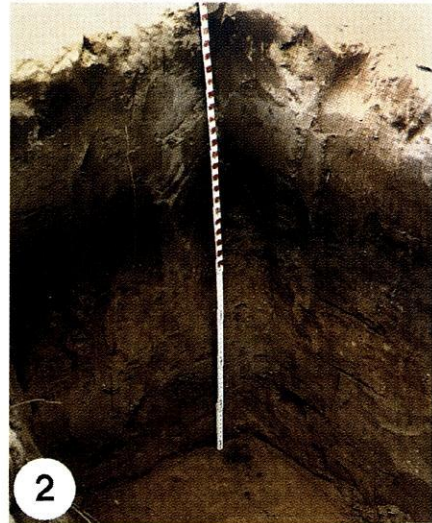
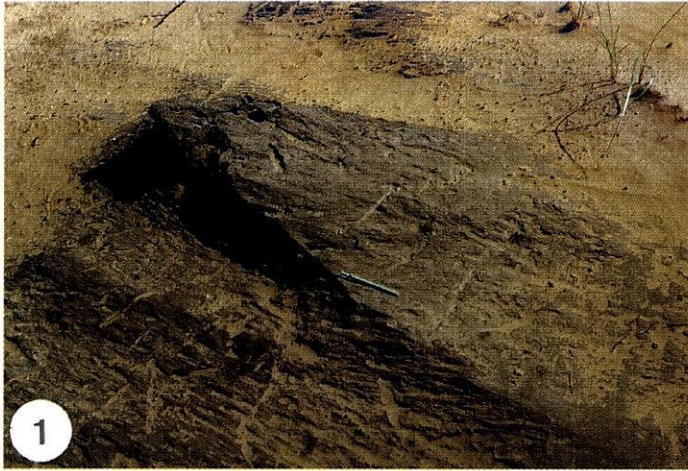
Foto 8: Kernstück aus Quarzit, das offensichtlich zur Herstellung von Mikrolithen bearbeitet wurde. (Millimeterpapier als Größenvergleich).



TAFEL 13

Fazies-Typ C (dunkelgraue, homogene, semilakustrine Sedimente)

- Foto 1: Korrasiv überformte, dunkelgraue, semilakustrine Sedimente südöstlich des Salzsees Nuoertu. Fossile Lebensspuren auf der Schichtfläche sind durch die Verfüllung mit hellen Sanden gut zu erkennen. An dieser Stelle wurde das Profil P 34/3 gegraben. Kugelschreiber als Größenvergleich (Standort: P 34/3 in Beilage 5, Aufnahme: 08.10.1995)
- Foto 2: Profil P 25/1 am Salzsee Zhalate. Länge des Maßstabs 80 cm. Die Probe Hv 20482 wurde aus der dunkelgrauen Schicht in Bildmitte entnommen.. (Standort: P 25/2; Aufnahme 01.10.1995)
- Foto 3: Detail vom Profil P 34/3 (Schicht 1). In der hellen Sandlage (Bildmitte) sind wegen der Verfüllung mit dunkelgrauen Sedimenten deutlich Bioturbationsspuren zu erkennen. (Länge des Maßstabs 22 cm)
- Foto 4: Organikhaltige dunkelgraue Lagen und rostfarbige Schlieren aus der Schicht vom Profil P 59/1 (Schicht 7 in Abb. 50, Kap. 4.3.1.1) bei Womenjaran (Standort P 59/1 in Beilage 5, Aufnahme 14.09.1995)
- Foto 5: Intensive Rostflecken sind Indikatoren von Oxidationsprozessen im Grundwasserschwankungsbereich. (Detail aus der Schicht 8 vom Profil P 59/1; Aufnahme: 14.09.1995, Länge des Maßstabs 24 cm)
- Foto 6: Bankartig herausgewitterte, durch Eisen- und Manganoxide inkrustierte Rhizolithe bei Womenjaran (S 59). Während das subaerisch exponierte Material stark verfestigt ist, sind die Schichten im Liegenden (frischer Schurf) nur schwach verfestigt. Der Maßstab gibt die Position von Foto 7 an. (Länge des Maßstabs 42 cm)
- Foto 7: Aufsicht auf die freigelegte Schicht schwach verfestigter Rhizolithe. Die rostfarbigen Bänder bilden konzentrische Kreise um ehemalige Wurzelbahnen. (Länge des Maßstabs 40 cm)



9.2 Tabellen der analysierten Bodenproben

PROBE	TIEFE (cm)	400-630 µm (%)	315-400 µm (%)	250-315 µm (%)	200-250 µm (%)	125-200 µm (%)	100-125 µm (%)	63-100 µm (%)	20-63 µm (%)	6,3-20 µm (%)	2-6,3 µm (%)	< 2 µm (%)	mS (%)	fS (%)	U (%)	T (%)
B 26/1-1	5-10	0	0	1,0	5,0	29,0	23,8	25,2	11,8	4,2	0	0	6,0	78,0	16,0	0
B 26/1-2	10-20	0	0	1,4	4,0	20,9	20,3	27,1	22,2	3,8	0,3	0	5,4	68,3	26,3	0
B 26/1-3	20-32	0	0	0,6	4,7	20,0	21,4	27,5	16,1	9,5	0,2	0	5,3	68,9	25,8	0
B 26/1-4	32-38	0	0	1,0	4,8	21,3	23,6	26,5	17,1	5,1	0,6	0	5,8	71,4	22,8	0
B 26/1-5	38-43	0	0	1,0	5,0	21,6	24,4	33,2	10,2	4,4	0,2	0	6,0	79,2	14,8	0
B 26/1-6	43-50	0	0	0,8	5,0	23,0	22,5	31,3	12,4	3,5	1,5	0	5,8	76,8	17,4	0
B 26/1-7	50-60	0	0	1,0	3,8	23,8	23,7	28,7	11,8	7,1	0,1	0	4,8	76,2	19,0	0
B 26/1-8	60-70	0	0	1,0	4,0	25,7	22,9	31,4	14,8	0,1	0,1	0	5,0	80,0	15,0	0
B 26/1-9	70-80	0	0	1,1	4,7	22,7	22,9	32,5	11,7	4,3	0,1	0	5,8	78,1	16,1	0
B 26/1-10	80-93	0	0	1,0	4,8	30,2	23,6	29,3	7,9	2,2	1,0	0	5,8	83,1	11,1	0
B 34/2-11	50-55	0	0	0,7	3,9	37,1	22,6	21,1	11,6	2,3	0,4	0,3	4,6	80,8	14,3	0,3
B 50/1-1	3-8	0,4	0,7	10,1	40,7	29,8	4,2	5,6	7,1	0,2	0,4	0,8	51,9	39,6	7,7	0,8
B 50/1-5	29-37	0,7	1,4	9,0	26,8	33,5	7,4	9,1	10,5	0,4	0,1	1,1	37,9	50,0	11,0	1,1
B 50/1-6	37-45	0,5	1,6	12,3	30,1	33,5	6,9	6,6	6,9	0,6	0,5	0,5	44,5	47,0	8,0	0,5
B 70/1-3	15-22	1,6	1,2	6,5	19,8	37,5	10,5	8,5	12,2	0,3	1,7	0,2	29,1	56,5	14,2	0,2
B 70/1-5	28-36	0,6	1,0	14,9	21,6	35,7	9,8	9,7	6,7	0	0	0	38,1	55,2	6,7	0

Tab. 18: Korngrößenanalysen subhydrischer Sedimente. Probenmaterial aus den Bohrungen B 26/1 (See Sumubarjan, S 26), B 34/1 (See Nouertu, S 34), B 50/1 (See Baoritalegai, S 50) und B 70/1 (See Sayinwusu, S 70); (Daten bezogen auf org.C-freie Proben).

PROBE	TIEFE (cm)	630-1000 µm (%)	400-630 µm (%)	315-400 µm (%)	250-315 µm (%)	200-250 µm (%)	125-200 µm (%)	100-125 µm (%)	63-100 µm (%)	20-63 µm (%)	6,3-20 µm (%)	2-6,3 µm (%)	< 2 µm (%)	ms ⁺ gs (%)	fS (%)	U (%)	T (%)
P 70/2-1	0-20	0,4	0,4	0,3	1,7	8,0	24,8	21,5	19,8	15,0	5,2	1,8	1,1	10,8	66,1	22,0	1,1
P 70/2-2	20-60	0	0	0,1	1,2	8,1	27,3	23,7	21,0	11,7	3,7	0,9	2,3	9,4	72,0	16,3	2,3
P 70/2-3	60-80	0	0	0,1	1,1	9,2	30,2	24,9	21,5	9,0	3,4	0,4	0,2	10,4	76,6	12,8	0,2
P 70/2-4	80-90	0,8	1,3	0,7	1,5	6,1	16,7	15,8	15,3	25,8	11,7	3,3	1,0	10,4	47,8	40,8	1,0
P 70/2-5	90-98	0	0	0	1,3	5,1	14,4	14,5	14,0	24,7	16,2	7,1	2,7	6,4	42,9	48,0	2,7
P 70/2-6	98-130	0	0,3	0,1	0,7	9,0	29,2	23,8	21,6	10,7	3,5	0,2	0,9	10,1	74,6	14,4	0,9
P 70/2-7	130-250	0	0	0,2	1,1	8,6	27,2	22,4	20,2	13,9	3,2	1,5	1,7	9,9	69,8	18,6	1,7
P 70/2-8	250-330	0	0,2	0,2	1,4	8,9	26,6	23,1	22,3	11,5	3,5	1,8	0,5	10,7	72,0	16,8	0,5

Tab. 19: Korngrößenanalysen von Sedimentproben der Profilgrabung bei Sayinwusu (P 70/2). (Daten bezogen auf org.C-freie Proben).

Probe	Mittelwert		Sortierung	Schiefe	Kurtosis
	(φ)	(mm)			
B 26/1-1	3,28	0,103	0,80	0,29	1,53
B 26/1-2	3,56	0,085	0,95	0,28	1,20
B 26/1-3	3,62	0,081	1,09	0,38	1,43
B 26/1-4	3,51	0,088	0,94	0,36	1,45
B 26/1-5	3,32	0,100	0,77	0,24	1,78
B 26/1-6	3,36	0,098	0,85	0,27	1,57
B 26/1-7	3,42	0,094	0,95	0,34	1,82
B 26/1-8	3,31	0,101	0,65	0,09	1,13
B 26/1-9	3,33	0,099	0,80	0,22	1,55
B 26/1-10	3,21	0,108	0,71	0,17	1,36
B 34/2-11	3,23	0,106	0,72	0,36	1,44
B 50/1-1	2,50	0,177	0,67	0,64	2,05
B 50/1-5	2,73	0,151	0,83	0,59	1,20
B 50/1-6	2,55	0,171	0,71	0,56	1,42
B 70/1-3	2,84	0,139	0,88	0,47	1,27
B 70/1-5	2,60	0,165	0,67	0,43	1,00
P 34/5-1	3,81	0,071	1,04	0,31	1,08
P 70/2-1	3,42	0,094	1,16	0,37	1,63
P 70/2-2	3,31	0,101	1,04	0,35	1,79
P 70/2-3	3,15	0,112	0,81	0,23	1,51
P 70/2-4	3,98	0,063	1,52	0,38	1,05
P 70/2-5	4,46	0,045	1,84	0,37	0,93
P 70/2-6	3,20	0,109	0,86	0,26	1,57
P 70/2-7	3,39	0,095	1,08	0,39	1,41
P 70/2-8	3,27	0,104	0,96	0,28	1,62

Tab. 20:

Korngrößenparameter nach FOLK & WARD (1957) der Proben von Tab. 18 und 19.

PROBE	TIEFE (cm)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	K ₂ O (%)	Na ₂ O (%)	TiO ₂ (%)
B 15/1-1	0-5	25,36	4,71	2,79	3,92	2,00	2,89	34,63	0,30
B 15/1-2	5-12	7,12	1,38	1,58	2,00	0,85	1,38	45,23	0,15
B 15/1-3	12-20	15,80	2,79	2,16	2,78	1,60	1,81	40,43	0,22
B 15/1-4	20-28	0,27	n.b.	0,90	0,59	n.b.	0,63	50,04	0,09
B 15/1-5	28-35	n.b.	n.b.	0,67	0,29	n.b.	0,59	50,94	0,06
B 15/1-6	35-42	50,22	6,84	3,09	4,49	3,00	2,55	18,54	0,37
B 15/1-7	42-50	45,03	6,43	3,03	4,24	3,52	2,68	21,41	0,34
B 34/2-1	0-5	66,64	7,73	2,82	4,62	3,23	2,02	2,87	0,39
B 34/2-3	10-15	61,42	7,22	2,79	5,07	5,98	1,99	3,58	0,37
B 34/2-5	20-25	56,23	7,88	2,95	5,69	6,92	2,12	4,13	0,41
B 34/2-7	30-35	62,86	7,27	2,88	4,83	5,91	2,01	3,28	0,38
B 34/2-9	40-45	60,07	7,33	2,84	4,90	6,41	2,04	4,11	0,38
B 34/2-11	50-55	65,70	7,11	2,74	4,50	4,74	1,96	3,22	0,37
B 70/1-1	0-5	61,61	6,01	2,30	6,40	3,58	1,78	3,03	0,30
B 70/1-2	5-14	67,42	6,65	2,21	5,24	3,16	1,86	2,05	0,28
B 70/1-3	14-22	71,20	6,42	2,04	4,28	2,47	1,87	2,05	0,26
B 70/1-4	22-28	73,79	6,81	2,19	3,75	1,75	1,88	1,89	0,29
B 70/1-5	28-36	73,78	7,10	2,10	3,43	1,69	1,97	1,92	0,27
B 70/1-6	36-48	77,79	7,44	1,95	2,44	1,34	2,06	1,80	0,25

Tab. 21: Sedimentoxidgehalte subhydrischer Sedimente der Bohrungen B 15/1 (See Yinderitu), B 34/2 (See Nuortu) und B 70/1 (See Sayinwusu). Erläuterung: n.b. nicht bestimmbar

PROBE	TIEFE (cm)	Wasser gehalt [%]	org. C [%]	anorg. C [%]	CO ₃ [%]	¹³⁷ Cs [Bq/kg] TS	Al [mg/g]	Ca [mg/g]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Fe [mg/g]	Mg [mg/g]	Mn [mg/g]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	PO ₄ [mg/g]	S [mg/g]	Zn [mg/kg]
B 11/1-1	0-3	52,9	1,04	2,41	20,07	17,6	10,88	46,69	47,53	13,72	17,28	15,46	0,23	16,68	127,50	1,30	8,05	24,41
B 11/1-2	3-6	46,1	0,76	2,09	17,41	23,7	11,50	44,88	50,76	13,92	18,22	17,22	0,26	18,65	136,39	1,23	6,90	27,10
B 11/1-3	6-9	37,7	0,41	2,38	19,83	5,2	12,02	58,21	48,50	11,48	18,21	18,20	0,25	18,34	144,04	1,14	4,16	26,18
B 11/1-4	9-12	33,2	0,62	2,04	16,99	3,4	11,46	48,28	48,79	12,61	18,59	20,66	0,24	20,84	162,64	1,09	5,39	26,33
B 11/1-5	12-15	34,9	0,31	2,77	23,07	n.b.	12,94	66,81	48,05	11,81	18,31	24,73	0,26	18,58	186,15	1,09	5,79	26,98
B 11/1-6	15-18	31,3	0,39	2,98	24,82	n.b.	10,75	63,50	47,42	11,81	17,05	20,44	0,23	16,99	172,26	1,02	6,48	23,95
B 11/1-7	18-21	32,4	0,23	2,43	20,42	n.a.	9,65	47,58	44,45	11,13	13,82	21,13	0,24	21,00	176,03	0,80	4,80	21,55
B 11/1-8	21-26	20,4	0,22	1,71	14,24	n.a.	8,87	40,34	45,13	11,88	14,82	20,46	0,22	22,37	84,43	0,78	3,43	21,00
B 11/1-9	26-31	20,3	0,38	1,28	10,66	n.a.	9,40	39,47	47,93	12,69	14,92	18,85	0,24	22,40	85,80	0,77	4,09	21,93
B 11/1-10	31-36	17,7	0,39	1,12	9,33	n.a.	11,40	47,25	45,37	14,95	20,52	15,14	0,26	19,88	143,38	1,11	7,54	31,61
B 11/1-11	36-41	19,1	0,46	1,01	8,41	n.a.	11,87	43,14	42,66	16,76	22,16	16,24	0,28	21,84	152,32	1,19	8,19	35,30
B 11/1-12	41-51	19,1	0,55	1,06	8,83	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
B 11/1-13	51-61	19,8	0,38	1,05	8,75	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
B 11/1-14	61-71	16,7	0,08	1,73	14,41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
B 11/1-15	71-76	15,3	0,31	1,39	11,58	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Tab. 22: Geochemische Daten subhydrischer Sedimente der Bohrung B 11/1 (See Huhejatan).

PROBE	TIEFE (cm)	Wasser gehalt [%]	Glith-verlust [%]	org. C [%]	anorg. C [%]	CO ₃ [%]	S [%]	¹³⁷ Cs [Bq/kg] TS	Ba [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Mn [mg/g]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Sr [mg/kg]	Zn [mg/kg]
B 15/1-1	0-5	70,1	5,91	2,68	1,79	14,91	5,56	22,1	120,8	5,2	35,9	7,7	0,36	12,0	9,1	156,3	18,0
B 15/1-2	5-12	61,4	2,42	0,55	1,31	10,91	11,72	n.b.	9,4	3,1	12,6	3,4	0,22	1,02	4,8	87,2	6,8
B 15/1-3	12-20	48,6	5,01	1,78	1,29	10,74	4,69	n.b.	47,5	4,4	26,7	4,7	0,31	4,80	n.b.	115,5	12,7
B 15/1-4	20-28	62,2	0,66	0,24	0,88	7,33	19,11	n.b.	n.b.	2,4	5,2	n.b.	0,13	n.b.	n.b.	29,2	1,6
B 15/1-5	28-35	61,1	1,53	0,54	1,07	8,91	14,01	n.b.	n.b.	1,9	5,2	n.b.	0,11	n.b.	n.b.	8,3	n.b.
B 15/1-6	35-42	66,3	5,88	1,86	1,52	12,66	1,41	n.b.	223,4	3,7	61,7	12,4	0,42	17,5	12,3	265,2	28,2
B 15/1-7	42-50	41,2	7,16	2,36	1,53	12,74	11,34	n.b.	225,8	2,7	59,8	12,1	0,42	15,8	8,6	260,0	24,9

Tab. 23: Geochemische Daten subhydrischer Sedimente der Bohrung B 15/1 (See Yinderitu).

PROBE	TIEFE (cm)	Wasser gehalt [%]	org. C [%]	anorg. C [%]	CO ₃ [%]	¹³⁷ Cs [Bq/kg] TS	Al [mg/g]	Ca [mg/g]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Fe [mg/g]	Mg [mg/g]	Mn [mg/g]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	PO ₄ [mg/g]	S [mg/g]	Zn [mg/kg]
B 25/1-1	0-4	34,4	0,82	1,59	13,24	4,5	10,06	30,32	41,48	9,78	13,02	16,00	0,27	19,66	113,04	0,98	5,43	22,55
B 25/1-2	4-7	22,8	0,69	1,08	9,01	n.b.	10,61	25,76	37,04	12,46	14,95	13,47	0,28	22,18	109,09	1,03	4,43	26,72
B 25/1-3	7-10	25,3	0,66	1,03	8,58	n.a.	11,37	24,26	38,76	13,10	15,84	14,39	0,33	24,31	116,05	1,22	5,22	28,33
B 25/1-4	10-13	21,1	0,66	1,05	8,75	n.a.	11,70	24,78	37,58	13,18	15,77	14,30	0,33	23,94	113,88	1,13	5,37	28,48
B 25/1-5	13-16	24,4	0,77	0,96	8,01	n.a.	11,84	23,95	36,24	14,42	16,11	13,69	0,35	22,93	111,93	1,17	6,07	29,62
B 25/1-6	16-19	24,6	0,94	0,98	8,16	n.a.	11,21	25,97	36,50	15,02	16,99	14,22	0,37	23,46	109,59	1,20	5,80	30,70
B 25/1-7	19-24	26,3	0,88	1,01	8,41	n.a.	10,67	22,26	33,26	12,99	15,40	12,71	0,34	22,03	106,51	1,15	6,65	28,33
B 25/1-8	24-29	24,6	0,71	0,98	8,16	n.a.	9,99	20,87	32,94	13,28	15,36	12,25	0,30	22,49	105,23	1,09	6,26	28,02
B 25/1-9	29-34	26,3	0,72	0,97	8,08	n.a.	10,28	20,06	37,10	12,16	15,10	12,35	0,29	22,33	105,86	1,12	6,86	27,28
B 25/1-10	34-39	28,2	1,24	0,89	7,41	n.a.	10,35	19,79	34,86	11,90	14,99	12,21	0,29	22,16	105,92	1,19	6,73	27,56
B 25/1-11	39-44	27,2	0,54	0,08	0,67	n.a.	9,45	18,80	30,37	12,45	15,08	11,39	0,28	22,18	91,74	1,10	6,77	26,94
B 25/1-12	44-49	33,1	1,07	0,98	8,16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
B 25/1-13	49-54	37,2	1,25	1,02	8,51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
B 25/1-14	54-59	36,9	1,34	1,06	8,83	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
B 25/1-15	59-64	32,8	1,18	1,03	8,58	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
B 25/1-16	64-69	31,3	1,29	1,03	8,58	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
B 25/1-17	69-74	33,1	1,16	1,01	8,41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
B 25/1-18	74-79	36,2	1,18	1,08	8,99	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Tab. 24: Geochemische Daten subhydrischer Sedimente der Bohrung B 25/1 (See Zhalate).

PROBE	TIEFE (cm)	Wasser gehalt [%]	Glüh-verlust [%]	org. C [%]	anorg. C [%]	CO ₃ [%]	S [%]	¹³⁷ Cs [Bq/kg] TS	Ba [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Mn [mg/g]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Sr [mg/kg]	Zn [mg/kg]
B 34/2-1	0-5	36,5	2,89	0,35	1,04	8,66	0,23	7,7	644,5	4,8	89,6	11,2	384,9	26,1	13,6	277,5	30,5
B 34/2-2	5-10	43,2	4,52	0,34	1,38	11,51	0,35	3,2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
B 34/2-3	10-15	46,9	6,41	0,47	1,56	13,01	0,36	n.b.	549,5	5,8	80,4	12,0	392,5	21,3	11,4	368,6	27,6
B 34/2-4	15-20	43,9	5,94	0,41	1,53	12,74	0,34	n.b.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
B 34/2-5	20-25	46,7	6,63	0,24	1,76	14,66	0,37	n.b.	466,2	11,5	94,3	11,0	406,2	20,5	15,3	365,2	28,8
B 34/2-6	25-30	46,1	5,62	0,48	1,47	12,25	0,41	n.b.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
B 34/2-7	30-35	46,5	6,37	0,54	1,52	12,66	0,45	n.b.	452,3	7,8	82,0	12,7	395,4	22,0	12,8	335,2	29,4
B 34/2-8	35-40	47,6	6,61	0,65	1,38	11,49	0,39	n.b.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
B 34/2-9	40-45	48,5	6,89	0,86	1,15	9,58	0,37	n.b.	444,6	7,8	86,0	10,8	383,8	21,3	9,9	350,1	28,4
B 34/2-10	45-50	29,7	2,66	0,21	0,83	6,91	0,33	n.b.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
B 34/2-11	50-55	30,1	2,34	0,18	0,81	6,75	0,32	n.b.	426,5	8,9	83,0	10,7	369,8	21,2	10,3	345,6	27,3

Tab. 25: Geochemische Daten subhydrischer Sedimente der Bohrung B 34/2 (See Nuoertu).

PROBE	TIEFE (cm)	Wasser gehalt [%]	Glüh-verlust [%]	org. C [%]	anorg. C [%]	CO ₃ [%]	S [%]	¹³⁷ Cs [Bq/kg] TS	Ba [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Mn [mg/g]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Sr [mg/kg]	Zn [mg/kg]
B 70/1-1	0-6	57,7	7,88	1,86	1,08	9,01	0,31	3,4	377,1	7,7	49,9	10,8	349,6	17,4	13,4	384,0	23,5
B 70/1-2	6-14	40,6	4,18	0,79	1,02	8,49	0,22	9,5	532,7	5,6	59,0	10,9	358,3	16,9	9,4	618,4	22,5
B 70/1-3	14-22	40,2	3,25	0,73	0,81	6,74	0,26	13,1	543,1	7,2	48,2	9,0	330,8	14,0	9,4	390,0	20,6
B 70/1-4	22-28	35,1	2,47	0,41	0,81	6,74	0,29	2,6	677,8	6,5	56,6	12,7	324,5	17,7	14,5	282,7	24,3
B 70/1-5	28-36	25,4	5,09	0,35	0,32	2,67	0,26	1,5	589,0	5,9	52,8	8,1	301,0	17,1	6,7	272,8	22,9
B 70/1-6	36-47	20,1	2,07	0,23	0,24	2,01	0,22	n.b.	608,6	5,3	37,7	6,8	284,7	14,3	13,2	257,0	21,2

Tab. 26: Geochemische Daten subhydrischer Sedimente der Bohrung B 70/1 (See Sayinwusu).

Probenbezeichnung des Labors	¹⁴ C-Alter in Jahren vor 1950 (B.P.)	¹³ C (‰)	¹⁴ C-Wert pMC	Fundort(geogr. Koordinaten)	Höhe (m ü.d.M.)	Probenbezeichnung d. Einsenders	Probenmaterial und Angaben zur Fundsituation
Hv 19812	7385 ± 175	- 26,1	39,9 ± 0,9	39°33'N/102°20'E	1215 m	Ho 931031-11	fossile semilakustrine Sedimente, dunkelgrau, ungeschichtet, aus Profil P 70/1, ca. 6 m ü. Seespiegel Sayinwusu; Entnahmetiefe 0,4m
Hv 19813	6555 ± 95	- 24,8	44,2 ± 0,5	39°33'N/102°20'E	1215 m	Mi 931030-3	fossile semilakustrine Sedimente, schwarz, ungeschichtet, aus Profil P 70/3; Tiefe 0,25 m
Hv 20482	5220 ± 120	- 25,6	k.A.	39°47'N/102°22'E	1185 m	Ho 940929-3	fossile semilakustrine Sedimente, grauschwarz, ungeschichtet aus Profil P 25/1, ca. 8 m ü. d. Seespiegel des Sees Zhilate; Tiefe 0,25 m
Hv 20483	6540 ± 165	- 26,2	k.A.	39°33'N/102°20'E	1215 m	Ho 941002-8	fossile Seesedimente, grauschwarz, ungeschichtet aus Profil P 70/2, ca. 5 m über rezentem Seespiegel des Sees Sayinwusu; Tiefe 0,25 m
Hv 20604	19590 ± 260	+ 2,1	k.A.	39°49'N/102°07'E	1165 m	Jä 931026-2	fossiler Kalktuff („Mikrobialith“), ca. 15 m über rezentem Seespiegel des Sees Maigetu (S 18)
Hv 21512	8770 ± 70	+ 1,9	33,6 ± 0,3	39°58'N/101°48'E	k.A.	Jä 950929/1	fossiler Kalktuff („Mikrobialith“); Probe von der Basis
Hv 21513	8500 ± 70	+ 2,5	34,7 ± 0,3	39°58'N/101°48'E	k.A.	Jä 950929/3	fossiler Kalktuff („Mikrobialith“); Probe 60 cm oberhalb der Probe Hv 21512
Hv 21920	29230 ± 1200	+ 2,0	2,6 ± 0,4	39°46'N/102°28'E	1185 m	Mi 951008-2A	fossile Secarbonate, weiß, laminiert aus dem Profil P 34/4 (See Nuertu), 40-45 cm unter Top; anorg. Anteil der Probe
Hv 21921	13065 ± 320	- 20,9	k.A.	39°46'N/102°28'E	1185 m	Mi 951008-2A	dto.; org. Anteil der Probe
Hv 21922	7240 ± 95	- 7,1	40,6 ± 0,5	39°46'N/102°28'E	1175 m	Mi 951007-1	fossile semilakustrine Sedimente, dunkelgrau, ungeschichtet aus Profil P 34/3 (See Nuertu), 10-15 cm unter Top; anorg. Anteil
Hv 21923	6240 ± 95	- 25,6	k.A.	39°46'N/102°28'E	1175 m	Mi 951007-1	dto.; org. Anteil der Probe
Hv 21924	3505 ± 240	+ 2,1	64,6 ± 1,9	39°46'N/102°28'E	1160 m	Ho 940919-7	rezente subhydrische Sedimente der Bohrung B 34/2; anorg. Anteil der Probe B 34/2-1 (0-5 cm)
Hv 21925	1080 ± 155	- 22,3	k.A.	39°46'N/102°28'E	1160 m	Ho 940919-7	dto.; org. Anteil der Probe B 34/2-1 (0-5 cm)
Hv 21926	3110 ± 135	+ 3,5	67,9 ± 1,1	39°46'N/102°28'E	1160 m	Ho 940919-12	anorg. Anteil der Probe B 34/2-6 (25-30 cm)
Hv 21927	1220 ± 170	- 21,6	k.A.	39°46'N/102°28'E	1160 m	Ho 940919-12	dto.; org. Anteil der Probe B 34/2-6 / 25-30 cm)
Hv 21928	4460 ± 335	+ 2,4	57,4 ± 2,4	39°46'N/102°28'E	1160 m	Ho 940919-17	anorg. Anteil der Probe B 34/2-10 und -11 (45-55 cm)
Hv 21929	2130 ± 160	- 23,4	k.A.	39°46'N/102°28'E	1160 m	Ho 940919-17	dto.; org. Anteil der Probe B 34/2-10 und 11 (45-55 cm)
Hv 22001	28350 ± 490	+ 1,3	2,9 ± 0,2	39°53'N/102°15'E	1220 m	Mi 950924-4	fossile Secarbonate aus dem Profil P 09/2 südwestlich des Sees Cheligeri, 30 cm unter Top; anorg. (karbonatischer) Anteil
Hv 22002	33230 ± 4920	- 7,1	k.A.	39°53'N/102°15'E	1220 m	Mi 950924-4	dto.; org. Anteil

167 Tab. 27: Ergebnisse der Radiokohlenstoff- (¹⁴C)-Analysen

Labor-Code	Feldbezeichnung	Geogr. Koord. Höhe [m NN]	¹⁴ C-Alter wahres Alter [Jahre v. h.]	δ ¹³ C [‰]	¹⁴ C-Wert [pMC]	CO ₂ [%]	C _{org} [%]	Probenmaterial und Angaben zur Fundsituation
Hv 21920	Mi 951008-2A	39°46'N/102°28'E 1185	29230 ± 1200 26000 ± 1220	+ 2,0	2,6 ± 0,4	10,1	0,8	fossile Seecarbonate, weiß, laminiert aus dem Profil P 34/4 (See Nuoertu), 40-45 cm unter Top; anorganischer Anteil der Probe
Hv 21921	Mi 951008-2A	dto.	13065 ± 320 11985 ± 355	- 20,9	k.A.	dto.	dto.	dito; organischer Anteil der Probe
Hv 21922	Mi 951007-1	39°46'N/102°28'E 1175	7240 ± 95 4020 ± 245	- 7,1	40,6 ± 0,5	2,2	1,1	fossile semilakustrine Sedimente, dunkelgrau, ungeschichtet aus Profil P 34/3 (See Nuoertu), 10-15 cm unter Top, anorg. Anteil
Hv 21923	Mi 951007-1	dto.	6240 ± 95 5160 ± 180	- 25,6	k.A.	dto.	dto.	dito; organischer Anteil der Probe
Hv 21924	Ho 940919-7	39°46'N/102°28'E 1160	3505 ± 240 285 ± 330	+ 2,1	4,6 ± 1,9	8,6	0,4	rezente subhydrische Sedimente der Bohrung B 34/2; anorganischer Anteil der Probe B 34/2-1 (0-5 cm)
Hv 21925	Ho 940919-7	dto.	1080 ± 155 0 ± 220	- 22,3	k.A.	dto.	dto.	dito; organischer Anteil der Probe B 34/2-1 (0-5 cm)
Hv 21926	Ho 940919-12	39°46'N/102°28'E 1160	3110 ± 135 -110 ± 260	+ 3,5	67,9 ± 1,1	12,2	0,6	anorganischer Anteil der Probe B 34/2-6 (25-30 cm)
Hv 21927	Ho 940919-12	dto.	1220 ± 170 140 ± 230	-21,6	k.A.	dto.	dto.	dito; organischer Anteil der Probe B 34/2-6 /25-30 cm)
Hv 21928	Ho 940919-17	39°46'N/102°28'E 1160 m NN	4460 ± 335 1240 ± 405	+ 2,4	57,4 ± 2,4	6,8	0,2	anorganischer Anteil der Probe B 34/2-10 und -11 (45-55 cm)
Hv 21929	Ho 940919-17	dto.	2130 ± 160 1050 ± 220	-23,4	k.A.	dto.	dto.	dito; organischer Anteil der Probe B 34/2-10 und 11 (45-55 cm)
Hv 22001	Mi 950924-4	39°53'N/102°15'E 1220	28350 ± 490 25130 ± 560	+ 1,3	2,9 ± 0,2	12,8	0,3	fossile Seecarbonate aus dem Profil P 09/2 südwestlich des Sees Cheligeri, 30 cm unter Top, anorganischer Anteil
Hv 22002	Mi 950924-4	dto.	33230 ± 4920 32150 ± 4920	- 7,1	k.A.	dto.	dto.	dito; organischer Anteil

Tab. 28: Ergebnisse der Radiokohlenstoff- (¹⁴C)- und δ¹³C-Analysen an fossilen lakustrinen Sedimenten (Profile P 34/3 und P 34/4 am Salzsee Nuoertu und Profil P 09/2 am Salzsee Cheligeri) und an rezenten subhydrischen Sedimenten aus der Bohrung B 34/2 (Salzsee Nuoertu). Zur Abschätzung der ¹⁴C-Reservoirkorrektur wurde an jeder der insgesamt 6 Proben sowohl die organische als auch die carbonatische Fraktion datiert. Die 4. Spalte enthält das ¹⁴C-Alter und das reservoirkorrigierte (wahre) ¹⁴C-Alter (HOFMANN & GEYH 1998).

9.3 Tabellen der analysierten Wasserproben

Tab. 29: Klassifikation der Wasserproben.

- R** Regenwasserproben
Def.: Fallende, nasse Niederschläge in flüssigem Aggregatzustand
a) Sammlung des Regenwassers auf Plastikfolie
- Q** Quellwasserproben
Def.: Ort eines räumlich eng begrenzten Grundwasseraustritts (nach DIN 4049, T3)
a) Quelle am Ufer eines Gewässers, Quellaustritt aus Sand
b) Quelle am Ufer eines Gewässers, Quellaustritt aus Kalktuff
c) Quelle auf natürlich entstandener Kalktuffinsel in Salzseen
d) Quelltümpel, nicht in unmittelbarer Nähe des Ufers, Schüttung < 0,9 l/s
e) Quelltümpel, nicht in unmittelbarer Nähe des Ufers, Schüttung > 0,9 l/s
f) Quelltopf in einer Dünentalung
- S** Seewasserproben
(Def.: Sammelbegriff für oberirdische stehende Gewässer: Seen, Flachseen und Kleingewässer)
Die weitere Untergliederung erfolgt aufgrund der Salinität (HAMMER 1986)
- a) subsalines Gewässer (Elektrolytgehalt 0,5 bis 3,0 g/l)
aa) Schöpfprobe von der Oberfläche nahe am Ufer
ab) Schöpfprobe von der Oberfläche etwa in der Mitte des Gewässers
ac) Probe aus definierter Wassertiefe mittels Wasserschöpfer in der Mitte des Gewässers
- b) hyposalines Gewässer (Elektrolytgehalt 3,01 bis 20,0 g/l)
ba) Schöpfprobe von der Oberfläche nahe am Ufer
bc) Schöpfprobe von der Oberfläche etwa in der Mitte des Gewässers
bd) Probe aus definierter Wassertiefe mittels Wasserschöpfer etwa in der Mitte des Gewässers
- c) mesosalines Gewässer (Elektrolytgehalt 20,01 bis 50,0 g/l)
ca) Schöpfprobe von der Oberfläche nahe am Ufer
cb) Schöpfprobe von der Oberfläche etwa in der Mitte des Gewässers
cc) Probe aus definierter Wassertiefe mittels Wasserschöpfer etwa in der Mitte des Gewässers
- d) hypersalines Gewässer (Elektrolytgehalt > 50,0 g/l)
da) Schöpfprobe von der Oberfläche nahe am Ufer
db) Schöpfprobe von der Oberfläche etwa in der Mitte des Gewässers
dc) Probe aus definierter Wassertiefe mittels Wasserschöpfer etwa in der Mitte des Gewässers
dd) Tümpel, als Saline genutzt
- G** Grundwasserproben
Def.: Unterirdisches Wasser, das die Hohlräume der Erdrinde zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegung ausschließlich oder nahezu ausschließlich von der Schwerkraft und den durch die Bewegung selbst ausgelösten Reibungskräften bestimmt wird)
- Brunnen (Def.: Künstlich hergestellter, meist lotrechter Aufschluß im Untergrund zur Gewinnung von Grundwasser)
- a) Schachtbrunnen (Brunnen grösseren Durchmessers mit Wassereintritt überwiegend durch ihre offene Sohle) Brunnentiefe < 5 m; weitere Untergliederung nach der Ausbaweise:
aa) mit Holzbrettern verschalt
ab) mit Steinen verschalt
ac) Ausbau unbekannt
- b) offener Brunnen (gegrabenes Wasserloch) ohne jeglichen Ausbau und Verschalung, ohne Deckel
ba) unmittelbar vor der Probenahme gegraben

Beispiel: Probennr. S 3404 dc

S = Seewasserprobe

3404 = die ersten zwei Ziffern beziehen sich auf die Katasternr. (34 = See Nuoertu)

die letzten zwei Ziffern (04) geben an, daß es sich um die vierte Probe aus diesem See handelt.

dc = Probe aus def. Wassertiefe mittels Wasserschöpfer in der Mitte eines hypersalinen Sees

Wasserproben an der Oberfläche der Seen (Ionenbilanzfehler < 10%)

		Gesamthärte [mmol/l]	Na+ [mg/l]	K+	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl-	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	PO ₄ ³⁻
Probenanzahl	gesamt	33	33	33	33	33	33	33	17	12	11	12
	nord	13	13	13	13	13	13	13	7	7	7	7
	süd	20	20	20	20	20	20	20	10	5	4	5
Kleinster Wert	gesamt	1,09	222,08	12,51	10,02	4,35	268,02	244,00	1,86	132,41	47,41	0,095
	nord	3,25	34.989,90	4.400,15	10,02	33,31	27.621,79	10.405,39	0,36	5.523,87	16.536,78	0,380
	süd	1,09	222,08	12,51	10,02	4,35	268,02	244,00	1,86	132,41	47,41	0,095
Größter Wert	gesamt	6,31	135.000,01	11.849,86	123,8	781,14	107.944,81	43.301,69	120,29	25.959,07	56.595,42	3,894
	nord	7,48	92.499,92	11.849,86	123,8	149,52	107.944,81	43.301,69	0,62	9.345,36	39.382,34	3,419
	süd	33,32	135.000,01	7.900,17	49,30	781,14	88.082,62	26.244,99	120,29	25.959,07	56.595,42	3,894
Geometrisches Mittel	gesamt	134,74	4.734,09	376,55	25,17	72,82	5.176,24	2.790,83	14,30	3.080,39	6.360,12	0,601
	nord	5,08	58.372,52	6.147,86	34,01	89,32	56.995,43	19.716,10	0,52	7.998,75	24.960,19	0,781
	süd	4,04	924,92	61,30	20,69	63,77	1.088,50	783,11	8,10	809,89	581,23	0,417
Arithmetisches Mittel	gesamt	6,47	29.000,02	2.858,14	34,47	132,43	28.600,00	10.159,97	26,01	7.044,82	21.739,70	1,061
	nord	5,22	60.684,62	6.459,26	52,26	95,12	62.698,09	21.666,25	0,53	8.129,03	25.974,62	1,058
	süd	7,28	8.405,02	517,42	22,91	156,68	6.436,24	2.680,89	21,33	5.526,92	14.328,58	1,064
Zentralwert (Median)	gesamt	3,93	4.469,91	303,04	20,04	72,45	6.885,68	3.950,05	22,32	7.235,40	21.268,51	0,617
	nord	5,10	57.200,00	6.020,14	25,25	84,61	60.900,10	17.872,26	0,56	9.092,14	22.619,92	0,760
	süd	3,27	458,99	35,78	19,64	49,23	501,31	391,93	8,37	600,41	335,75	0,190

Tab. 30: Statistische Kenndaten der Hauptinhaltsstoffe [mg/l] und der Gesamthärte [mmol/l] von Seewasserproben (Ionenbilanzfehler < 10 %) beider Gewässergebiete (Nord bzw. Süd). Die Angaben beziehen sich auf Wasserproben von der Oberfläche der Seen. Proben vom Gewässergrund wurden nicht berücksichtigt, da einige Seen chemisch geschichtet sind.

		Leitf. (mS/cm)	pH-Wert	Al (µg)	B	Ba	Cr	Cu	Fe	Mn	P	Pb	Sr	Zn
Probenanzahl	gesamt	42	42	19	22	28	17	14	39	37	24	19	34	17
	nord	16	15	4	12	12	11	6	16	16	8	10	12	2
	süd	26	27	15	10	16	6	8	23	21	16	9	22	15
Kleinster Wert	gesamt	1,67	8,40	15,0	633,0	11,0	2,0	19,0	34,0	6,0	354,0	40,0	35,0	8,0
	nord	91,10	9,60	15,0	2.265,0	11,0	11,0	19,0	64,0	33,0	6.790,0	51,0	35,0	31,0
	süd	1,67	8,40	32,0	633,0	16,0	2,0	20,0	34,0	6,0	354,0	40,0	189,0	8,0
Größter Wert	gesamt	200,00	10,10	4.893,0	333.000,0	876,0	906,0	1.299,0	61.500,0	820,0	80.500,0	3.581,0	12.690,0	103,0
	nord	182,00	10,04	4.893,0	333.000,0	876,0	906,0	1.299,0	7.050,0	630,0	69.200,0	3.581,0	2.414,0	44,0
	süd	200,00	10,10	726,0	104.000,0	413,0	573,0	1.209,0	61.500,0	820,0	80.500,0	1.745,0	12.690,0	103,0
Geometrisches Mittel	gesamt	25,51	9,55	112,8	49.236,3	92,5	47,2	146,8	235,7	71,2	7.901,1	235,7	882,3	23,2
	nord	132,18	9,86	332,6	145.047,6	223,9	58,7	316,1	467,0	149,7	39.463,5	307,1	765,4	36,9
	süd	9,27	9,38	84,5	13.465,2	47,7	31,7	82,6	146,5	40,4	3.535,4	175,6	953,5	21,8
Arithmetisches Mittel	gesamt	71,55	9,56	488,7	128.206,7	187,2	212,6	450,9	2.420,5	155,6	24.149,0	826,6	1.526,4	31,8
	nord	135,42	9,86	1.848,0	205.611,4	326,9	242,1	731,5	1.371,3	219,9	47.998,8	1.159,2	1.080,5	37,5
	süd	32,24	9,40	126,3	35.321,0	82,4	158,5	240,4	3.150,4	106,7	12.224,2	457,0	1.769,6	31,0
Zentralwert (Median)	gesamt	67,95	9,70	81,0	109.000,0	105,5	19,0	60,0	124,0	88,0	10.495,0	115,0	922,0	18,0
	nord	136,20	9,90	1.242,0	212.826,0	238,0	26,0	886,5	346,0	109,0	58.850,0	103,0	849,5	37,5
	süd	4,27	9,40	81,0	28.250,0	37,0	15,5	54,5	81,0	36,0	3.495,0	135,0	974,0	18,0

Tab. 31: Statistische Kenndaten der Spurenstoffe [µg/l], Leitfähigkeit [mS/cm] und des pH-Wertes von Seewasserproben beider Gewässergebiete (Nord bzw. Süd). Die Angaben beziehen sich auf Wasserproben von der Oberfläche der Seen. Proben vom Gewässergrund wurden nicht berücksichtigt, da einige Seen chemisch geschichtet sind.

**Aufgliederung des südlichen Seengebiets:
Hauptinhaltsstoffe (in mg/l) für die Wasserproben an der Oberfläche der Seen (Ionenbilanzfehler < 10%)**

	Gesamthärte [mmol/l]	Na +	K +	Ca ²⁺ +	Mg ²⁺ +	Cl-	SO ₄ ²⁻	NO ₃ -	HCO ₃ -	CO ₃ ²⁻	PO ₄ ³⁻
Probenanzahl	süd insg.	20	20	20	20	20	20	10	5	4	5
	subsalin	10	10	10	10	10	10	6	3	2	3
	hyposalin	6	6	6	6	6	6	2	0	0	0
	mesosalin	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
	hypersalin	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
Kleinsten Wert	süd insg.	1,09	222,08	12,51	10,02	4,35	268,02	1,86	132,41	47,41	0,095
	subsalin	1,09	222,08	12,51	10,02	4,35	268,02	1,86	132,41	47,41	0,095
	hyposalin	1,61	448,07	12,51	10,42	28,20	548,46	1,86	702,31	600,69	0,950
	mesosalin	26,03	4.469,91	303,04	24,05	618,25	6.885,68	34,72	25.959,07	56.595,42	3.894
	hypersalin	4,49	11.999,99	846,17	13,23	9,85	12.200,09	120,29	25.959,07	56.595,42	3.894
Größter Wert	süd insg.	33,32	135.000,01	7.900,17	49,30	781,14	88.082,62	120,29	25.959,07	56.595,42	3.894
	subsalin	3,58	494,05	42,62	49,30	72,94	454,15	16,74	600,41	70,81	0,190
	hyposalin	23,27	3.647,56	276,45	29,66	549,45	5.099,91	4,34	702,31	600,69	0,950
	mesosalin	33,32	6.240,12	570,11	47,70	781,14	7.959,91	34,72	25.959,07	56.595,42	3.894
	hypersalin	13,66	135.000,01	7.900,17	17,64	324,08	88.082,62	120,29	25.959,07	56.595,42	3.894
Geometrisches Mittel	süd insg.	4,04	924,92	61,30	20,69	63,77	1.088,50	8,10	809,89	581,23	0,417
	subsalin	2,49	320,90	23,38	22,09	36,64	374,86	5,74	267,36	57,94	0,151
	hyposalin	3,74	858,83	46,38	17,41	75,40	1.091,33	2,84	702,31	600,69	0,950
	mesosalin	29,45	5.281,36	415,65	33,87	694,94	7.403,34	34,72	25.959,07	56.595,42	3.894
	hypersalin	7,83	40.249,20	2.585,51	15,27	56,49	32.781,33	120,29	25.959,07	56.595,42	3.894
Arithmetisches Mittel	süd insg.	7,28	1.811,47	133,64	23,71	152,46	2.234,62	9,53	358,37	324,05	0,412
	subsalin	2,66	329,10	25,49	24,25	45,95	379,24	8,68	324,41	59,11	0,158
	hyposalin	6,92	1.183,25	78,99	18,84	156,81	1.634,03	3,10	702,31	600,69	0,950
	mesosalin	29,68	5.355,01	436,57	35,87	699,70	7.422,79	34,72	25.959,07	56.595,42	3.894
	hypersalin	9,08	73.500,00	4.373,17	15,43	166,96	50.141,36	120,29	25.959,07	56.595,42	3.894
Zentralwert (Median)	süd insg.	3,27	405,08	29,72	20,04	42,06	501,31	3,72	240,41	324,05	0,190
	subsalin	2,89	337,49	21,70	19,64	49,23	383,25	7,75	240,41	59,11	0,190
	hyposalin	1,95	651,99	40,47	17,23	37,68	687,43	3,10	702,31	600,69	0,950
	mesosalin	29,68	5.355,01	436,57	35,87	699,70	7.422,79	34,72	25.959,07	56.595,42	3.894
	hypersalin	9,08	73.500,00	4.373,17	15,43	166,96	50.141,36	120,29	25.959,07	56.595,42	3.894

Tab. 32: Statistische Kenndaten der Hauptinhaltsstoffe [mg/l] und der Gesamthärte [mmol/l] von Seewasserproben (Ionenbilanzfehler < 10 %) des südlichen Gewässergebietes. Aufgrund der unterschiedlichen Salzgehalte wurden die statistischen Kenndaten der subsalinen, hyposalinen, mesosalinen und hypersalinen Gewässer getrennt berechnet.

Aufgliederung des südlichen Seengebietes:

Leitfähigkeit, pH-Wert und Spurenstoffe (in µg/l) für die Wasserproben an der Oberfläche der Seen

Probenanzahl	Leitf.(mS/cm)	pH-Wert	Al (µg)	B	Ba	Cu	Fe	Mn	P	Pb	Sr	Zn
süd insg.	26	27	15	10	16	8	23	21	16	9	22	15
subsalin	10	10	4	3	4	4	7	7	5	2	9	9
hyposalin	7	7	5	1	6	2	7	7	5	4	7	5
mesosalin	3	3	1	1	1	0	3	1	1	0	1	0
hypersalin	6	7	5	5	5	2	6	6	5	3	5	1
süd insg.	1,67	8,4	32,0	633,0	16,0	20,0	34,0	6,0	354,0	40,0	189,0	8,0
subsalin	1,67	8,4	81,0	633,0	23,0	20,0	34,0	6,0	593,0	135,0	189,0	11,0
hyposalin	3,1	8,6	36,0	11.930,0	22,0	43,0	39,0	10,0	354,0	40,0	384,0	8,0
mesosalin	23,4	8,6	34,0	14.400,0	16,0	0,0	55,0	192,0	12.400,0	0,0	5.320,0	0,0
hypersalin	64,3	8,4	32,0	1.540,0	18,0	58,0	55,0	40,0	5.120,0	62,0	617,0	82,0
süd insg.	200	10,1	726,0	104.000,0	413,0	1.209,0	61.500,0	820,0	80.500,0	1.745,0	12.690,0	103,0
subsalin	2,75	10,1	160,0	64.400,0	28,0	62,0	193,0	37,0	1.870,0	150,0	1.449,0	103,0
hyposalin	18,5	10,1	726,0	11.930,0	413,0	455,0	157,0	208,0	8.590,0	1.745,0	12.690,0	18,0
mesosalin	29,4	9,4	34,0	14.400,0	16,0	0,0	420,0	192,0	12.400,0	0,0	5.320,0	0,0
hypersalin	200	10,1	116,0	104.000,0	265,0	1.209,0	61.500,0	820,0	80.500,0	1.655,0	3.140,0	82,0
süd insg.	9,27	9,38	84,5	13.465,2	47,7	82,6	146,5	40,4	3.535,4	175,6	953,5	21,8
subsalin	2,20	9,23	127,6	3.782,0	25,7	35,5	79,6	13,1	1.037,5	142,3	453,0	25,1
hyposalin	5,80	9,63	96,4	11.930,0	73,1	139,9	75,5	35,7	1.551,5	169,9	1.559,1	13,0
mesosalin	26,12	9,09	34,0	14.400,0	16,0	165,4	165,4	192,0	12.400,0	0,0	5.320,0	0,0
hypersalin	105,06	9,48	63,9	29.160,5	58,2	264,8	608,8	133,8	21.357,5	211,3	1.296,8	82,0
süd insg.	32,24	9,40	126,3	35.321,0	82,4	240,4	3.150,4	106,7	12.224,2	457,0	1.769,6	31,0
subsalin	2,225	9,24	132,0	22.120,0	25,8	39,5	90,4	15,4	1.111,8	142,5	552,8	35,1
hyposalin	7,01	9,64	195,2	11.930,0	125,7	249,0	81,6	66,1	3.421,6	504,8	3.020,3	13,4
mesosalin	26,23	9,10	34,0	14.400,0	16,0	223,7	192,0	12.400,0	12.400,0	0,0	5.320,0	0,0
hypersalin	114,7	9,5	71,2	52.104,0	89,0	633,5	11.764,0	246,2	32.104,0	603,0	1.499,0	82,0
süd insg.	4,27	9,4	81,0	28.250,0	37,0	54,5	81,0	36,0	3.495,0	135,0	974,0	18,0
subsalin	2,23	9,15	143,5	1.327,0	26,0	38,0	74,0	14,0	989,0	142,5	461,0	18,0
hyposalin	4,29	9,8	59,0	11.930,0	49,5	249,0	75,0	32,0	1.130,0	117,0	1.050,0	13,0
mesosalin	25,9	9,3	34,0	14.400,0	16,0	196,0	192,0	12.400,0	12.400,0	0,0	5.320,0	0,0
hypersalin	106,1	9,6	60,0	48.800,0	55,0	633,5	154,0	106,5	16.600,0	92,0	1.170,0	82,0

Tab. 33: Statistische Kenndaten der Spurenstoffe [µg/l], Leitfähigkeit [mS/cm] und des pH-Wertes von Seewasserproben des südlichen Gewässergebietes. Aufgrund der unterschiedlichen Salzgehalte wurden die statistischen Kenndaten der subsalinen, hyposalinen, mesosalinen und hypersalinen Gewässer getrennt berechnet. Die Angaben beziehen sich auf alle Wasserproben von der Oberfläche der Seen.

		Gesamthärte [mmol/l]											PO4 ²⁻
Probenanzahl		Na+	K+	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO4 ²⁻	NO3 ⁻	HCO3 ⁻	CO3 ²⁻	PO4 ²⁻		
gesamt		14	14	14	14	14	14	13	8	1	6		
nord		6	6	6	6	6	6	6	4	0	3		
süd		8	8	8	8	8	8	7	4	1	3		
Kleinster Wert		1,18	49,89	0,12	23,25	14,59	56,72	4,96	120,20	11,40	0,095		
nord		1,18	49,89	5,87	23,25	14,59	56,72	7,44	120,20		0,095		
süd		2,30	248,06	0,12	32,06	18,96	214,49	4,96	276,41	11,40	0,285		
Größter Wert		20,31	786,94	84,46	306,21	308,03	1419,89	131,45	504,61	11,40	0,950		
nord		1,80	128,05	13,69	32,06	24,31	119,48	92,22	173,90		0,190		
süd		20,31	786,94	84,46	306,21	308,03	1419,89	125,87	504,61	11,40	0,950		
Geometrisches Mittel		2,79	183,68	9,98	55,31	33,11	214,48	32,13	220,98	11,40	0,237		
nord		1,45	72,23	9,81	27,25	18,71	77,83	40,05	135,05		0,12		
süd		4,57	369,89	10,10	94,05	50,80	458,72	26,59	361,58	11,40	0,47		
Arithmetisches Mittel		4,14	258,45	18,50	80,68	51,70	347,29	49,32	254,52	11,40	0,332		
nord		1,47	76,71	10,23	27,45	18,96	81,78	53,53	136,68		0,13		
süd		6,14	394,76	24,70	120,59	76,25	546,42	45,71	372,36	11,40	0,54		
Zentralwert (Median)		2,32	263,58	12,12	41,88	27,96	243,21	42,16	225,15	11,40	0,24		
nord		1,42	64,37	10,75	26,05	18,60	66,47	45,57	126,31		0,09		
süd		3,53	340,94	13,10	86,37	37,81	408,60	22,94	354,20	11,40	0,38		

Tab. 34: Statistische Kenndaten der Hauptinhaltsstoffe [mg/l] und Gesamthärte [mmol/l] von Grundwasserproben (Ionenbilanzfehler < 10 %) beider Gewässergebiete (Nord bzw. Süd).

		Leitf. (mS/cm)	pH-Wert	Al (µg)	B	Ba	Cr	Cu	Fe	Mn	P	Sr	Zn
gesamt		24	24	9	8	21	7	8	19	17	10	23	21
nord		14	14	4	3	13	6	6	10	8	4	13	11
süd		10	10	5	5	8	1	2	9	9	6	10	10
Kleinster Wert		0,49	7,50	31,00	193,00	16,00	2,00	8,00	3,00	3,00	74,00	277,00	4,00
nord		0,49	7,80	31,00	193,00	29,00	2,00	8,00	3,00	3,00	74,00	277,00	4,00
süd		1,04	7,50	53,00	282,00	16,00	23,00	10,00	31,00	5,00	147,00	760,00	11,00
Größter Wert		13,90	8,70	731,00	7620	189,00	60,00	52,00	1.028,00	2.400,00	13.200,00	5.300,00	291,00
nord		2,30	8,70	103,00	703,00	189,00	60,00	52,00	666,00	137,00	365,00	5.280,00	291,00
süd		13,90	8,70	731,00	7.620,00	121,00	23,00	28,00	1.028,00	2.400,00	13.200,00	5.300,00	100,00
Geometrisches Mittel		1,53	8,19	79,48	927,12	64,63	22,75	21,48	52,59	20,58	508,03	1.162,45	22,41
nord		0,90	8,29	57,10	313,92	74,79	22,71	23,34	27,94	7,57	169,56	824,88	13,72
süd		3,22	8,06	103,54	1.775,54	50,98	23,00	16,73	106,18	50,05	1.055,85	1.815,73	38,45
Arithmetisches Mittel		2,35	8,20	138,78	1.937,25	76,24	32,43	24,75	159,79	237,12	2.271,80	1.583,30	44,24
nord		1,00	8,29	65,25	374,67	84,69	34,00	26,67	106,00	22,25	199,00	1.165,62	40,18
süd		4,25	8,07	197,60	2.874,80	62,50	23,00	19,00	219,56	428,11	3.653,67	2.126,30	48,70
Zentralwert (Median)		1,26	8,30	64,00	1.062,50	81,00	34,00	25,50	50,00	8,00	289,50	813,00	22,00
nord		0,82	8,30	63,50	228,00	85,00	35,00	25,50	20,50	5,50	178,50	631,00	9,00
süd		2,89	8,05	64,00	1.750,00	49,00	23,00	19,00	57,00	12,00	726,00	1.965,00	47,50

Tab. 35: Statistische Kenndaten der Spurenstoffe [µg/l], Leitfähigkeit [mS/cm] und des pH-Wertes von Grundwasserproben beider Gewässergebiete (Nord/Süd).

Quellwasserproben (Ionenbilanzfehler < 10 %)

Gesamthärte I		Na+	K+	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl-	SO ₄ ²⁻	NO ₃ -	HCO ₃ -	CO ₃ ²⁻	PO ₄ ³⁻
Probenanzahl	gesamt	21	21	21	21	21	21	17	11	1	7
	nord	15	15	15	15	15	15	9	9	0	6
Kleinster Wert	gesamt	0,60	2,74	11,62	7,54	42,19	36,50	11,78	30,51	12,00	0,095
	nord	0,60	2,74	11,62	7,54	42,19	36,50	11,78	30,51	12,00	0,095
Größter Wert	gesamt	2,71	51,61	49,30	51,30	794,86	661,86	102,93	419,80	12,00	0,380
	nord	2,71	51,61	49,30	51,30	794,86	661,86	102,93	419,80	12,00	0,380
Geometrische Mittel	gesamt	1,51	11,77	23,50	21,45	155,28	127,59	35,52	119,67	12,00	0,165
	nord	1,41	10,03	22,77	18,53	109,15	87,38	36,88	101,97	12,00	0,161
Arithmetische Mittel	gesamt	1,63	14,34	25,71	24,02	239,83	175,98	39,17	145,11	12,00	0,190
	nord	1,46	12,54	24,74	20,47	164,24	102,27	40,68	114,71	12,00	0,190
Zentralwert (Median)	gesamt	1,43	11,70	22,44	20,18	181,16	106,63	32,86	144,00	12,00	0,190
	nord	1,26	9,78	22,44	19,69	65,23	83,57	37,82	144,00	12,00	0,142
	süd	2,10	16,42	22,65	32,46	286,99	314,12	27,90	281,90	12,00	0,190

Tab. 36: Statistische Kenndaten der Hauptinhaltsstoffe [mg/l] und Gesamthärte [mmol/l] von Quellwasserproben (Ionenbilanzfehler < 10 %) beider Gewässergebiete (Nord bzw. Süd).

Quellwasserproben

Leitf. (mS/cm)		pH-Wert	Al (µg)	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	P	Pb	Sr	Zn
Probenanzahl	gesamt	36	36	19	34	10	23	17	23	18	12	18	35
	nord	27	27	12	25	8	20	12	16	10	6	14	26
Kleinster Wert	gesamt	0,46	7,60	5,00	15,00	2,00	3,00	10,00	4,00	4,00	123,00	2,00	179,00
	nord	0,46	7,90	5,00	15,00	2,00	3,00	10,00	4,00	4,00	169,00	2,00	179,00
Größter Wert	gesamt	6,50	10,20	220,00	133,00	10,00	94,00	42,00	318,00	485,00	2,090,00	189,00	1.690,00
	nord	6,50	10,20	220,00	133,00	10,00	94,00	41,00	318,00	238,00	1.900,00	170,00	1.420,00
Geometrisches Mittel	gesamt	1,29	8,83	66,66	48,78	3,90	30,00	25,44	45,49	15,91	774,66	63,64	533,80
	nord	1,08	8,85	67,42	50,79	4,22	34,98	22,78	35,44	8,58	798,73	52,93	484,51
Arithmetisches Mittel	gesamt	1,72	8,85	88,00	57,06	4,40	40,48	28,00	70,35	54,72	1.006,00	89,61	621,29
	nord	1,46	8,87	90,25	59,52	4,75	44,75	25,42	60,25	29,50	990,67	79,21	558,38
Zentralwert (Median)	gesamt	1,15	8,85	71,00	53,50	4,00	35,00	28,00	47,00	10,00	952,50	96,50	545,00
	nord	0,72	8,80	72,00	54,00	4,00	38,50	26,50	38,00	6,50	952,50	95,50	439,00
	süd	1,87	8,90	71,00	53,00	3,00	11,00	36,00	105,00	29,50	979,50	110,00	750,00

Tab. 37: Statistische Kenndaten der Spurenstoffe [µg/l], Leitfähigkeit [mS/cm] und des pH-Wertes von Quellwasserproben beider Gewässergebiete (Nord bzw. Süd).

Regenwasserproben [mg/l] (alle Proben)

		Gesamthärte [mmol/l]	Na +	K +	Ca ²⁺ +	Mg ²⁺ +	Cl-	SO ₄ ²⁻	NO ₃ -
Probenanzahl	gesamt	13	13	13	13	12	13	13	13
	nord	2	2	2	2	2	2	2	2
	süd	5	4	4	4	4	4	4	4
	außerhalb	6	6	6	6	5	6	6	6
Kleinster Wert	gesamt	0,03	0,62	0,12	0,44	0,22	0,50	0,48	0,50
	nord	0,17	3,08	0,47	5,53	0,73	2,69	9,13	1,43
	süd	0,04	2,92	0,12	0,44	0,29	0,50	0,48	0,50
	außerhalb	0,03	0,62	0,27	1,04	0,27	1,31	1,15	0,50
Größter Wert	gesamt	1,03	19,10	9,27	37,39	2,26	19,11	93,47	15,32
	nord	0,39	7,49	1,41	11,78	2,21	14,71	17,20	1,67
	süd	0,19	19,10	3,36	4,21	2,12	17,02	21,33	0,99
	außerhalb	1,03	14,69	9,27	37,39	2,26	19,11	93,47	15,32
Geometrisches Mittel	gesamt	0,14	3,90	1,12	4,13	0,83	3,43	7,12	1,21
	nord	0,25	4,81	0,81	8,07	1,27	6,30	12,53	1,55
	süd	0,08	6,48	0,56	2,23	0,47	2,67	3,32	0,54
	außerhalb	0,19	3,25	2,00	6,31	1,06	4,06	13,62	1,96
Arithmetisches Mittel	gesamt	0,23	5,61	2,05	7,45	1,13	6,28	16,53	2,63
	nord	0,28	5,29	0,94	8,66	1,47	8,70	13,16	1,55
	süd	0,09	7,49	1,48	2,22	0,90	5,85	7,37	0,67
	außerhalb	0,33	5,06	3,09	11,20	1,36	6,68	26,38	4,66
Zentralwert (Median)	gesamt	0,17	3,08	1,96	4,21	0,73	2,69	12,58	0,93
	nord	0,28	5,29	0,94	8,66	1,47	8,70	13,16	1,55
	süd	0,09	3,97	1,21	2,12	0,60	2,94	3,84	0,59
	außerhalb	0,25	2,79	2,29	7,29	1,43	3,24	15,51	1,18

Tab. 38: Statistische Kenndaten der Hauptinhaltsstoffe [mg/l] und Gesamthärte [mmol/l] von Regenwasserproben beider Gewässergebiete (Nord/Süd) sowie von Proben außerhalb des Katastergebietes (s. Tab. 42).

Regenwasserproben

		Leitf. (mS/cm)	pH-Wert	Al (µg)	Ba	Cr	Cu	Fe	Mn	Sr	Zn
Probenanzahl	gesamt	12	12	11	6	6	7	11	8	11	12
	nord	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2
	süd	4	4	4	1	2	2	4	2	3	4
	außerhalb	6	6	5	4	3	3	5	4	6	6
Kleinster Wert	gesamt	0,01	7,20	12,0	17,0	6,0	16,0	1,0	8,0	7,0	6,0
	nord	0,05	7,20	24,0	17,0	6,0	16,0	1,0	20,0	36,0	15,0
	süd	0,01	8,00	168,0	47,0	16,0	37,0	47,0	12,0	24,0	19,0
	außerhalb	0,02	7,80	12,0	38,0	13,0	29,0	13,0	8,0	7,0	6,0
Größter Wert	gesamt	0,29	8,90	444,0	104,0	28,0	280,0	450,0	47,0	150,0	114,0
	nord	0,15	8,70	419,0	17,0	6,0	29,0	450,0	47,0	100,0	24,0
	süd	0,17	8,80	247,0	47,0	19,0	56,0	145,0	14,0	66,0	42,0
	außerhalb	0,29	8,90	444,0	104,0	28,0	280,0	450,0	22,0	150,0	114,0
Geometrisches Mittel	gesamt	0,06	8,28	114,6	52,4	15,3	51,3	49,1	15,5	40,8	21,5
	nord	0,09	7,91	100,3	17,0	6,0	21,5	21,2	30,7	60,0	19,0
	süd	0,04	8,34	211,7	47,0	17,4	45,5	97,4	13,0	36,6	27,5
	außerhalb	0,05	11,98	247,4	71,4	19,1	304,6	134,5	25,3	68,7	32,2
Arithmetisches Mittel	gesamt	0,09	8,29	184,7	61,8	16,8	76,6	120,4	18,1	55,0	29,3
	nord	0,10	7,95	221,5	17,0	6,0	22,5	225,5	33,5	68,0	19,5
	süd	0,06	8,35	214,5	47,0	17,5	46,5	105,5	13,0	40,3	29,3
	außerhalb	0,10	8,41	191,7	76,8	20,0	106,8	150,2	14,4	54,9	31,3
Zentralwert (Median)	gesamt	0,07	8,40	178,0	57,0	17,5	56,0	88,0	13,5	50,0	22,0
	nord	0,10	7,95	221,5	17,0	6,0	22,5	225,5	33,5	68,0	19,5
	süd	0,03	8,30	221,5	47,0	17,5	46,5	115,0	13,0	31,0	28,0
	außerhalb	0,08	8,60	115,5	82,5	19,0	59,0	53,0	13,0	50,0	24,0

Tab. 39: Statistische Kenndaten der Spurenstoffe [µg/l], Leitfähigkeit [mS/cm] und des pH-Wertes von der Regenwasserproben beider Gewässergebiete (Nord/Süd) sowie von Proben außerhalb des Katastergebietes (s. Tab. 42).

Tab. 40: Liste der Probenahmepunkte für hydrochemische Untersuchungen im nördlichen Gewässergebiet. Die Labor-datenblätter der einzelnen Wasserproben sind in Tab. 41 geordnet nach ihrer Herkunft als Regenwasser- (R-Probe), Quellwasser- (Q-Probe), Seewasser- (S-Probe) und Grundwasserprobe (G-Probe) nach aufsteigenden Katasternummern sortiert.

SKS-Nr.	Name	R-Proben	Q-Proben	S-Proben	G-Proben	
S 01	SAI	Saihanaile	Q 0101 a		G 0101 ac	
S 03	NUN	Nunertu	Q 0301 a			
S 05	BAR	Barungelike			G 0501 ac	
S 07	DAB	Dabusitu	Q 0701 a	S 0701 da		
S 08	EKE	Ekejaran			G 0801 ac	
S 09	CHE	Cheligeri	Q 0901 b Q 0902 a	S 0901 dc S 0902 dc S 0903 dc		
S 10	ZHU	Zhunjigede	Q 1001 a	S 1001 da		
S 11	HUH	Huhejaran	Q 1101 a Q 1102 a Q 1103 a Q 1104 e	S 1101 da S 1102 dc S 1103 dc S 1104 dc		
S 13	ZHA	Zhaergetu	Q 1301 a			
S 14	AIG	Aigennuor		S 1401 da		
S 15	YIN	Yinderitu	Q 1501 c Q 1502 c	S 1501 db S 1502 dc S 1503 dc		
S 16	BUE	Buerte	Q 1601 a	S 1601 da		
S 17	BUE	Buerte	Q 1701 a			
S 19	CHA	Chagannaohaitu		S 1901 da		
S 21	BAG	Bagajaran	Q 2101 a	S 2101 da		
S 23	HUD	Hudugejaran		S 2301 da		
S 24	BAD	Badainjaran	Q 2401 a	S 2401 da	G 2401 ac G 2402 ac	
S 25	ZHA	Zhalate	R 2501 a	Q 2501 a	S 2501 db S 2502 dc S 2503 dc	
S 26	SUM	Sumubarunjaran	Q 2601 a	S 2601 db S 2602 dc S 2603 dc S 2604 dc		
S 28	YIH	Yihejigede	Q 2801 a	S 2801 dc S 2802 dc S 2803 dc		
S 34	NUO	Nuoertu	R 3401 a	Q 3401 a Q 3402 c Q 3403 c	S 3401 db S 3402 dc S 3403 dc S 3404 dc	G 3401 aa G 3402 ab G 3403 ac
S 37	TAO	Taolaitu		S 3701 da	G 3701 ac	
S 40	BAR	Barunyikeri	Q 4001 d			
Pr 86	NON	No Name	Q 8601 d			
Pr 87	NON	No Name			G 8701 ac	
Pr 88	NON	No Name	Q 8801 f Q 8802 f			
Pr 89	NON	No Name			G 8901 ac G 8902 ba	
Pr 90	NON	No Name			G 9001 ac	
Pr 91	NON	No Name			G 9101 ac	

Tab. 41: Datenblätter der Wasserproben aus dem nördlichen Gewässergebiet mit den Ergebnissen der Laboranalytik, Vor-Ort-Analytik und den Angaben zur Probenahme, Sensorik und physikalischer Parameter.

Proben - Nr.: R 2501 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	3,07	0,134	0,134	27,7
K ⁺	0,47	0,012	0,012	2,5
Ca ²⁺	5,52	0,138	0,276	57,3
Mg ²⁺	0,68	0,030	0,060	12,5
SUMME	13,50	0,314	0,482	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	2,70	0,076	0,076	*
SO ₄ ²⁻	9,10	0,095	0,190	*
NO ₃ ⁻	1,70	0,027	0,027	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	13,50	0,198	0,293	*
KATIONEN + ANIONEN		23,24 mg/l	0,512 mmol/l	0,775 meq/l
IONENBILANZFEHLER		(24,4 %)*		

SPURENELEMENTE (µg/l)				
Al = 419,0	B = n.a.	Ba = n.a.	Cd = n.b.	Co = n.b.
Cu = 29,0	Fe = 450,0	Mn = 20,0	Ni = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 36,0	Zn = 24,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 0,168 mmol/l bzw. 0,9 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: sehr weich

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Probenahme		Ort:	Zitate	SKS - Nr.:	S 25 ZHA
Uhrzeit:	18:00	Datum:	30.09.95		
Original - Nr.:	Ho 950930-1	Geogr. Koordinaten:	39°47'N 102°22'E		
Entnahmetiefe:	-	Entnahmetelle:	Folie am Lagerplatz		
Klassifizierung:	Regenwasserprobe, Sammlung des Regenwassers auf Plastikfolie				
Färbung (visuell):	farblos	Farblon:	-		
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	keiner		
Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne		
Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	-		
pH-Wert:	8,7	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-		
Leitfähigkeit:	0,063 mS/cm	Sättigung:	-		

Proben - Nr.: R 3401 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	7,5	0,326	0,326	28,8
K ⁺	1,4	0,036	0,036	3,3
Ca ²⁺	11,8	0,294	0,589	51,9
Mg ²⁺	2,2	0,091	0,181	16,0
SUMME	22,9	0,747	1,132	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	14,7	0,415	0,415	*
SO ₄ ²⁻	17,2	0,179	0,358	*
NO ₃ ⁻	1,4	0,023	0,023	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	33,3	0,617	0,796	*
KATIONEN + ANIONEN		56,2 mg/l	1,364 mmol/l	1,928 meq/l
IONENBILANZFEHLER		(17,4 %)*		

SPURENELEMENTE (µg/l)				
Al = 24,0	B = 3,0	Ba = 17,0	Cd = 4,0	Co = n.b.
Cu = 16,0	Fe = 1,0	Mn = 47,0	Ni = 4,0	Pb = 93,0
Sr = 100,0	Zn = 15,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 0,385 mmol/l bzw. 2,1 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: sehr weich

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Probenahme		Ort:	Camp 4, Nouertu	SKS - Nr.:	S 34 NUO
Uhrzeit:	09:00	Datum:	16.09.94		
Original - Nr.:	Ho 940916-1	Geogr. Koordinaten:	39°46'42"N 102°28'11"E		
Entnahmetiefe:	-	Entnahmetelle:	-		
Klassifizierung:	Regenwasserprobe, Sammlung des Regenwassers auf Plastikfolie				
Färbung (visuell):	farblos	Farblon:	-		
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	keiner		
Geruch:	ohne	Geschmack:	-		
Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	-		
pH-Wert:	7,2	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-		
Leitfähigkeit:	0,152 mS/cm	Sättigung:	-		

Proben - Nr.: Q 0101 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	117,0	5,09	5,09	63,6
K ⁺	8,5	0,22	0,22	2,7
Ca ²⁺	16,0	0,40	0,80	10,0
Mg ²⁺	23,0	0,95	1,90	23,7
SUMME	164,5	6,66	8,01	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	181,0	5,11	5,11	*
SO ₄ ²⁻	90,5	0,94	1,88	*
NO ₃ ⁻	25,5	0,41	0,41	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	297,0	6,46	7,40	*
KATIONEN + ANIONEN	461,5 mg/l	13,12 mmol/l	15,41 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	(7,6 %)*			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	B = n.b.	Ba = 96,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 53,0
Cu = n.b.	Fe = 11,0	Mn = n.b.	Ni = n.b.	P = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 609,0	Zn = n.b.				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 1,35 mmol/l bzw. 7,5 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: weich

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q 0101 a				
Ort:	Saihenall See	SKS - Nr.:	S 01 SAI	
Uhrzeit:	-	Datum:	03.10.1995	
Original - Nr.:	Jä w951003-3	Geogr. Koordinaten:	39° 58' N 102° 13' E	
Entnahmestelle:	Quellwasser	Entnahmestelle:	Quelltopf am Seeufer	
Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quellastritt am Seeufer aus Dünenstand	Farblon:	ohne	
Färbung(Visuell):	ohne	Bodensatz:	einige Partikel	
Trübung(Visuell):	ohne	Geschmack:	-	
Geruch:	ohne			
Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	700	
pH-Wert:	8,5	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-	
Leitfähigkeit:	0,96 mS/cm	Sättigung:	-	

Proben - Nr.: Q 0301 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	78,4	3,41	3,41	58,0
K ⁺	9,2	0,24	0,24	4,0
Ca ²⁺	22,2	0,55	1,10	18,8
Mg ²⁺	13,7	0,56	1,12	19,2
SUMME	123,5	4,76	5,87	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	84,0	2,37	2,37	*
SO ₄ ²⁻	74,5	0,78	1,56	*
NO ₃ ⁻	29,7	0,48	0,48	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	188,2	3,63	4,41	*
KATIONEN + ANIONEN	311,7 mg/l	8,39 mmol/l	10,28 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	(14,2 %)*			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	B = n.b.	Ba = 61,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = n.b.	Mn = n.b.	Ni = n.b.	P = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 431,0	Zn = 5,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 1,11 mmol/l bzw. 6,3 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: weich

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q 0301 a				
Ort:	Nunentü See	SKS - Nr.:	S 03 NUN	
Uhrzeit:	-	Datum:	02.10.1995	
Original - Nr.:	Jä 951002-4	Geogr. Koordinaten:	39° 56' N 102° 05' E	
Entnahmestelle:	Quellwasser	Entnahmestelle:	Quelltopf am Seeufer	
Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quellastritt am Seeufer aus Dünenstand	Farblon:	ohne	
Färbung(Visuell):	ohne	Bodensatz:	einige Partikel	
Trübung(Visuell):	ohne	Geschmack:	-	
Geruch:	ohne			
Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	525	
pH-Wert:	8,7	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-	
Leitfähigkeit:	0,72 mS/cm	Sättigung:	-	

Proben - Nr.: Q 0701 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	124,0	5,39	5,39	58,5
K ⁺	13,5	0,35	0,35	3,8
Ca ²⁺	32,5	0,81	1,62	17,6
Mg ²⁺	22,5	0,93	1,86	20,1
SUMME	192,5	7,48	9,22	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	126,0	3,55	3,55	*
SO ₄ ²⁻	163,0	1,70	3,40	*
NO ₃ ⁻	n.b.			*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	289,0	5,25	6,95	*

KATIONEN + ANIONEN 481,5 mg/l 12,73 mmol/l 16,17 meq/l
 IONENBILANZFEHLER (14,0 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 44,0 B = n.b. Ba = 33,0 Cd = n.b. Co = n.b. Cr = n.b.
 Cu = 40,0 Fe = 318,0 Mn = 238,0 Ni = n.b. P = n.b. Pb = 100,0
 Sr = 995,0 Zn = 14,0

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfrückstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 1,74 mmol/l bzw. 9,7 °dGH Beurteilung der GH: weich

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ 0,09 mg/l NH₄⁺ 0,09 mg/l SiO₂ n.a. Sulfid n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q 0701 a

Probenahme Ort:	Dabuliu	SKS - Nr.:	S 07 DAB
Uhrzeit:	17:00	Datum:	23.09.95
Original - Nr.:	Ho 950923-8	Geogr. Koordinaten:	39°54'N 102°12'E
Entnahmetiefe:	0,10 m	Entnahmetiefe:	Quelle
Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quellaustritt am Seeufer aus Düdensand		
Färbung(visuell):	farblos	Färbton:	-
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	keiner
Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter		gelöste Feststoffe (mg/l):	-
		pH-Wert:	9,1
		O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
		Leitfähigkeit:	2,2 mS/cm
		Sättigung:	-

Proben - Nr.: Q 0901 b

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	151,0	6,57	6,57	60,8
K ⁺	10,0	0,26	0,26	2,4
Ca ²⁺	35,2	0,88	1,76	16,3
Mg ²⁺	26,9	1,11	2,22	20,5
SUMME	223,1	8,82	10,81	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	214,0	6,04	6,04	*
SO ₄ ²⁻	240,0	2,50	5,00	*
NO ₃ ⁻	33,0	0,53	0,53	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	487,0	9,07	11,57	*

KATIONEN + ANIONEN 710,1 mg/l 17,89 mmol/l 22,38 meq/l
 IONENBILANZFEHLER (3,4 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 65,0 B = n.b. Ba = 41,0 Cd = n.b. Co = n.b. Cr = 74,0
 Cu = 28,0 Fe = 28,0 Mn = n.b. Ni = n.b. P = 1260,0
 Sr = 990,0 Zn = 18,0

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfrückstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 1,99 mmol/l bzw. 11,2 °dGH Beurteilung der GH: mittel hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ 20,8 mg/l NO₂⁻ 0,08 mg/l NH₄⁺ 0,11 mg/l SiO₂ n.a. Sulfid n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q 0901 b

Probenahme Ort:	Cheligeri	SKS - Nr.:	S 09 CHE
Uhrzeit:	08:30	Datum:	22.09.95
Original - Nr.:	Ho 950922-1	Geogr. Koordinaten:	39°53'N 102°15'E
Entnahmetiefe:	0,10 m	Entnahmetiefe:	Kl. Quelle am Erbau
Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quellaustritt am Seeufer aus Kalkstein		
Färbung(visuell):	farblos	Färbton:	-
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	keiner
Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter		gelöste Feststoffe (mg/l):	-
		pH-Wert:	10,2
		O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
		Leitfähigkeit:	3,83 mS/cm
		Sättigung:	-

Proben - Nr.: Q 0902 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	155,0	6,74	6,74	88,2
K ⁺	6,1	0,16	0,16	2,0
Ca ²⁺	6,2	0,15	0,30	4,0
Mg ²⁺	5,4	0,22	0,44	5,8
SUMME	172,7	7,27	7,64	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	62,0	1,75	1,75	*
SO ₄ ²⁻	88,6	0,92	1,84	*
NO ₃ ⁻	21,0	0,34	0,34	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	171,6	3,01	3,93	*
KATIONEN + ANIONEN		344,3 mg/l	10,28 mmol/l	11,57 meq/l
IONENBILANZFEHLER (32,1 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 186,0 Ba = n.b. Cd = n.b. Co = 21,0 Cr = 94,0
 B = n.b. Mn = 12,0 Ni = n.b. P = n.b. Pb = 87,0
 Cu = n.b. Fe = n.b. Zn = 22,0

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfrückstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 0,37 mmol/l bzw. 2,1 °dGH Beurteilung der GH: sehr weich

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻: 18,4 mg/l NO₂⁻: 0,14 mg/l NH₄⁺: 0,05 mg/l SiO₂: n.a. Sulfid: n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q.0902 a

Probenahme	Ort: Cheligeri, Dünenquelle	SKS - Nr.:	S 09 CHE
	Unrzeit: 13:00	Datum:	22.09.95
	Original - Nr.: Ho 950922-2	Geogr. Koordinaten:	39°53'N 102°15'E
	Entnahmetiefe: 0,10 m	Entnahmestelle:	Quelle am westl. See-Ufer
	Klassifizierung: Quellwasserprob. Quellaustritt am Seeufer aus Dünenrand		
Sensorik	Färbung (visuell): farblos	Farblon:	-
	Trübung (visuell): klar	Bodensatz:	keiner
	Geruch: ohne	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter	Temperatur: -	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert: 9,7	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit: 0,96 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: Q 1001 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	79,4	3,45	3,45	68,8
K ⁺	6,5	0,17	0,17	3,3
Ca ²⁺	11,0	0,27	0,54	10,9
Mg ²⁺	10,4	0,43	0,86	17,0
SUMME	107,3	4,32	5,02	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	49,4	1,39	1,39	*
SO ₄ ²⁻	85,4	0,89	1,78	*
NO ₃ ⁻	25,4	0,41	0,41	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	160,2	2,69	3,58	*
KATIONEN + ANIONEN		267,5 mg/l	7,01 mmol/l	8,60 meq/l
IONENBILANZFEHLER (16,7 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 220,0 Ba = 29,0 Cd = n.b. Co = n.b. Cr = 56,0
 B = n.b. Mn = n.b. Ni = n.b. P = 710,0 Pb = n.b.
 Cu = 41,0 Fe = 116,0 Zn = 21,0

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfrückstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 0,70 mmol/l bzw. 3,9 °dGH Beurteilung der GH: sehr weich

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻: 26,5 mg/l NO₂⁻: 0,14 mg/l NH₄⁺: 0,07 mg/l SiO₂: n.a. Sulfid: n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q.1001 a

Probenahme	Ort: Zhunjingde	SKS - Nr.:	S 10 ZHU
	Unrzeit: 16:00	Datum:	23.09.95
	Original - Nr.: Ho 950923-7	Geogr. Koordinaten:	39°52'N 102°17'E
	Entnahmetiefe: 0,10 m	Entnahmestelle:	Quelle am See
	Klassifizierung: Quellwasserprobe, Quellaustritt am Seeufer aus Dünenrand		
Sensorik	Färbung (visuell): farblos	Farblon:	-
	Trübung (visuell): klar	Bodensatz:	keiner
	Geruch: ohne	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter	Temperatur: -	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert: 9,0	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit: 0,629 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: Q 1102 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	48,0	2,09	2,09	62,1
K ⁺	2,9	0,07	0,07	2,2
Ca ²⁺	11,8	0,29	0,58	17,5
Mg ²⁺	7,4	0,31	0,62	18,2
SUMME	70,1	2,76	3,36	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	42,1	1,19	1,19	35,3
SO ₄ ²⁻	36,4	0,38	0,76	22,6
NO ₃ ⁻	32,0	0,52	0,52	15,4
HCO ₃ ⁻	54,9	0,90	0,90	26,7
CO ₃ ²⁻	n.b.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	165,4	2,99	3,37	100,0

KATIONEN + ANIONEN IONENBILANZFEHLER	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]
	235,5	5,75	6,73
	0,1 %		

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 56,0	Ba = n.b.	Ba = 42,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 14,0
Cu = n.b.	Fe = 81,0	Mn = n.b.	Ni = n.b.	P = 1900,0	Pb = n.b.
Sr = 236,0	Zn = 14,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 0,60 mmol/l bzw. 3,4 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: sehr weich

Photometer LASA 2 plus

NO₃⁻: 32,1 mg/l NO₂⁻: 1,34 mg/l NH₄⁺: 0,4 mg/l SiO₂: n.a. Sulfid: n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen

Proben - Nr.: Q 1102 a

Probenahme	Ort:	Huhejaran	SKS - Nr.:	S 11 HUH
	Uhrzeit:	-	Datum:	28.09.95
	Original - Nr.:	Mi 950928-2	Geogr. Koordinaten:	39°52'N 102°27'E
	Entnahmestelle:	0,10 m	Entnahmestelle:	Quelle am NE-Ufer
	Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quellaustritt am Seeufer aus Dünen sand		
Sensorik	Färbung (visuell):	farblos	Farblon:	-
	Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	keiner
	Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter	Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	10,1	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	0,38 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: Q 1101 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	80,0	3,48	3,48	58,2
K ⁺	7,8	0,20	0,20	3,3
Ca ²⁺	20,0	0,50	1,00	16,7
Mg ²⁺	15,8	0,65	1,30	21,8
SUMME	123,6	4,83	5,98	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	65,1	1,84	1,84	30,8
SO ₄ ²⁻	75,7	0,79	1,58	26,4
NO ₃ ⁻	11,5	0,19	0,19	3,1
HCO ₃ ⁻	144,1	2,36	2,36	39,6
CO ₃ ²⁻	n.b.			
PO ₄ ³⁻	0,1	0,001	0,003	0,1
SUMME	296,5	5,181	5,973	100,0

KATIONEN + ANIONEN IONENBILANZFEHLER	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]
	420,1	10,011	11,953
	0,1 %		

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = 336,0	Ba = 17,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = n.b.	Mn = 4,0	Ni = 2,0	P = n.a.	Pb = n.b.
Sr = 361,0	Zn = 9,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 0,9978 g/cm³
 Gesamthärte (GH): 1,15 mmol/l bzw. 6,4 °dGH
 Abdampfdruckstand: 0,4 g/l
 Beurteilung der GH: weich

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: Q 1101 a

Probenahme	Ort:	Huhejaran	SKS - Nr.:	S 11 HUH
	Uhrzeit:	-	Datum:	27.09.94
	Original - Nr.:	Ho 940927-1	Geogr. Koordinaten:	39°53'N 102°28' E
	Entnahmestelle:	Oberfläche	Entnahmestelle:	Quelle am See
	Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quellaustritt am Seeufer aus Dünen sand		
Sensorik	Färbung (visuell):	farblos	Farblon:	-
	Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	-
	Geruch:	ohne	Geschmack:	-
Physikalische Parameter	Temperatur:	18,4 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	486
	pH-Wert:	8,3	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	0,7 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr. : Q 1103 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	47,3	2,06	2,06	55,3
K ⁺	3,4	0,09	0,09	2,3
Ca ²⁺	18,5	0,46	0,92	24,8
Mg ²⁺	8,0	0,33	0,66	17,6
SUMME	77,2	2,94	3,73	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	40,0	1,13	1,13	*
SO ₄ ²⁻	40,7	0,42	0,84	*
NO ₃ ⁻	27,6	0,45	0,45	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	108,3	2,00	2,42	*

KATIONEN + ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]
KATIONEN + ANIONEN	185,0	4,94	6,15

IONENBILANZFEHLER (21,3 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 48,0	B = n.b.	Ba = 61,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 12,0
Cu = n.b.	Fe = 55,0	Mn = n.b.	Ni = n.b.	P = 1010,0	Pb = 134,0
Sr = 305,0	Zn = 15,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 0,79 mmol/l bzw. 4,4 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: sehr weich

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻: 31,0 mg/l NO₂⁻: 0,09 mg/l NH₄⁺: 0,14 mg/l SiO₂: n.a. Sulfid: n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q 1103 a

Probenahme	Ort:	Huhejaran	SKS - Nr.:	S 11 HUH
	Unzeit:	-	Datum:	28.09.95
	Original - Nr.:	Mi 950928-1	Geogr. Koordinaten:	39°52'N 102°27'E
	Entnahmetiefe:	0,10 m	Entnahmestelle:	Quelle NW-Ufer
	Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quellausritt am Seeufer aus Dünensand		
Sensorik	Färbung (visuell):	farblos	Färbton:	-
	Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	keiner
	Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter	Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	10,0	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	0,38 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr. : Q 1104 e

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	62,9	2,74	2,74	67,9
K ⁺	4,0	0,10	0,10	2,6
Ca ²⁺	10,7	0,27	0,54	13,3
Mg ²⁺	7,9	0,33	0,66	16,2
SUMME	85,5	3,44	4,04	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	39,2	1,11	1,11	*
SO ₄ ²⁻	41,7	0,43	0,86	*
NO ₃ ⁻	28,7	0,46	0,46	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	109,6	2,00	2,43	*

KATIONEN + ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]
KATIONEN + ANIONEN	195,1	5,44	6,47

IONENBILANZFEHLER (24,9 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 107,0	B = n.b.	Ba = 63,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 65,0
Cu = 39,0	Fe = 31,0	Mn = n.b.	Ni = n.b.	P = n.b.	Pb = 98,0
Sr = 238,0	Zn = 10,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 0,60 mmol/l bzw. 3,3 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: sehr weich

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻: 30,9 mg/l NO₂⁻: 0,07 mg/l NH₄⁺: 0,07 mg/l SiO₂: 9,24 mg/l Sulfid: n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q 1104 e

Probenahme	Ort:	Huhejaran	SKS - Nr.:	S 11 HUH
	Unzeit:	-	Datum:	28.09.95
	Original - Nr.:	Mi 950928-3	Geogr. Koordinaten:	39°52'N 102°27'E
	Entnahmetiefe:	0,10 m	Entnahmestelle:	Quelle am E-Ufer
	Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quellausritt nicht in unmittelbarer Nähe d. Seeufers, Schüttung > 0,9 l/s		
Sensorik	Färbung (visuell):	farblos	Färbton:	-
	Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	keiner
	Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter	Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	8,8	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	0,52 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: Q 1301 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	96,3	4,19	4,19	69,5
K ⁺	7,2	0,18	0,18	3,1
Ca ²⁺	12,8	0,32	0,64	10,6
Mg ²⁺	12,3	0,51	1,02	16,8
SUMME	128,6	5,20	6,03	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	70,5	1,99	1,99	*
SO ₄ ²⁻	89,5	0,93	1,86	*
NO ₃ ⁻	35,9	0,58	0,58	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	195,9	3,50	4,43	*
KATIONEN + ANIONEN		324,5 mg/l	8,70 mmol/l	10,46 meq/l
IONENBILANZFEHLER (15,3 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = 87,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 87,0
Cu = 13,0	Fe = n.b.	Mn = n.b.	Ni = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 778,0	Zn = n.b.			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 0,83 mmol/l bzw. 4,6 °dGH
 Abdampfrückstand: n.g.
 Beurteilung der GH: sehr weich

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q 1301 a

Ort:	Zhaoergelu See	SKS - Nr.:	S 13 ZHA
Uhrzeit:	-	Datum:	02.10.1995
Original - Nr.:	Jä w951002-3	Geogr. Koordinaten:	39° 50' N 102° 04' E
Entnahmestelle:	Quellwasser	Entnahmestelle:	Quelltopf am Seeufer
Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quellaufritt am Seeufer aus Dünnensand	Farblon:	ohne
Färbung (visuell):	ohne	Bodensatz:	ohne
Trübung (visuell):	ohne	Geschmack:	-
Geruch:	ohne		
Temperatur:	-	gelbste Feststoffe (mg/l):	520
pH-Wert:	8,9	OZ-Gehalt (mg/l):	-
Leitfähigkeit:	0,71 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: Q 1501 c

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	64,0	2,78	2,78	59,3
K ⁺	7,2	0,18	0,18	3,9
Ca ²⁺	18,0	0,45	0,90	19,2
Mg ²⁺	10,0	0,41	0,82	17,6
SUMME	99,2	3,82	4,68	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	53,3	1,50	1,50	32,3
SO ₄ ²⁻	44,5	0,46	0,92	19,9
NO ₃ ⁻	40,3	0,65	0,65	14,0
HCO ₃ ⁻	96,1	1,57	1,57	33,8
CO ₃ ²⁻	n.b.			
PO ₄ ³⁻	n.b.			
SUMME	234,2	4,18	4,64	100,0
KATIONEN + ANIONEN		333,4 mg/l	8,00 mmol/l	9,32 meq/l
IONENBILANZFEHLER 0,4 %				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 5,0	Ba = 169,0	Cd = 4,0	Co = n.b.	Cr = 31,0
Cu = 11,0	Fe = n.b.	Mn = 6,0	Ni = n.b.	Pb = n.a.
Sr = 334,0	Zn = 5,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 0,9978 g/cm³
 Gesamthärte (GH): 0,86 mmol/l bzw. 4,8 °dGH
 Abdampfrückstand: 0,3 g/l
 Beurteilung der GH: sehr weich

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: Q 1501 c

Ort:	Camp 6, Yindertu	SKS - Nr.:	S 15 YIN
Uhrzeit:	17:30	Datum:	24.09.94
Original - Nr.:	Ho 940924-1	Geogr. Koordinaten:	39° 51' N 102° 27' E
Entnahmestelle:	-	Entnahmestelle:	Inselquelle
Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quelle auf natürlicher Kalksteininsel in Salzeen	Farblon:	-
Färbung (visuell):	farblos	Bodensatz:	-
Trübung (visuell):	klar	Geschmack:	schwach süßlich
Geruch:	ohne		
Temperatur:	19,3 °C	gelbste Feststoffe (mg/l):	318
pH-Wert:	8,4	OZ-Gehalt (mg/l):	7,4
Leitfähigkeit:	0,46 mS/cm	Sättigung:	90 %

Proben - Nr.: Q 1502 c

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	66,1	2,88	2,88	64,6
K ⁺	5,4	0,14	0,14	3,1
Ca ²⁺	15,0	0,37	0,74	16,8
Mg ²⁺	8,4	0,34	0,68	15,0
SUMME	94,9	3,73	4,44	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	55,3	1,56	1,56	*
SO ₄ ²⁻	49,5	0,52	1,04	*
NO ₃ ⁻	29,6	0,48	0,48	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	134,4	2,56	3,08	*
KATIONEN + ANIONEN 229,3 mg/l 6,29 mmol/l 7,52 meq/l				
IONENBILANZFEHLER (18,1 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 59,0 B = n.b. Ba = 76,0 Cd = n.b. Co = n.b. Cr = 42,0
 Cu = 31,0 Fe = 49,0 Mn = n.b. Ni = n.b. P = n.b. Pb = n.b.
 Sr = 288,0 Zn = 18,0

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 0,71 mmol/l bzw. 4,0 °dGH Beurteilung der GH: sehr weich

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃: 30,6 mg/l NO₂: 0,06 mg/l NH₄⁺: 0,11 mg/l SiO₂: 7,5 mg/l Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q 1502 c			
Probenahme	Ort:	SKS - Nr.:	S 15 YIN
	Ynderitu	Datum:	30.09.95
	Uhrzeit: 16:00	Geogr. Koordinaten:	39°51'N 102°26'E
	Original - Nr.: Ho 950930-2	Entnahmestelle:	Inselquelle
	Entnahmetiefe: Oberfläche	Klassifizierung:	Quelle auf natürlich entstandener Kalksteinrinne in Salzseen
Sensorik	Färbung(visuell): farblos	Farblösung:	-
	Trübung(visuell): klar	Bodensatz:	keiner
	Geruch:	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter	Temperatur: -	gelöste Feststoffe (mg/l):	416
	pH-Wert: 8,8	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit: 0,55 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: Q 1601 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	468,0	20,36	20,36	84,2
K ⁺	51,5	1,32	1,32	5,4
Ca ²⁺	12,5	0,31	0,62	2,6
Mg ²⁺	23,0	0,95	1,90	7,8
SUMME	555,0	22,94	24,20	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	576,0	16,25	16,25	*
SO ₄ ²⁻	196,0	2,04	4,08	*
NO ₃ ⁻	103,0	1,66	1,66	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	875,0	19,95	21,99	*
KATIONEN + ANIONEN 1430,0 mg/l 42,89 mmol/l 46,19 meq/l				
IONENBILANZFEHLER (4,8 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b. B = n.b. Ba = 23,0 Cd = n.b. Co = n.b. Cr = 35,0
 Cu = n.b. Fe = 43,0 Mn = n.b. Ni = n.b. P = 169,0 Pb = 114,0
 Sr = 407,0 Zn = n.b.

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 1,26 mmol/l bzw. 7,1 °dGH Beurteilung der GH: weich

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃: 26,2 mg/l NO₂: 0,15 mg/l NH₄⁺: 0,16 mg/l SiO₂: n.a. Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q 1601 a			
Probenahme	Ort:	SKS - Nr.:	S 16 BUE
	15:00	Datum:	23.09.95
	Uhrzeit: 15:00	Geogr. Koordinaten:	39°50'N 102°16'E
	Original - Nr.: Ho 950923-5	Entnahmestelle:	Quelle am See
	Entnahmetiefe: 0,10 m	Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quellausritt am Seeufer aus Dünen sand
Sensorik	Färbung(visuell): farblos	Farblösung:	-
	Trübung(visuell): klar	Bodensatz:	leichter Bodensatz
	Geruch:	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter	Temperatur: -	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert: 10,1	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit: 6,5 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: Q 1701 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	86,6	3,77	3,77	72,4
K ⁺	7,0	0,18	0,18	3,5
Ca ²⁺	10,3	0,26	0,52	9,9
Mg ²⁺	9,0	0,37	0,74	14,2
SUMME	112,9	4,58	5,21	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	56,4	1,59	1,59	*
SO ₄ ²⁻	77,6	0,81	1,62	*
NO ₃ ⁻	24,0	0,39	0,39	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	158,0	2,79	3,60	*
KATIONEN + ANIONEN	270,9 mg/l	7,37 mmol/l	8,81 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	(16,3 %)*			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = 93,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 86,0
Cu = n.b.	Fe = 7,0	Ni = n.b.	P = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 447,0	Zn = n.b.			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 0,63 mmol/l bzw. 3,5 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: sehr weich

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse; wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen)
 können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q 1701 a

Ort:	Buerle See	SKS - Nr.:	S 17 BUE
Uhrzeit:	-	Datum:	02.10.1995
Original - Nr.:	J8 w951002-2	Geogr. Koordinaten:	39° 49' N 102° 03' E
Entnahmetiefe:	Quellwasser	Entnahместelle:	Quelltopf am Seeufer
Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quellauftritt am Seeufer aus Dünen sand		
Färbung(visuell):	ohne	Farblösung:	ohne
Trübung(visuell):	ohne	Bodensatz:	einige Schwebstoffe
Geruch:	ohne	Geschmack:	-
Temperatur:	8,9	gelöste Feststoffe (mg/l):	450
pH-Wert:	-	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
Leitfähigkeit:	0,62 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: Q 2101 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	72,0	3,13	3,13	50,2
K ⁺	9,9	0,25	0,25	4,1
Ca ²⁺	24,1	0,60	1,20	19,2
Mg ²⁺	20,1	0,83	1,66	26,5
SUMME	126,1	4,81	6,24	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	57,6	1,63	1,63	24,2
SO ₄ ²⁻	107,0	1,11	2,22	33,2
NO ₃ ⁻	30,8	0,50	0,50	7,4
HCO ₃ ⁻	144,1	2,36	2,36	35,2
CO ₃ ²⁻	n.b.			
PO ₄ ³⁻	0,1	0,001	0,003	0,0
SUMME	339,6	5,601	6,713	100,0
KATIONEN + ANIONEN	465,7 mg/l	10,411 mmol/l	12,953 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	3,7 %			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = 238,0	Cd = 46,0	Co = n.b.	Cr = 14,0
Cu = n.b.	Fe = n.b.	Mn = 4,0	Ni = 8,0	P = n.a.
Sr = 628,0	Zn = 6,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 0,9981 g/cm³
 Gesamthärte (GH): 1,43 mmol/l bzw. 8,0 °dGH
 Abdampfdruckstand: 0,3 g/l
 Beurteilung der GH: weich

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: Q 2101 a

Ort:	Bagalaran	SKS - Nr.:	S 21 BAG
Uhrzeit:	-	Datum:	25.09.94
Original - Nr.:	Ho 940925-1	Geogr. Koordinaten:	39° 50' N 102° 25' E
Entnahmetiefe:	Oberfläche	Entnahместelle:	Quelle
Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quellauftritt am Seeufer aus Dünen sand		
Färbung(visuell):	farblos	Farblösung:	-
Trübung(visuell):	Klar	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	-
Temperatur:	18,5 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	423
pH-Wert:	7,9	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
Leitfähigkeit:	0,61 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: Q 2401 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	80,0	3,48	3,48	59,2
K ⁺	9,6	0,25	0,25	4,2
Ca ²⁺	18,0	0,45	0,90	15,3
Mg ²⁺	15,2	0,63	1,26	21,3
SUMME	122,8	4,81	5,89	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	64,0	1,81	1,81	30,8
SO ₄ ²⁻	51,0	0,53	1,06	18,1
NO ₃ ⁻	27,5	0,44	0,44	7,5
HCO ₃ ⁻	156,1	2,56	2,56	43,5
CO ₃ ²⁻	n.b.			
PO ₄ ³⁻	0,2	0,002	0,006	0,1
SUMME	298,8	5,342	5,876	100,0

KATIONEN + ANIONEN 421,6 mg/l 11,766 meq/l
 IONENBILANZFEHLER 0,1 %

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.a.	B = n.a.	Ba = n.a.	Cd = n.a.	Co = n.a.	Cr = n.a.
Cu = n.a.	Fe = n.a.	Mn = n.a.	Ni = n.a.	P = n.a.	Pb = n.a.
Sr = n.a.	Zn = n.a.				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 0,9980 g/cm³ Abdampfdruckstand: 0,3 g/l
 Gesamthärte (GH): 1,08 mmol/l bzw. 6,1 °dGH Beurteilung der GH: weich

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: Q 2401 a

Ort: Badanjaran, Tempelsee	SKS - Nr.:	S 24 BAD
Uhrzeit: ca 15:00	Datum:	26.09.94
Original - Nr.: Ho 940926-6	Geogr. Koordinaten:	39°48'N 102°25'E
Entnahmestelle: Oberfläche	Entnahmestelle:	Quellwasser
Klassifizierung: Quellwasserprobe, Quellstamm am Seeufer aus Dünenrand		
Färbung(visuell): farblos	Färbung:	-
Trübung(visuell): klar	Bodensatz:	-
Geruch: ohne	Geschmack:	ohne
Temperatur: 18,3 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	346
pH-Wert: 8,3	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
Leitfähigkeit: 0,5 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: Q 2501 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	54,0	2,35	2,35	36,3
K ⁺	13,1	0,34	0,34	5,2
Ca ²⁺	37,1	0,93	1,86	28,5
Mg ²⁺	23,7	0,98	1,96	30,0
SUMME	127,9	4,60	6,51	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	60,8	1,72	1,72	27,6
SO ₄ ²⁻	59,3	0,62	1,24	19,8
NO ₃ ⁻	31,2	0,50	0,50	8,1
HCO ₃ ⁻	168,1	2,76	2,76	44,3
CO ₃ ²⁻	n.b.			
PO ₄ ³⁻	0,4	0,004	0,012	0,2
SUMME	319,8	5,604	6,232	100,0

KATIONEN + ANIONEN 447,7 mg/l 12,742 meq/l
 IONENBILANZFEHLER 2,2 %

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	B = 258,0	Ba = 15,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 3,0
Cu = n.b.	Fe = 100,0	Mn = 4,0	Ni = 15,0	P = n.a.	Pb = 10,0
Sr = 849,0	Zn = 10,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 0,9975 g/cm³ Abdampfdruckstand: 0,6 g/l
 Gesamthärte (GH): 1,91 mmol/l bzw. 10,7 °dGH Beurteilung der GH: weich

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: Q 2501 a

Ort: Zhalate	SKS - Nr.:	S 25 ZHA
Uhrzeit: 17:30	Datum:	29.09.94
Original - Nr.: Ho 940929-6	Geogr. Koordinaten:	39°47'N 102°23'E
Entnahmestelle: Oberfläche	Entnahmestelle:	Quelle am Anlegeplatz
Klassifizierung: Quellwasserprobe, Quellstamm am Seeufer aus Dünenrand		
Färbung(visuell): farblos	Färbung:	-
Trübung(visuell): klar	Bodensatz:	-
Geruch: ohne	Geschmack:	-
Temperatur: 18,2 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	416
pH-Wert: 8,5	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
Leitfähigkeit: 0,6 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: Q 2801 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE					
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	267,0	11,61	11,61	11,61	89,9
K ⁺	8,5	0,22	0,22	0,22	1,7
Ca ²⁺	9,8	0,25	0,50	0,50	3,8
Mg ²⁺	7,3	0,30	0,60	0,60	4,6
SUMME	292,6	12,38	12,93	12,93	100,0
ANIONEN					
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	208,0	5,87	5,87	5,87	*
SO ₄ ²⁻	189,0	1,97	3,94	3,94	*
NO ₃ ⁻	15,6	0,25	0,25	0,25	*
HCO ₃ ⁻	n.a.				
CO ₃ ²⁻	n.a.				
PO ₄ ³⁻	n.a.				
SUMME	412,6	8,09	10,06	10,06	*
KATIONEN + ANIONEN 705,2 mg/l 20,47 mmol/l 22,99 meq/l					
IONENBILANZFEHLER (12,5 %)*					

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 121,0	Ba = n.b.	Ba = 23,0	Cd = n.b.	Co = 12,0	Cr = 54,0
Cu = 26,0	Fe = 40,0	Mn = n.b.	Ni = n.b.	P = 895,0	Pb = n.b.
Sr = 312,0	Zn = 21,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 0,55 mmol/l bzw. 3,0 °dGH
 Beurteilung der GH: sehr weich
 Abdampfdruckstand: n.g.

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻: 10,3 mg/l NO₂⁻: n.b. NH₄⁺: 0,09 mg/l SiO₂: 10,6 mg/l Sulfid: n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q 2801 a		SKS - Nr.:	
Probenahme	Ort: Yiheigede	SKS - Nr.:	S 28 YIH
Uhrzeit: 18:00	Datum: 19.09.95		
Original - Nr.: MI 950919-1	Geogr. Koordinaten: 39°46'N 102°09'E		
Ernahmetiefe: -	Ernahmetiefe: SE-Ufer, Quelle		
Klassifizierung: Quellwasserprobe, Quellausritt am Seeufer aus Dünsand			
Farbung(Visuell): farblos	Farblon: -		
Trübung(Visuell): klar	Bodensatz: -		
Geruch: ohne	Geschmack: ohne		
Physikalische Parameter	Temperatur: -	gelöste Feststoffe (mg/l): -	
	pH-Wert: 9,1	O ₂ -Gehalt (mg/l): -	
	Leitfähigkeit: 2,13 mS/cm	Sättigung: -	

Proben - Nr.: Q 2601 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE					
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	90,0	3,92	3,92	3,92	66,8
K ⁺	11,2	0,29	0,58	0,58	4,9
Ca ²⁺	15,3	0,38	0,76	0,76	13,0
Mg ²⁺	10,9	0,45	0,90	0,90	15,3
SUMME	127,4	5,04	5,87	5,87	100,0
ANIONEN					
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	62,9	1,78	1,78	1,78	29,4
SO ₄ ²⁻	57,6	0,60	1,20	1,20	19,9
NO ₃ ⁻	42,4	0,68	0,68	0,68	11,4
HCO ₃ ⁻	144,1	2,36	2,36	2,36	39,2
CO ₃ ²⁻	n.b.				
PO ₄ ³⁻	0,1	0,001	0,003	0,003	0,1
SUMME	307,1	5,421	6,023	6,023	100,0
KATIONEN + ANIONEN 434,5 mg/l 11,893 meq/l					
IONENBILANZFEHLER 1,3 %					

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	B = 320,0	Ba = 53,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 34,0
Cu = 10,0	Fe = n.b.	Mn = 7,0	Ni = n.b.	P = n.a.	Pb = 96,0
Sr = 429,0	Zn = 4,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 0,9977 g/cm³
 Gesamthärte (GH): 0,83 mmol/l bzw. 4,7 °dGH
 Beurteilung der GH: sehr weich
 Abdampfdruckstand: 0,4 g/l

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: Q 2601 a		SKS - Nr.:	
Probenahme	Ort: Camp 5, Sumbanunjaran	SKS - Nr.:	S 26 SUM
Uhrzeit: 12:30	Datum: 22.09.94		
Original - Nr.: Ho 940922-8	Geogr. Koordinaten: 39°47'N 102°25'E		
Ernahmetiefe: Oberfläche	Ernahmetiefe: Quelle an der Tränke		
Klassifizierung: Quellwasserprobe, Quellausritt am Seeufer aus Dünsand			
Farbung(Visuell): farblos	Farblon: -		
Trübung(Visuell): klar	Bodensatz: -		
Geruch: ohne	Geschmack: -		
Physikalische Parameter	Temperatur: 17,1 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	5,4
	pH-Wert: 8,8	O ₂ -Gehalt (mg/l):	64 %
	Leitfähigkeit: 1,5 mS/cm	Sättigung:	

Proben - Nr.: Q 3401 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	43,3	1,88	1,88	42,1
K ⁺	4,5	0,12	0,12	2,7
Ca ²⁺	24,5	0,61	1,22	27,4
Mg ²⁺	15,0	0,62	1,24	27,8
SUMME	87,3	3,23	4,46	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	62,5	1,76	1,76	40,0
SO ₄ ²⁻	65,2	0,68	1,36	30,9
NO ₃ ⁻	48,6	0,78	0,78	17,7
HCO ₃ ⁻	30,5	0,50	0,50	11,4
CO ₃ ²⁻	n.b.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	206,8	3,72	4,40	100,0
KATIONEN + ANIONEN				
	294,1 mg/l	6,99 mmol/l	8,86 meq/l	
IONENBILANZFEHLER 0,0 %				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 93,0	Ba = 83,0	Cd = 3,0	Co = n.b.	Cr = 28,0
Cu = 27,0	Fe = 4,0	Mn = 8,0	Ni = 3,0	Pb = 95,0
Sr = 622,0	Zn = 9,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 0,9979 g/cm³ Abdampfdruckstand: 0,6 g/l
 Gesamthärte (GH): 1,23 mmol/l bzw. 6,9 °dGH Beurteilung der GH: weich

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: Q3401 a

Ort:	Camp 4, Nouertu	SKS - Nr.:	S 34 NUO
Uhrzeit:	ca. 16:00	Datum:	18.09.94
Original - Nr.:	Ho 940916-8	Geogr. Koordinaten:	39°46'42"N 102°28'11"E
Entnahmeliste:	Oberfläche	Entnahmestelle:	Quelle am Anlageplatz
Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quellaustritt am Seeufer aus Döhensand		
Färbung (visuell):	farlos	Farblon:	-
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	-
Physikalische Parameter		gelöste Feststoffe (mg/l):	409
		pH-Wert:	8,2
		O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
		Leitfähigkeit:	0,59 mS/cm
		Sättigung:	-

Proben - Nr.: Q 3402 c

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	80,0	3,48	3,48	49,6
K ⁺	8,0	0,21	0,21	2,9
Ca ²⁺	34,1	0,85	1,70	24,3
Mg ²⁺	19,8	0,81	1,62	23,2
SUMME	141,9	5,35	7,01	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	84,3	2,38	2,38	35,3
SO ₄ ²⁻	85,6	0,89	1,78	26,4
NO ₃ ⁻	64,0	1,03	1,03	15,3
HCO ₃ ⁻	94,5	1,55	1,55	22,9
CO ₃ ²⁻	n.b.			
PO ₄ ³⁻	0,30	0,003	0,009	0,1
SUMME	328,7	5,853	6,749	100,0
KATIONEN + ANIONEN				
	470,6 mg/l	11,203 mmol/l	13,759 meq/l	
IONENBILANZFEHLER 1,9 %				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 79,0	Ba = 54,0	Cd = 5,0	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = 14,0	Fe = n.b.	Mn = 7,0	Ni = 11,0	P = n.a.
Sr = 620,0	Zn = 8,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 0,9981 g/cm³ Abdampfdruckstand: 0,5 g/l
 Gesamthärte (GH): 1,66 mmol/l bzw. 9,3 °dGH Beurteilung der GH: weich

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: Q 3402 c

Ort:	Camp 4, Nouertu	SKS - Nr.:	S 34 NUO
Uhrzeit:	-	Datum:	17.09.94
Original - Nr.:	Ho 940917-1	Geogr. Koordinaten:	39°46'N 102°28'E
Entnahmeliste:	Oberfläche	Entnahmestelle:	Inselquelle im See
Klassifizierung:	Quelle auf natürlich entstandener Kalksteininsel in Salzeen		
Färbung (visuell):	farlos	Farblon:	-
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter		gelöste Feststoffe (mg/l):	472
		pH-Wert:	8,1
		O ₂ -Gehalt (mg/l):	6,7
		Leitfähigkeit:	0,68 mS/cm
		Sättigung:	80 %

Proben - Nr.: Q 3403 c

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[meq/l]
Na ⁺	69,6	3,03	3,03	52,6
K ⁺	10,8	0,28	0,28	4,8
Ca ²⁺	22,3	0,56	1,12	19,3
Mg ²⁺	16,3	0,67	1,34	23,3
SUMME	119,0	4,54	5,77	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[meq/l]
Cl ⁻	82,9	2,34	2,34	*
SO ₄ ²⁻	83,9	0,87	1,74	*
NO ₃ ⁻	43,1	0,70	0,70	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	209,9	3,91	4,78	*

KATIONEN + ANIONEN	[mmol/l]	[meq/l]
	8,45	10,55

IONENBILANZFEHLER (9,4 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = n.b.	Ba = 47,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 35,0
Cu = 25,0	Fe = 29,0	Mn = n.b.	Ni = n.b.	P = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 484,0	Zn = 17,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 1,23 mmol/l bzw. 6,9 °dGH
 Beurteilung der GH: weich

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ 46,1 mg/l NO₂⁻ 0,078 mg/l NH₄⁺ 0,11 mg/l SiO₂ n.a. Sulfid n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen)
 können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q 3403 c

Probenahme	Ort: Nouertu	SKS - Nr.: S 34 NUO
Uhrzeit:	-	Datum: 07.10.95
Original - Nr.:	Ho 951007-1	Geogr. Koordinaten: 39°46'N 102°28'E
Entnahmetiefe:	5 cm	Entnahmetiefe: Inselquelle
Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quelle auf natürlicher entstandener Kalksteininsel in Salzeen	
Färbung(visuell):	farblos	Farblon: -
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz: keiner
Geruch:	ohne	Geschmack: ohne
Physikalische Parameter	Temperatur: -	gelöste Feststoffe (mg/l): 481
	pH-Wert: 8,9	O ₂ -Gehalt (mg/l): -
	Leitfähigkeit: 0,660 mS/cm	Leitfähigkeit: -

Proben - Nr.: Q 4001 d

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[meq/l]
Na ⁺	146,6	6,38	6,38	64,9
K ⁺	12,8	0,33	0,33	3,3
Ca ²⁺	14,9	0,37	0,74	7,5
Mg ²⁺	29,1	1,20	2,40	24,3
SUMME	203,4	8,28	9,85	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[meq/l]
Cl ⁻	188,0	5,30	5,30	*
SO ₄ ²⁻	106,0	1,10	2,20	*
NO ₃ ⁻	1,4	0,02	0,02	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	295,4	6,42	7,52	*

KATIONEN + ANIONEN	[mmol/l]	[meq/l]
	14,7	15,8

IONENBILANZFEHLER (14,7 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = 782,0	Ba = 26,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 36,0	Mn = 5,0	Ni = n.b.	P = n.a.	Pb = 2,0
Sr = 637,0	Zn = 7,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 0,9975 g/cm³
 Gesamthärte (GH): 1,57 mmol/l bzw. 8,8 °dGH
 Beurteilung der GH: weich

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen)
 können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q 4001 d

Probenahme	Ort: Baruniken	SKS - Nr.: S 40 BAR
Uhrzeit:	ca. 16:00	Datum: 30.09.94
Original - Nr.:	Ho 940930-1	Geogr. Koordinaten: 39°43'N 102°18'E
Entnahmetiefe:	Oberfläche	Entnahmetiefe: Süßwassertümpel am See
Klassifizierung:	Quellwasserprobe	
Färbung(visuell):	farblos	Farblon: -
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz: -
Geruch:	ohne	Geschmack: -
Physikalische Parameter	Temperatur: -	gelöste Feststoffe (mg/l): 905
	pH-Wert: 8,90	O ₂ -Gehalt (mg/l): -
	Leitfähigkeit: 1,3 mS/cm	Leitfähigkeit: -

Proben - Nr.: Q 8601 d

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	160,0	6,96	6,96	82,8
K ⁺	8,7	0,22	0,22	2,7
Ca ²⁺	8,4	0,21	0,42	5,0
Mg ²⁺	9,7	0,40	0,80	9,5
SUMME	186,8	7,79	8,40	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	82,4	2,32	2,32	*
SO ₄ ²⁻	144,0	1,50	3,00	*
NO ₃ ⁻	n.b.			*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	226,4	3,82	5,32	*
KATIONEN + ANIONEN	413,2 mg/l	11,61 mmol/l	13,72 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	(22,4 %)*			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = n.b.	Cd = 2,0	Co = n.b.	Cr = 24,0
Cu = n.b.	Fe = 16,0	Mn = n.b.	Ni = n.b.	Pb = 48,0
Sr = 291,0	Zn = 3,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 0,61 mmol/l bzw. 3,4 °dGH
 Beurteilung der GH: sehr weich
 Abdampfdruckstand: n.g.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q 8601 d

Ort:	SKS - Nr.:	X 86 NON
Uhrzeit:	Datum:	01.10.1995
Original - Nr.:	Geogr. Koordinaten:	39° 51' N 102° 01' E
Entnahmeliefer:	Entnahmestelle:	Quelle
Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quellaustritt nicht in unmittelbarer Nähe des Ufers, Schüttung -0,9 l/s	
Färbung(visuell):	Farblon:	ohne
Trübung(visuell):	Bodensatz:	einige Schwebstoffe
Geruch:	Geschmack:	-
Temperatur:	gelöste Feststoffe (mg/l):	725
pH-Wert:	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
Leitfähigkeit:	0,99 mS/cm	Sättigung: -

Proben - Nr.: Q 8801 f

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	205,0	8,92	8,92	61,6
K ⁺	14,3	0,37	0,37	2,5
Ca ²⁺	40,1	1,00	2,00	13,8
Mg ²⁺	38,8	1,60	3,20	22,1
SUMME	298,2	11,89	14,49	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	400,0	11,28	11,28	*
SO ₄ ²⁻	167,0	1,74	1,74	*
NO ₃ ⁻	38,0	0,61	0,61	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	605,0	13,63	15,37	*
KATIONEN + ANIONEN	903,2 mg/l	25,52 mmol/l	29,86 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	(2,9 %)*			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = 124,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 54,0
Cu = n.b.	Fe = n.b.	Mn = n.b.	Ni = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 1240,0	Zn = n.b.			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 2,60 mmol/l bzw. 14,6 °dGH
 Beurteilung der GH: mittel hart
 Abdampfdruckstand: n.g.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q 8801 f

Ort:	SKS - Nr.:	X 88 NON
Uhrzeit:	Datum:	29.09.1995
Original - Nr.:	Geogr. Koordinaten:	39° 57' N 101° 50' E
Entnahmeliefer:	Entnahmestelle:	Quelltopf
Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quelle in einer Dünenhaltung	
Färbung(visuell):	Farblon:	ohne
Trübung(visuell):	Bodensatz:	einige Schwebstoffe
Geruch:	Geschmack:	-
Temperatur:	gelöste Feststoffe (mg/l):	1265
pH-Wert:	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
Leitfähigkeit:	1,74 mS/cm	Sättigung: -

Proben - Nr.: S 0701 da

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[meq %]
Na ⁺	51000,0	2218,38	2218,38	94,3
K ⁺	4810,0	123,01	123,01	5,2
Ca ²⁺	85,1	2,12	4,24	0,2
Mg ²⁺	72,3	2,98	5,96	0,3
SUMME	55967,4	2346,49	2351,59	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[meq %]
Cl ⁻	67800,0	1912,39	1912,39	*
SO ₄ ²⁻	28200,0	293,57	587,14	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	96000,0	2205,96	2499,53	*

KATIONEN + ANIONEN 151967,4 mg/l 4552,45 mmol/l 4851,12 meq/l
 IONENBILANZFEHLER (3,0 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = 11,0	Cd = n.b.	Co = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 81,0	Mn = 36,0	Ni = n.b.
Sr = 35,0	Zn = n.b.		

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,1246 g/cm³ Abdampfdruckstand: 186,4 g/l
 Gesamthärte (GH): 5,10 mmol/l bzw. 28,6 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ n.b. NH₄⁺ 0,4 mg/l SiO₂ n.a. Sulfid n.a.

Anmerkungen

- n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)
- * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 0701 da

Probenahme	Ort: Dabussitu	SKS - Nr.:	S 07 DAB
	Unzeit: 17,00	Datum:	23.09.95
	Original - Nr.:	Geogr. Koordinaten:	39°54'N 102°12'E
	Entnahmetiefe: 0,10 m	Entnahmetiefe:	See-Ufer
	Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer	
Sensorik	Färbung (visuell): farblos	Farblon:	-
	Trübung (visuell): klar	Bodensatz:	leichter Bodensatz
	Geruch:	Geschmack:	stark salzig
Physikalische Parameter	Temperatur:	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	Sättigung:	-

Proben - Nr.: Q 8802 f

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[meq %]
Na ⁺	233,0	10,14	10,14	63,4
K ⁺	17,5	0,45	0,45	2,8
Ca ²⁺	42,1	1,05	2,10	13,1
Mg ²⁺	40,3	1,66	3,32	20,7
SUMME	332,9	13,30	16,01	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[meq %]
Cl ⁻	456,0	12,86	12,86	*
SO ₄ ²⁻	175,0	1,82	3,64	*
NO ₃ ⁻	39,6	0,64	0,64	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	670,6	15,32	17,14	*

KATIONEN + ANIONEN 1003,5 mg/l 28,62 mmol/l 33,15 meq/l
 IONENBILANZFEHLER (3,4 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = 133,0	Cd = 10,0	Co = n.b.	Cr = 64,0
Cu = n.b.	Fe = n.b.	Mn = n.b.	Ni = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 1420,0	Zn = 4,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 2,71 mmol/l bzw. 15,2 °dGH Beurteilung der GH: mittel hart

Anmerkungen

- n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
- * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q 8802 f

Probenahme	Ort: 4m neben Quelltopf (Pos. 20)	SKS - Nr.:	X 88 NON
	Unzeit: -	Datum:	29.09.1995
	Original - Nr.:	Geogr. Koordinaten:	39° 57' N 101° 50' E
	Entnahmetiefe: Quellwasser	Entnahmetiefe:	-
	Klassifizierung: Quellwasserprobe, Quelle in einer Dünenebung	Farblon:	ohne
Sensorik	Färbung (visuell): ohne	Bodensatz:	einige Partikel
	Trübung (visuell): ohne	Geschmack:	-
	Geruch:		
Physikalische Parameter	Temperatur:	gelöste Feststoffe (mg/l):	1410
	pH-Wert:	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	Sättigung:	-

Proben - Nr.: S 0901 dc

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	57200,0	2488,06	2488,06	95,1
K ⁺	4480,0	114,57	114,57	4,4
Ca ²⁺	48,5	1,21	2,42	0,1
Mg ²⁺	124,0	5,10	10,20	0,4
SUMME				100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	71900,0	2028,04	2028,04	*
SO ₄ ²⁻	16800,0	174,90	249,80	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	88700,0	2202,94	2377,84	*
KATIONEN + ANIONEN 150552,5 mg/l 4811,88 mmol/l 4993,09 meq/l				
IONENBILANZFEHLER (4,8 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = 114000,0	Ba = 167,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 14,0
Cu = 41,0	Fe = 78,0	Mn = 103,0	Ni = n.b.	P = 24800,0	Pb = 115,0
Sr = 791,0	Zn = 44,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 1,1322 g/cm³ Abdampfdruckstand: 195,0 g/l
 Gesamthärte (GH): 6,31 mmol/l bzw. 35,4 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ 5,56 mg/l NO₂⁻ 0,12 mg/l NH₄⁺ 0,58 mg/l SiO₂ n.a. Sulfid 0,06 mg/l

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (In der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben-Nr.: S 0901 dc

Probenahme	Ort:	Cheligeri	SKS - Nr.:	S 09 CHE
	Uhrzeit:	12:00	Datum:	23.09.95
	Original - Nr.:	Ho 950923-1	Geogr. Koordinaten:	39°53'N 102°15'E
	Entnahmetiefe:	1,0 m	Entnahmestelle:	Vertikalprofil V 09-1
Klassifizierung: Seewasserprobe aus hyperhalinen Gewässer, aus der Tiefe m. W.-schöpfer ca. in Seemitte				
Färbung(visuell): farblos				
Trübung(visuell): klar				
Geruch:				
	ohne		Bodensatz:	keiner, aber Algen
			Geschmack:	stark salzig
Physikalische Parameter				
	Temperatur:	23,3 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	9,8	Or-Gehalt (mg/l):	3,8
	Leitfähigkeit:	164,6 mS/cm	Sättigung:	65 %

Proben - Nr.: S 0902 dc

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	56700,0	2466,31	2466,31	95,1
K ⁺	4490,0	114,83	114,83	4,4
Ca ²⁺	65,2	1,63	3,26	0,1
Mg ²⁺	133,0	5,47	10,94	0,4
SUMME	61388,2	2588,24	2595,34	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	72000,0	2030,86	2030,86	*
SO ₄ ²⁻	16300,0	169,69	339,38	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	88300,0	2200,55	2370,24	*
KATIONEN + ANIONEN 149688,2 mg/l 4788,79 mmol/l 4965,58 meq/l				
IONENBILANZFEHLER (4,5 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = 112000,0	Ba = 171,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 22,0
Cu = 49,0	Fe = 60,0	Mn = 102,0	Ni = n.b.	P = 35900,0	Pb = 137,0
Sr = 801,0	Zn = 28,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 1,1326 g/cm³ Abdampfdruckstand: 180,0 g/l
 Gesamthärte (GH): 7,10 mmol/l bzw. 39,8 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ 0,07 mg/l NH₄⁺ 0,52 mg/l SiO₂ n.a. Sulfid 0,16 mg/l

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (In der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben-Nr.: S 0902 dc

Probenahme	Ort:	Cheligeri	SKS - Nr.:	S 09 CHE
	Uhrzeit:	12:00	Datum:	23.09.95
	Original - Nr.:	Ho 950923-2	Geogr. Koordinaten:	39°53'N 102°15'E
	Entnahmetiefe:	3,50 m	Entnahmestelle:	Vertikalprofil V 09-1
Klassifizierung: Seewasserprobe aus hyperhalinen Gewässer, aus der Tiefe m. W.-schöpfer ca. in Seemitte				
Färbung(visuell): farblos				
Trübung(visuell): klar				
Geruch:				
	ohne		Bodensatz:	keiner, aber Algen
			Geschmack:	stark salzig
Physikalische Parameter				
	Temperatur:	23,3 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	9,8	Or-Gehalt (mg/l):	3,7
	Leitfähigkeit:	164,6 mS/cm	Sättigung:	63 %

Proben - Nr.: S 0903 dc

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	55800,0	2427,16	2427,16	95,1
K ⁺	4400,0	112,53	112,53	4,4
Ca ²⁺	64,0	1,60	3,20	0,1
Mg ²⁺	111,0	4,57	9,14	0,4
SUMME				100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	69700,0	1965,98	1965,98	*
SO ₄ ²⁻	16500,0	171,77	343,54	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	86200,0	2137,75	2309,52	*
KATIONEN + ANIONEN 146575,0 mg/l 4683,61 mmol/l 4881,55 meq/l				
IONENBILANZFEHLER (5,0 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = 171,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 17,0
Cu = n.b.	Fe = 56,0	Mn = 77,0	Ni = n.b.	Pb = 87,0
Sr = 797,0	Zn = 9,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 1,1257 g/cm³ Abdampfdruckstand: 195,2 g/l
 Gesamthärte (GH): 6,17 mmol/l bzw. 34,6 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO ₃ ⁻	2,09 mg/l	NO ₂ ⁻	0,17 mg/l	NH ₄ ⁺	0,66 mg/l	SiO ₂	n.a.	Sulfid	0,25 mg/l
------------------------------	-----------	------------------------------	-----------	------------------------------	-----------	------------------	------	--------	-----------

Anmerkungen
 n.a. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben-Nr.: S 0903 dc

Probenahme	Ort:	Cheliggeri	SKS - Nr.:	S 09 CHE
	Uhrzeit:	12:00	Datum:	23.09.95
	Original - Nr.:	Ho 950923-3	Geogr. Koordinaten:	39°53'N 102°15'E
	Entnahmetiefe:	7,0 m	Entnahmestelle:	Vertikalprofil V 09-1
	Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, aus def. Tiefe m. W.-schöpfer ca. in Seemitte		
Sensorik	Färbung (visuell):	schwach	Farblton:	gelblich braun
	Trübung (visuell):	schwach	Bodensatz:	keiner, aber viele Algen
	Geruch:	stark faulig	Geschmack:	stark salzig, H ₂ S
Physikalische Parameter	Temperatur:	17,3 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	9,8	O ₂ -Gehalt (mg/l):	0,1
	Leitfähigkeit:	164,2 mS/cm	Sättigung:	2 %

Proben - Nr.: S 1001 da

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	40400,0	1757,30	1757,30	94,7
K ⁺	2920,0	74,68	74,68	4,0
Ca ²⁺	118,0	2,94	5,88	0,3
Mg ²⁺	215,0	8,85	17,70	1,0
SUMME	43653,0	1843,77	1855,56	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	20700,0	583,87	583,87	*
SO ₄ ²⁻	17000,0	176,98	353,96	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	37700,0	760,85	937,83	*
KATIONEN + ANIONEN 81353,0 mg/l 2604,59 mmol/l 2793,39 meq/l				
IONENBILANZFEHLER (32,8 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.a.	Ba = n.a.	Cd = n.a.	Co = n.a.	Cr = n.a.
Cu = n.a.	Fe = 2020,0	Mn = 115,0	Ni = n.a.	Pb = n.a.
Sr = n.a.	Zn = n.a.			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 1,1052 g/cm³ Abdampfdruckstand: 134,3 g/l
 Gesamthärte (GH): 11,79 mmol/l bzw. 66,1 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO ₃ ⁻	n.a.	NO ₂ ⁻	n.a.	NH ₄ ⁺	n.a.	SiO ₂	n.a.	Sulfid	0,69 mg/l
------------------------------	------	------------------------------	------	------------------------------	------	------------------	------	--------	-----------

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert
 * = Unvollständige Wasseranalyse wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben-Nr.: S 1001 da

Probenahme	Ort:	Zhuinjigede	SKS - Nr.:	S 10 ZHU
	Uhrzeit:	16:00	Datum:	23.09.95
	Original - Nr.:	Ho 950923-6	Geogr. Koordinaten:	39°52'N 102°17'E
	Entnahmetiefe:	0,10 m	Entnahmestelle:	See-Ufer
	Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer		
Sensorik	Färbung (visuell):	farblös	Farblton:	-
	Trübung (visuell):	schwach	Bodensatz:	keiner
	Geruch:	schwach fischig	Geschmack:	stark salzig
Physikalische Parameter	Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	9,7	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	104,5 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: S 1101 da

LABORANALYTIK

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	40500,0	1761,65	1761,65	92,5
K ⁺	5175,0	132,35	132,35	7,0
Ca ²⁺	15,0	0,38	0,76	0,0
Mg ²⁺	107,0	4,40	8,80	0,5
SUMME	45797,0	1898,78	1903,56	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	28070,0	791,81	791,81	43,3
SO ₄ ²⁻	10405,0	108,32	216,64	11,8
NO ₃ ⁻	38,3	0,62	0,62	0,0
HCO ₃ ⁻	7085,0	116,12	116,12	6,3
CO ₃ ²⁻	21270,0	354,42	708,84	38,6
PO ₄ ³⁻	0,4	0,004	0,012	0,0
SUMME	66868,7	1371,294	1834,042	100,0

KATIONEN + ANIONEN 112665,7 mg/l 3270,074 mmol/l 3737,602 meq/l
 IONENBILANZFEHLER 1,8 %

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.a. Ba = n.a. Cd = n.a. Co = n.a. Cr = n.a.
 Cu = n.a. Fe = 3140,0 Mn = 280,0 Ni = n.a. P = n.a. Pb = n.a.
 Sr = n.a. Zn = n.a.

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,0851 g/cm³ Abdampfdruckstand: 105,6 g/l
 Gesamthärte (GH): 4,78 mmol/l bzw. 26,8 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert

Proben - Nr.: S 1101 da

Probenahme	Ort:	SKS - Nr.:	S 11 HUH
	Uhrzeit:	Datum:	27.09.94
	Original - Nr.:	Geogr. Koordinaten:	39° 52' N 102° 27' E
	Entnahmetiefe:	Entnahmetiefe:	Seeufer
	Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche am Ufer	
Sensorik	Färbung(visuell):	Farblösung:	-
	Trübung(visuell):	Bodensatz:	-
	Geruch:	Geschmack:	-
Physikalische Parameter	Temperatur:	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	Sättigung:	-
			94,8 mS/cm

Proben - Nr.: S 1102 dc

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	31600,0	1374,52	1374,52	92,1
K ⁺	4170,0	106,64	106,64	7,2
Ca ²⁺	62,7	1,56	3,12	0,2
Mg ²⁺	98,8	4,07	8,14	0,5
SUMME	35931,5	1486,79	1492,42	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	27500,0	775,68	775,68	*
SO ₄ ²⁻	10800,0	112,43	224,86	*
NO ₃ ⁻	n.a.			*
HCO ₃ ⁻	n.a.			*
CO ₃ ²⁻	n.a.			*
PO ₄ ³⁻	n.a.			*
SUMME	38300,0	888,11	1000,54	*

KATIONEN + ANIONEN 74231,5 mg/l 2734,9 mmol/l 2492,96 meq/l
 IONENBILANZFEHLER (19,7 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.a. Ba = 135000,0 Ba = 197,0 Cd = n.b. Co = n.b. Cr = n.b.
 Cu = n.b. Fe = 157,0 Mn = 78,0 Ni = n.b. P = 1980,0 Pb = n.b.
 Sr = 734,0 Zn = n.b.

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,0802 g/cm³ Abdampfdruckstand: 107,4 g/l
 Gesamthärte (GH): 5,63 mmol/l bzw. 31,6 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK Photometer LASA 2 plus

NO₃⁻ n.a. NO₂⁻ n.a. NH₄⁺ n.a. SiO₂ n.a. Sulfid n.b.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 1102 dc

Probenahme	Ort:	SKS - Nr.:	S 11 HUH
	Uhrzeit:	Datum:	28.09.95
	Original - Nr.:	Geogr. Koordinaten:	39° 52' N 102° 27' E
	Entnahmetiefe:	Entnahmetiefe:	Vertikalprofil V 11-1
	Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, aus def. Tiefe n. W.-schöpfer ca. in Seemitte	
Sensorik	Färbung(visuell):	Farblösung:	-
	Trübung(visuell):	Bodensatz:	-
	Geruch:	Geschmack:	stark salzig
Physikalische Parameter	Temperatur:	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	O ₂ -Gehalt (mg/l):	0
	Leitfähigkeit:	Sättigung:	0
			70-95mS/cm, variabel

Proben - Nr.: S 1103 dc

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	32500,0	1413,67	1413,67	92,1
K ⁺	4160,0	106,39	106,39	6,9
Ca ²⁺	107,0	2,67	5,34	0,3
Mg ²⁺	123,0	5,06	10,12	0,7
SUMME	36890,0	1527,79	1535,52	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	28500,0	803,88	803,88	*
SO ₄ ²⁻	10800,0	112,43	224,86	*
NO ₃ ⁻	n.a.			*
HCO ₃ ⁻	n.a.			*
CO ₃ ²⁻	n.a.			*
PO ₄ ³⁻	n.a.			*
SUMME	39300,0	916,31	1028,54	*
KATIONEN + ANIONEN	76190,0 mg/l	2444,1 mmol/l	2564,06 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	(19,8 %)*			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b. B = 135000,0 Ba = 199,0 Cd = n.b. Co = n.b. Cr = n.b.
 Cu = n.b. Fe = 105,0 Mn = 88,0 Ni = n.b. P = 10400,0 Pb = n.b.
 Sr = 745,0 Zn = n.b.

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 1,0786 g/cm³. Abdampfdruckstand: 107,9 g/l
 Gesamthärte (GH): 7,73 mmol/l bzw. 43,4 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.a. NO₂⁻ n.a. NH₄⁺ n.a. SiO₂ n.a. Sulfid n.b.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 1103 dc				
Probenahme	Ort:	Huhejaran	SKS - Nr.:	S 11 HUH
	Uhrzeit:	12:00	Datum:	28.09.95
	Original - Nr.:	Ho 950928-2	Geogr. Koordinaten:	39°52'N 102°27'E
	Entnahmetiefe:	5,0 m	Einnahmetiefe:	Vertikalprofil V 11-1
Sensorik	Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, aus def. Tiefe m. W.-schöpfer ca. in Seemitte		
	Färbung (visuell):	farblos	Farblon:	-
	Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	keiner, aber wenige Algen
	Geruch:	ohne	Geschmack:	stark salzig
Physikalische Parameter	Temperatur:	19,4 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	9,9	O ₂ -Gehalt (mg/l):	4,8
	Leitfähigkeit:	94,8 mS/cm	Sättigung:	77 %

Proben - Nr.: S 1104 dc

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	32100,0	1396,27	1396,27	92,1
K ⁺	4150,0	106,13	106,13	7,0
Ca ²⁺	90,2	2,25	4,50	0,3
Mg ²⁺	107,0	4,40	8,80	0,6
SUMME	36447,2	1509,05	1515,7	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	27400,0	772,85	772,85	*
SO ₄ ²⁻	10500,0	109,31	218,62	*
NO ₃ ⁻	n.a.			*
HCO ₃ ⁻	n.a.			*
CO ₃ ²⁻	n.a.			*
PO ₄ ³⁻	n.a.			*
SUMME	37900,0	882,16	991,47	*
KATIONEN + ANIONEN	74347,0 mg/l	2391,21 mmol/l	2507,17 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	(20,9 %)*			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b. B = 135000,0 Ba = 193,0 Cd = n.b. Co = n.b. Cr = n.b.
 Cu = n.b. Fe = 102,0 Mn = 82,0 Ni = n.b. P = 8590,0 Pb = n.b.
 Sr = 735,0 Zn = 9,0

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 1,0752 g/cm³. Abdampfdruckstand: 107,3 g/l
 Gesamthärte (GH): 6,65 mmol/l bzw. 37,3 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.a. NO₂⁻ n.a. NH₄⁺ n.a. SiO₂ n.a. Sulfid n.b.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 1104 dc				
Probenahme	Ort:	Huhejaran	SKS - Nr.:	S 11 HUH
	Uhrzeit:	12:00	Datum:	28.09.95
	Original - Nr.:	Ho 950928-3	Geogr. Koordinaten:	39°52'N 102°27'E
	Entnahmetiefe:	1,0 m	Einnahmetiefe:	Vertikalprofil V 11-1
Sensorik	Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, aus def. Tiefe m. W.-schöpfer ca. in Seemitte		
	Färbung (visuell):	farblos	Farblon:	-
	Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	keiner, wenige rüdl. Algen im Wasser
	Geruch:	ohne	Geschmack:	stark salzig
Physikalische Parameter	Temperatur:	19,6 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	9,9	O ₂ -Gehalt (mg/l):	4,9
	Leitfähigkeit:	94,7 mS/cm	Sättigung:	77 %

Proben - Nr.: S 1401 da

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	34000,0	1478,92	1478,92	95,4
K ⁺	2490,0	63,68	63,68	4,1
Ca ²⁺	68,1	1,70	3,40	0,2
Mg ²⁺	56,3	2,32	4,64	0,3
SUMME	36614,4	1546,62	1550,64	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	27800,0	784,14	784,14	*
SO ₄ ²⁻	11300,0	117,64	235,28	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	39100,0	901,78	1019,42	*
KATIONEN + ANIONEN	75714,4 mg/l	2448,40 mmol/l	2570,06 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	(20,7 %)*			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	B = 32100,0	Ba = 227,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 11,0
Cu = n.b.	Fe = 383,0	Mn = 33,0	Ni = n.b.	P = 33900,0	Pb = 91,0
Sr = 896,0	Zn = n.b.				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,0756 g/cm³ Abdampfdruckstand: 108,6 g/l
 Gesamthärte (GH): 4,02 mmol/l bzw. 22,5 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO ₃ ⁻ n.b.	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	SiO ₂	n.a.	Sulfid	n.a.
-----------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------	------	--------	------

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 1401 da

Probenahme	Ort: Algenruor	SKS - Nr.:	S 14 AIG
	Uhrzeit: 15:00	Datum:	21.09.95
	Original - Nr.: Ho 950921-2	Geogr. Koordinaten:	39°51'N 102°13'E
	Entnahmetiefe: 0,10 m	Entnahmetiefe:	See-Ufer
	Klassifizierung: Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer		
Sensorik	Färbung(visuell): farblos	Färbton:	-
	Trübung(visuell): klar	Bodensatz:	keiner
	Geruch:	ohne	stark salzig
Physikalische Parameter	Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l): -
	pH-Wert:	10,0	O ₂ -Gehalt (mg/l): -
	Leitfähigkeit:	105,3 mS/cm	Sättigung: -

Proben - Nr.: S 1501 db

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	90500,0	3936,53	3936,53	92,7
K ⁺	11850,0	303,05	303,05	7,1
Ca ²⁺	18,0	0,45	0,90	0,0
Mg ²⁺	84,5	3,48	6,96	0,2
SUMME	102452,5	4243,51	4247,44	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	77120,0	2175,23	2175,23	51,0
SO ₄ ²⁻	30100,0	313,36	626,72	14,7
NO ₃ ⁻	35,0	0,56	0,56	0,0
HCO ₃ ⁻	9345,0	153,16	153,16	3,6
CO ₃ ²⁻	39380,0	656,27	1312,54	30,7
PO ₄ ³⁻	1,3	0,01	0,03	0,0
SUMME	155981,3	3298,59	4268,24	100,0
KATIONEN + ANIONEN	258433,8 mg/l	7542,1 mmol/l	8515,68 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	0,2 %			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 4893,0	B = 333000,0	Ba = 732,0	Cd = 316,0	Co = n.b.	Cr = 872,0
Cu = 1257,0	Fe = 407,0	Mn = 344,0	Ni = n.b.	P = n.a.	Pb = 3581,0
Sr = 1891,0	Zn = n.b.				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,1834 g/cm³ Abdampfdruckstand: 250,0 g/l
 Gesamthärte (GH): 3,93 mmol/l bzw. 22,0 °dGH Beurteilung der GH: hart

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: S 1501 db

Probenahme	Ort: Camp 6, Yndertu	SKS - Nr.:	S 15 YIN
	Uhrzeit: -	Datum:	26.09.94
	Original - Nr.: Ho 940926-1	Geogr. Koordinaten:	39° 51' N 102° 25' E
	Entnahmetiefe: -0,1 m	Entnahmetiefe:	Vertikalprofil V15-6
	Klassifizierung: Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche in Seemitte		
Sensorik	Färbung(visuell): farblos	Färbton:	-
	Trübung(visuell): klar	Bodensatz:	-
	Geruch:	ohne	stark salzig
Physikalische Parameter	Temperatur:	20,4 °C	gelöste Feststoffe (mg/l): -
	pH-Wert:	9,9	O ₂ -Gehalt (mg/l): 1,2
	Leitfähigkeit:	151,9 mS/cm	Sättigung: 23%

Proben - Nr.: S 1502 dc

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	91000,0	3958,28	3958,28	92,5
K ⁺	12150,0	310,73	310,73	7,3
Ca ²⁺	15,0	0,38	0,76	0,0
Mg ²⁺	85,1	3,50	7,00	0,2
SUMME	103250,1	4272,89	4276,77	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	77675,0	2190,92	2190,92	51,4
SO ₄ ²⁻	28755,0	299,35	598,70	14,0
NO ₃ ⁻	34,2	0,55	0,55	0,0
HCO ₃ ⁻	11970,0	196,21	196,21	4,6
CO ₃ ²⁻	38390,0	639,75	1279,50	30,0
PO ₄ ³⁻	1,2	0,013	0,039	0,0
SUMME	156825,4	3326,793	4265,919	100,0
KATIONEN + ANIONEN	260075,5 mg/l	7599,683 mmol/l	8542,689 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	0,1 %			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.a.	Ba = n.a.	Cd = n.a.	Co = n.a.	Cr = n.a.
Cu = n.a.	Fe = 6520,0	Mn = 600,0	Ni = n.a.	Pb = n.a.
Sr = n.a.	Zn = n.a.			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 1,1830 g/cm³ Abdampfdruckstand: 251,6 g/l
 Gesamthärte (GH): 3,88 mmol/l bzw. 21,8 °dGH Beurteilung der GH: hart

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert

Proben - Nr.: S 1502 dc

Ort:	Camp 6, Yindertu	SKS - Nr.:	S 15 YIN
Uhrzeit:	-	Datum:	26.09.94
Original - Nr.:	Ho 840926-2	Geogr. Koordinaten:	39° 51' N 102° 25' E
Entnahmetiefe:	-3,80 m	Entnahmestelle:	Vertikalprofil V15-6
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Probe aus def. Tiefe etwa in Seemitte		
Färbung (visuell):	farblos	Farbton:	-
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	-
Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	
pH-Wert:	9,89	O ₂ -Gehalt (mg/l):	0,9
Leitfähigkeit:	151,8 mS/cm	Sättigung:	14%

Proben - Nr.: S 1503 dc

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	100000,0	4349,76	4349,76	94,2
K ⁺	10200,0	260,86	260,86	5,7
Ca ²⁺	11,0	0,28	0,56	0,0
Mg ²⁺	60,8	2,50	5,00	0,1
SUMME	110271,8	4613,4	4616,18	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	60300,0	1700,89	1700,89	37,4
SO ₄ ²⁻	36990,0	385,09	770,18	17,0
NO ₃ ⁻	60,2	0,97	0,97	0,0
HCO ₃ ⁻	23150,0	379,40	379,40	8,4
CO ₃ ²⁻	50710,0	845,00	1690,0	37,2
PO ₄ ³⁻	18,8	0,20	0,60	0,0
SUMME	171229,0	3311,55	4542,04	100,0
KATIONEN + ANIONEN	281500,8 mg/l	7924,95 mmol/l	9158,22 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	0,8 %			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 727,0	Ba = 16468,0	Ba = 231,0	Cd = 234,0	Co = n.b.	Cr = 151,0
Cu = 922,0	Fe = n.b.	Mn = 275,0	Ni = n.b.	P = n.a.	Pb = 2248,0
Sr = 1130,0	Zn = n.b.				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 1,2126 g/cm³ Abdampfdruckstand: 276,6 g/l
 Gesamthärte (GH): 2,78 mmol/l bzw. 15,6 °dGH Beurteilung der GH: mittel hart

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: S 1503 dc

Ort:	Camp 6, Yindertu	SKS - Nr.:	S 15 YIN
Uhrzeit:	-	Datum:	26.09.94
Original - Nr.:	Ho 940926-3	Geogr. Koordinaten:	39° 51' N 102° 27' E
Entnahmetiefe:	-7,8	Entnahmestelle:	Vertikalprofil V15-6
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Probe aus def. Tiefe etwa in Seemitte		
Färbung (visuell):	stark gefärbt	Farbton:	gelb - braun
Trübung (visuell):	schwach	Bodensatz:	-
Geruch:	stark faulig (H ₂ S)	Geschmack:	Schwefelwasserstoff
Temperatur:	19,9 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	
pH-Wert:	9,8	O ₂ -Gehalt (mg/l):	0
Leitfähigkeit:	135,9 mS/cm	Sättigung:	0

Proben - Nr.: S 1601 da

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	52500,0	2283,62	2283,62	93,1
K ⁺	6020,0	153,96	153,96	6,3
Ca ²⁺	115,0	2,87	5,74	0,2
Mg ²⁺	112,0	4,61	9,22	0,4
SUMME	58747,0	2445,06	2452,54	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	60900,0	1717,77	1717,77	*
SO ₄ ²⁻	14300,0	148,87	297,74	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	75200,0	1866,64	2015,51	*

KATIONEN + ANIONEN 133947,0 mg/l 4311,70 mmol/l 4468,05 meq/l
 IONENBILANZFEHLER (9,8 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	B = 228000,0	Ba = 264,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 26,0
Cu = n.b.	Fe = 131,0	Mn = 50,0	Ni = n.b.	P = 69200,0	Pb = 68,0
Sr = 803,0	Zn = n.b.				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,1288 g/cm³ Abdampfdruckstand: 182,0 g/l
 Gesamthärte (GH): 7,48 mmol/l bzw. 41,9 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ 0,18 mg/l NH₄⁺ 0,36 mg/l SiO₂ n.a. Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben - Nr.: S 1601 da

Probenahme Ort:	Buerle	SKS - Nr.:	S 16 BUE
Uhrzeit:	15:00	Datum:	23.09.95
Original - Nr.:	Ho 950923-4	Geogr. Koordinaten:	39°50'N 102°16'E
Entnahmetiefe:	0,10 m	Entnahmestelle:	See-Ufer
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersahinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer		
Färbung(visuell):	farblos	Farblösung:	-
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	keiner, Algen
Geruch:	ohne	Geschmack:	stark salzig
Physikalische Parameter		gelöste Feststoffe (mg/l):	-
		pH-Wert:	9,8
		O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
		Leitfähigkeit:	152,0 mS/cm
		Sättigung:	-

Proben - Nr.: S 1901 da

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	57700,0	2422,81	2422,81	94,5
K ⁺	5050,0	129,15	129,15	5,0
Ca ²⁺	89,8	2,24	4,48	0,2
Mg ²⁺	82,3	3,39	6,78	0,3
SUMME	60922,1	2557,59	2563,22	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	56800,0	1602,12	1602,12	*
SO ₄ ²⁻	28700,0	298,78	597,56	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	85500,0	1900,9	2199,68	*

KATIONEN + ANIONEN 146422,1 mg/l 4458,49 mmol/l 4762,90 meq/l
 IONENBILANZFEHLER (7,6 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	B = 191000,0	Ba = 237,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 11,0
Cu = n.b.	Fe = 249,0	Mn = 88,0	Ni = n.b.	P = 63800,0	Pb = 51,0
Sr = 1100,0	Zn = n.b.				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,1400 g/cm³ Abdampfdruckstand: 204,5 g/l
 Gesamthärte (GH): 5,63 mmol/l bzw. 31,6 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ 6,28 mg/l NO₂⁻ 1,0 mg/l NH₄⁺ 0,07 mg/l SiO₂ n.a. Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben - Nr.: S 1901 da

Probenahme Ort:	Chagannaohallu	SKS - Nr.:	S 19 CHA
Uhrzeit:	14:00	Datum:	21.09.95
Original - Nr.:	Ho 950921-1	Geogr. Koordinaten:	39°50'N 102°12'E
Entnahmetiefe:	0,10 m	Entnahmestelle:	See-Ufer
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersahinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer		
Färbung(visuell):	schwach	Farblösung:	bräunlich
Trübung(visuell):	schwach	Bodensatz:	keiner
Geruch:	ohne	Geschmack:	stark salzig
Physikalische Parameter		gelöste Feststoffe (mg/l):	-
		pH-Wert:	9,9
		O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
		Leitfähigkeit:	149,3 mS/cm
		Sättigung:	-

Proben - Nr.: S 2101 da

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	92500,0	4023,52	4023,52	93,7
K ⁺	10450,0	267,25	267,25	6,2
Ca ²⁺	10,0	0,25	0,50	0,0
Mg ²⁺	73,0	3,00	6,00	0,1
SUMME	103033,0	4294,02	4297,27	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	107945,0	3044,73	3044,73	71,8
SO ₄ ²⁻	17870,0	186,05	372,10	8,8
NO ₃ ⁻	37,3	0,60	0,60	0,0
HCO ₃ ⁻	9190,0	150,56	150,56	3,5
CO ₃ ²⁻	20200,0	336,99	673,98	15,9
PO ₄ ³⁻	3,4	0,036	0,108	0,0
SUMME	155245,7	3718,966	4242,078	100,0
KATIONEN + ANIONEN	258278,7 mg/l	8012,986 mmol/l	8539,348 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	0,6 %			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.a. Ba = n.a. Cd = n.a. Co = n.a. Cr = n.a.
 Cu = n.a. Fe = 7050,0 Mn = 630,0 Ni = n.a. P = n.a. Pb = n.a.
 Sr = n.a. Zn = n.a.

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,2195 g/cm³ Abdampfdruckstand: 326,0 g/l
 Gesamthärte (GH): 3,25 mmol/l bzw. 18,2 °dGH Beurteilung der GH: hart

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert

Proben - Nr.: S 2101 da		SKS - Nr.: S 21 BAG	
Probenahme	Ort: Bagajaran	SKS - Nr.:	S 21 BAG
Uhrzeit:	-	Datum:	25.09.94
Original - Nr.:	Ho 940925-2	Geogr. Koordinaten:	39°50'N 102°25' E
Entnahmetiefe:	Oberfläche	Entnahmestelle:	Seeufer
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer		
Färbung (visuell):	farblos	Farblon:	-
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	stark salzig
Physikalische Parameter	Temperatur:	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	Sättigung:	-
			182,0 mS/cm

Proben - Nr.: S 2301 da

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	49200,0	2140,08	2140,08	93,1
K ⁺	5730,0	146,54	146,54	6,4
Ca ²⁺	127,0	3,17	6,34	0,3
Mg ²⁺	55,2	2,27	4,54	0,2
SUMME				100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	45300,0	1277,75	1277,75	*
SO ₄ ²⁻	23000,0	239,44	478,88	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	68300,0	1517,19	1756,63	*
KATIONEN + ANIONEN	123412,2 mg/l	3809,25 mmol/l	4054,00 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	(13,3 %)*			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.a. B = 232000,0 Ba = 239,0 Cd = n.b. Co = n.b. Cr = 19,0
 Cu = n.b. Fe = 415,0 Mn = 94,0 Ni = n.b. P = 63400,0 Pb = n.b.
 Sr = 668,0 Zn = n.b.

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,1233 g/cm³ Abdampfdruckstand: 177,7 g/l
 Gesamthärte (GH): 5,44 mmol/l bzw. 30,5 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben - Nr.: S 2301 da		SKS - Nr.: S 23 HUD	
Probenahme	Ort: Hudgejaran	SKS - Nr.:	S 23 HUD
Uhrzeit:	18:00	Datum:	01.10.95
Original - Nr.:	Ho 951001-1	Geogr. Koordinaten:	39°49'N 102°22'E
Entnahmetiefe:	0,10 m	Entnahmestelle:	See-Ufer
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer		
Färbung (visuell):	farblos	Farblon:	-
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	Viele Artemien-Eier
Geruch:	ohne	Geschmack:	stark salzig, fischig
Physikalische Parameter	Temperatur:	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	Sättigung:	-
			123,1 mS/cm

Proben - Nr.: S 2401 da

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	61000,0	2653,35	2653,35	93,5
K ⁺	6950,0	177,74	177,74	6,3
Ca ²⁺	25,1	0,63	1,26	0,0
Mg ²⁺	72,3	2,98	5,96	0,2
SUMME	68047,4	2834,70	2838,31	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	40890,0	1153,35	1153,35	39,4
SO ₄ ²⁻	26390,0	274,75	549,50	18,7
NO ₃ ⁻	34,7	0,56	0,56	0,0
HCO ₃ ⁻	9285,0	152,16	152,16	5,2
CO ₃ ²⁻	32290,0	538,13	1076,26	36,7
PO ₄ ³⁻	1,0	0,011	0,033	0,0
SUMME	108890,7	2163,961	2931,863	100,0
KATIONEN + ANIONEN	176938,1 mg/l	4998,661 mmol/l	5770,173 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	1,6 %			

SPURENELEMENTE (µg/l)				
Al = n.a.	Ba = n.a.	Cd = n.a.	Co = n.a.	Cr = n.a.
Cu = n.a.	Fe = 3870,0	Mn = 330,0	Ni = n.a.	P = n.a.
Sr = n.a.	Zn = n.a.			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 1,1366 g/cm³ Abdampfdruckstand: 171,0 g/l
 Gesamthärte (GH): 3,61 mmol/l bzw. 20,2 °dGH Beurteilung der GH: hart

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert

Proben - Nr.: S 2401 da				
Ort:	Badajbaran, Tempelsee	SKS - Nr.:	S 24 BAD	
Uhrzeit:	ca. 15:00	Datum:	26.09.94	
Original - Nr.:	Ho 940926-7	Geogr. Koordinaten:	39° 48' N 102° 25' E	
Entnahmetiefe:	Oberfläche	Entnahmetiefe:	Seeufer	
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche am Ufer			
Färbung (visuell):	farlos	Färbung (visuell):	klar	
Trübung (visuell):	ohne	Bodensatz:	-	
Geruch:	ohne	Geschmack:	stark salzig	
Physikalische Parameter		gelöste Feststoffe (mg/l):		
Temperatur:	-	pH-Wert:	10	
Leitfähigkeit:	121,4 mS/cm	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-	
		Sättigung:	-	

Proben - Nr.: S 2501 db

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	58000,0	2522,86	2522,86	93,1
K ⁺	7050,0	180,30	180,30	6,6
Ca ²⁺	15,0	0,38	0,76	0,0
Mg ²⁺	111,0	4,58	9,16	0,3
SUMME	65176,0	2708,12	2713,08	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	39275,0	1107,79	1107,79	42,7
SO ₄ ²⁻	16795,0	174,83	349,66	13,5
NO ₃ ⁻	29,8	0,48	0,48	0,0
HCO ₃ ⁻	9090,0	149,01	149,01	5,8
CO ₃ ²⁻	29500,0	491,58	983,16	38,0
PO ₄ ³⁻	0,8	0,008	0,024	0,0
SUMME	94690,6	1923,698	2590,124	100,0
KATIONEN + ANIONEN	159866,6 mg/l	4631,818 mmol/l	5303,204 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	2,3 %			

SPURENELEMENTE (µg/l)				
Al = 2415,0	Ba = 876,0	Cd = 259,0	Co = n.b.	Cr = 906,0
Cu = 1299,0	Fe = 270,0	Mn = 361,0	Ni = n.b.	P = n.a.
Sr = 2414,0	Zn = n.b.			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 1,1184 g/cm³ Abdampfdruckstand: 151,0 g/l
 Gesamthärte (GH): 4,96 mmol/l bzw. 27,8 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: S 2501 db				
Ort:	Zhalate	SKS - Nr.:	S 25 ZHA	
Uhrzeit:	16:30	Datum:	29.09.94	
Original - Nr.:	Ho 940929-5	Geogr. Koordinaten:	39° 47' N 102° 22' E	
Entnahmetiefe:	-0,1 m	Entnahmetiefe:	Vertikalprofil V 25-1	
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Probe von Oberfläche in Seemitte			
Färbung (visuell):	farlos	Färbung (visuell):	klar	
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	ohne	
Geruch:	ohne	Geschmack:	stark salzig	
Physikalische Parameter		gelöste Feststoffe (mg/l):		
Temperatur:	19,7 °C	pH-Wert:	10,04	
Leitfähigkeit:	115,3 mS/cm	O ₂ -Gehalt (mg/l):	0,4	
		Sättigung:	10%	

Proben - Nr.: S 2502 dc

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	90500,0	3936,53	3936,53	95,7
K ⁺	6600,0	168,79	168,79	4,1
Ca ²⁺	16,0	0,40	0,80	0,0
Mg ²⁺	82,6	3,40	6,80	0,2
SUMME	97198,6	4109,12	4112,92	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	29530,0	832,89	832,89	22,1
SO ₄ ²⁻	31130,0	324,07	648,14	17,2
NO ₃ ⁻	75,0	1,21	1,21	0,0
HCO ₃ ⁻	30420,0	498,52	498,52	13,3
CO ₃ ²⁻	53410,0	890,05	1780,10	47,4
PO ₄ ³⁻	27,6	0,29	0,87	0,0
SUMME	144592,6	2547,03	3761,73	100,0

KATIONEN + ANIONEN 241791,2 mg/l 6656,15 mmol/l 7874,65 meq/l
 IONENBILANZFEHLER 4,5 %

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 4267,0 B = 270123,0 Ba = 373,0 Cd = 235,0 Co = n.b. Cr = 574,0
 Cu = 814,0 Fe = 5660,0 Mn = 1800,0 Ni = n.b. P = n.a. Pb = 2919,0
 Sr = 1070,0 Zn = n.b.

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,1819 g/cm³ Abdampfdruckstand: 230,6 g/l
 Gesamthärte (GH): 3,80 mmol/l bzw. 21,3 °dGH Beurteilung der GH: hart

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: S 2502 dc

Ort:	Zhalate	SKS - Nr.:	S 25 ZHA
Uhrzeit:	ca. 16:30	Datum:	29.09.94
Original - Nr.:	Ho 940929-3	Geogr. Koordinaten:	39° 47' N 102° 22' E
Entnahmetiefe:	-7,0 m	Vertikalprofil V 25-1	
Klassifizierung:	Sewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Probe aus def. Tiefe in Seemitte		
Färbung(visuell):	stark gefärbt	Farblon:	bermsteinfarben
Trübung(visuell):	stark	Bodensatz:	gering
Geruch:	stark H2S	Geschmack:	-
Temperatur:	15,3 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	
pH-Wert:	9,9	O2-Gehalt (mg/l):	0
Leitfähigkeit:	ca. 80 mS/cm	Sättigung:	0

Proben - Nr.: S 2503 dc

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	56500,0	2457,61	2457,61	93,0
K ⁺	6900,0	176,46	176,46	6,7
Ca ²⁺	18,0	0,45	0,90	0,0
Mg ²⁺	104,5	4,30	8,60	0,3
SUMME	63522,5	2638,82	2643,57	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	38110,0	1074,92	1074,92	41,1
SO ₄ ²⁻	16280,0	169,47	338,94	13,0
NO ₃ ⁻	30,0	0,48	0,48	0,0
HCO ₃ ⁻	10600,0	173,68	173,68	6,7
CO ₃ ²⁻	30700,0	511,60	1023,20	39,2
PO ₄ ³⁻	1,1	0,012	0,036	0,0
SUMME	95721,1	1930,162	2611,256	100,0

KATIONEN + ANIONEN 159243,6 mg/l 4568,982 mmol/l 5254,826 meq/l
 IONENBILANZFEHLER 0,6 %

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.a. B = n.a. Ba = n.a. Cd = n.a. Co = n.a. Cr = n.a.
 Cu = n.a. Fe = 4150,0 Mn = 480,0 Ni = n.a. P = n.a. Pb = n.a.
 Sr = n.a. Zn = n.a.

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,1205 g/cm³ Abdampfdruckstand: 152,2 g/l
 Gesamthärte (GH): 4,75 mmol/l bzw. 25,6 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen)
 können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 2503 dc

Ort:	Zhalate	SKS - Nr.:	S 25 ZHA
Uhrzeit:	-	Datum:	29.09.94
Original - Nr.:	Ho 940929-4	Geogr. Koordinaten:	39° 47' N 102° 22' E
Entnahmetiefe:	-3,0 m	Vertikalprofil V 25-1	
Klassifizierung:	Sewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Probe aus def. Tiefe in Seemitte		
Färbung(visuell):	farblos	Farblon:	-
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	stark salzig
Temperatur:	18,7 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	
pH-Wert:	10	O2-Gehalt (mg/l):	0,1
Leitfähigkeit:	115,8 mS/cm	Sättigung:	1%

Proben - Nr.: S 2601 db

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	47000,0	2044,39	2044,39	92,3
K ⁺	6225,0	159,20	159,20	7,2
Ca ²⁺	13,0	0,33	0,66	0,0
Mg ²⁺	139,2	5,73	11,46	0,5
SUMME	53377,0	2209,65	2215,71	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	39350,0	1110,03	1110,03	50,0
SO ₄ ²⁻	11240,0	117,02	234,0	10,5
NO ₃ ⁻	31,5	0,51	0,51	0,0
HCO ₃ ⁻	7385,0	121,04	121,04	5,5
CO ₃ ²⁻	22620,0	376,94	753,88	34,0
PO ₄ ³⁻	0,5	0,005	0,015	0,0
SUMME	80627,0	1725,545	2219,515	100,0
KATIONEN + ANIONEN	134004,2 mg/l	3935,195 mmol/l	4435,225 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	0,1 %			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 15,0	B = 219652,0	Ba = 579,0	Cd = 255,0	Co = n.b.	Cr = 333,0
Cu = 844,0	Fe = 3350,0	Mn = 337,0	Ni = n.b.	P = n.a.	Pb = 1857,0
Sr = 2330,0	Zn = n.b.				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,0954 g/cm³. Abdampfdruckstand: 131,6 g/l
 Gesamthärte (GH): 6,06 mmol/l bzw. 34,0 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: S 2601 db

Ort: Camp 5, Sumbarunjaran	SKS - Nr.:	S 26 SUM
Uhrzeit: -	Datum:	22.09.94
Original - Nr.: Ho 940922-4	Geogr. Koordinaten:	39°47'52"N 102°25'12"E
Entnahmetiefe: -0,1 m	Entnahmestelle:	Vertikalprofil V 26-1
Klassifizierung: Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Probe v. Oberfläche etwa in Seemitte		
Färbung (visuell): farblos	Farblös:	-
Trübung (visuell): klar	Bodensatz:	-
Geruch: ohne	Geschmack:	-
Temperatur: -	gelöste Feststoffe (mg/l):	
pH-Wert: 10	O ₂ -Gehalt (mg/l):	2,1
Leitfähigkeit: 111,8 mS/cm	Sättigung:	3,40%

Proben - Nr.: S 2602 dc

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	47750,0	2077,01	2077,01	92,4
K ⁺	6225,0	159,20	159,20	7,1
Ca ²⁺	11,0	0,28	0,56	0,0
Mg ²⁺	141,6	5,83	11,66	0,5
SUMME	54127,6	2242,32	2248,43	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	38877,0	1096,58	1096,58	49,2
SO ₄ ²⁻	11475,0	119,46	238,92	10,7
NO ₃ ⁻	28,3	0,46	0,46	0,0
HCO ₃ ⁻	7757,0	127,13	127,13	5,7
CO ₃ ²⁻	22950,0	382,45	764,89	34,4
PO ₄ ³⁻	0,7	0,007	0,021	0,0
SUMME	81088,0	3968,407	2228,001	100,0
KATIONEN + ANIONEN	135215,6 mg/l	6210,727 mmol/l	4476,431 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	0,5 %			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 1137,0	B = 218533,0	Ba = 513,0	Cd = 194,0	Co = n.b.	Cr = 496,0
Cu = 883,0	Fe = 3350,0	Mn = 323,0	Ni = n.b.	P = n.a.	Pb = 1726,0
Sr = 2320,0	Zn = n.b.				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,1008 g/cm³. Abdampfdruckstand: 130,4 g/l
 Gesamthärte (GH): 6,11 mmol/l bzw. 34,3 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: S 2602 dc

Ort: Camp 5, Sumbarunjaran	SKS - Nr.:	S 26 SUM
Uhrzeit: -	Datum:	22.09.94
Original - Nr.: Ho 940922-1	Geogr. Koordinaten:	39°47'52"N 102°25'12"E
Entnahmetiefe: -9,70 m	Entnahmestelle:	Vertikalprofil V 26-1
Klassifizierung: Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Probe aus def. Tiefe etwa in Seemitte		
Färbung (visuell): farblos	Farblös:	-
Trübung (visuell): klar	Bodensatz:	-
Geruch: ohne	Geschmack:	stark salzig
Temperatur: 8,2 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	
pH-Wert: 10	O ₂ -Gehalt (mg/l):	0
Leitfähigkeit: 111,3 mS/cm	Sättigung:	0

Proben - Nr.: S 2603 dc

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	45250,0	1966,26	1966,26	92,1
K ⁺	6100,0	156,00	156,00	7,3
Ca ²⁺	10,0	0,25	0,50	0,0
Mg ²⁺	143,4	5,90	11,80	0,6
SUMME	51503,4	2130,41	2136,56	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	39060,0	1101,81	1101,81	50,1
SO ₄ ²⁻	11050,0	115,01	230,02	10,5
NO ₃ ⁻	29,1	0,47	0,47	0,0
HCO ₃ ⁻	6425,0	105,29	105,29	4,8
CO ₃ ²⁻	22770,0	379,45	758,90	34,6
PO ₄ ³⁻	0,5	0,005	0,015	0,0
SUMME	79334,6	1702,035	2196,505	100,0
KATIONEN + ANIONEN	130838,0 mg/l	3832,445 mmol/l	4333,065 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	1,4 %			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.a. Ba = n.a. Cd = n.a. Co = n.a. Cr = n.a.
 Cu = n.a. Fe = 3750,0 Mn = 300,0 Ni = n.a. P = n.a.
 Sr = n.a. Zn = n.a.

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,1021 g/cm³ Abdampfrückstand: 131,6 g/l
 Gesamthärte (GH): 6,15 mmol/l bzw. 34,5 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert

Proben - Nr.: S 2603 dc

Probenahme	Ort: Camp 5, Sumbarunjaran	SKS - Nr.:	S 26 SUM
	Uhrzeit: -	Datum:	22.09.94
	Original - Nr.: Ho 940922-2	Geogr. Koordinaten:	39°47'52"N 102°25'12"E
	Entnahmetiefe: -8,0 m	Vertikalprofil V 26-1	
Sensorik	Klassifizierung: Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Probe aus def. Tiefe etwa in Seemitte	Entnahmetiefe:	-
	Färbung (visuell): farblos	Farblon:	-
	Trübung (visuell): klar	Bodensatz:	-
	Geruch:	Geschmack:	stark salzig
Physikalische Parameter	Temperatur: 14,6 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	0,6
	pH-Wert: 10	O ₂ -Gehalt (mg/l):	10%
	Leitfähigkeit: 112,0 mS/cm	Sättigung:	10%

Proben - Nr.: S 2604 dc

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	46750,0	2033,51	2033,51	92,2
K ⁺	6275,0	160,48	160,48	7,3
Ca ²⁺	11,0	0,28	0,56	0,0
Mg ²⁺	146,0	6,02	12,04	0,5
SUMME	53182,0	2200,29	2206,62	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	39195,0	1105,54	1105,54	49,1
SO ₄ ²⁻	11650,0	121,26	242,52	10,8
NO ₃ ⁻	31,5	0,51	0,51	0,0
HCO ₃ ⁻	8765,0	143,65	143,65	6,4
CO ₃ ²⁻	22740,0	378,95	757,90	33,7
PO ₄ ³⁻	0,4	0,004	0,012	0,0
SUMME	76381,9	1449,914	2250,132	100,0
KATIONEN + ANIONEN	129563,9 mg/l	3950,204 mmol/l	4456,752 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	1,0 %			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.a. Ba = n.a. Cd = n.a. Co = n.a. Cr = n.a.
 Cu = n.a. Fe = 3420,0 Mn = 240,0 Ni = n.a. P = n.a.
 Sr = n.a. Zn = n.a.

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,0975 g/cm³ Abdampfrückstand: 131,6 g/l
 Gesamthärte (GH): 6,30 mmol/l bzw. 35,3 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert

Proben - Nr.: S 2604 dc

Probenahme	Ort: Camp 5, Sumbarunjaran	SKS - Nr.:	S 26 SUM
	Uhrzeit: -	Datum:	22.09.94
	Original - Nr.: Ho 940922-3	Geogr. Koordinaten:	39°47'52"N 102°25'12"E
	Entnahmetiefe: -5,0 m	Vertikalprofil V 26-1	
Sensorik	Klassifizierung: Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Probe aus def. Tiefe etwa in Seemitte	Entnahmetiefe:	-
	Färbung (visuell): farblos	Farblon:	-
	Trübung (visuell): klar	Bodensatz:	-
	Geruch:	Geschmack:	stark salzig
Physikalische Parameter	Temperatur: 19,6 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	2,1
	pH-Wert: 10	O ₂ -Gehalt (mg/l):	3,30%
	Leitfähigkeit: 11,8 mS/cm	Sättigung:	3,30%

Proben - Nr.: S 2801 dc

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	67000,0	2914,34	2914,34	96,2
K ⁺	4610,0	117,90	117,90	3,4
Ca ²⁺	110,0	2,75	5,50	0,2
Mg ²⁺	75,0	3,09	6,18	0,2
SUMME	71795,0	3038,08	3043,92	100,0
ANIONIEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	96400,0	2719,09	2719,09	*
SO ₄ ²⁻	26700,0	277,96	555,92	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	123100,0	2997,05	3275,01	*
KATIONEN + ANIONIEN 194895,0 mg/l 6035,13 mmol/l 6318,93 meq/l				
IONENBILANZFEHLER (3,7 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	B = 206000,0	Ba = 181,0	Cd = n.b.	Co = 10,0	Cr = 11,0
Cu = 19,0	Fe = 124,0	Mn = 98,0	Ni = n.b.	P = 54300,0	Pb = 69,0
Sr = 567,0	Zn = 31,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 1,1766 g/cm³ Abdampfdruckstand: 242,8 g/l
 Gesamthärte (GH): 5,84 mmol/l bzw. 32,8 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO ₃ ⁻	1,65 mg/l	NO ₂ ⁻	0,42 mg/l	NH ₄ ⁺	0,3 mg/l	SiO ₂	7,93 mg/l	Sulfid	n.a.
------------------------------	-----------	------------------------------	-----------	------------------------------	----------	------------------	-----------	--------	------

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 2801 dc			
Probenahme	Ort:	Yihelgedede	SKS - Nr.:
	Uhrzeit:	18:00	S 28 YIH
	Original - Nr.:	Ho 950919-1	Datum:
	Entnahmehöhe:	1,0 m	19.09.95
	Klassifizierung:	Sewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, aus der Tiefe m. W.-schöpfer ca. in Seemitte	Geogr. Koordinaten:
	Färbung(visuell):	farblos	39°46'N 102°09'E
Sensorik	Trübung(visuell):	schwach	Vertikalprofil V 28-1
	Geruch:	ohne	
	Bodensatz:		
	Geschmack:	stark salzig	
Physikalische Parameter	Temperatur:	25,3 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):
	pH-Wert:	9,7	O ₂ -Gehalt (mg/l):
	Leitfähigkeit:	180,5 mS/cm	Sättigung:
			77 %

Proben - Nr.: S 2802 dc

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	66800,0	2905,64	2905,64	95,8
K ⁺	4590,0	117,39	117,39	3,9
Ca ²⁺	80,5	2,01	4,02	0,1
Mg ²⁺	80,2	3,30	6,60	0,2
SUMME				100,0
ANIONIEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	92200,0	2600,63	2600,63	*
SO ₄ ²⁻	23600,0	245,69	491,38	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	115800,0	2846,32	3092,01	*
KATIONEN + ANIONIEN 187350,7 mg/l 5874,66 mmol/l 6125,66 meq/l				
IONENBILANZFEHLER (1,0 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 30,0	B = 209000,0	Ba = 172,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 10,0
Cu = n.b.	Fe = 121,0	Mn = 108,0	Ni = n.b.	P = 43700,0	Pb = 55,0
Sr = 553,0	Zn = 19,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 1,1731 g/cm³ Abdampfdruckstand: 243,8 g/l
 Gesamthärte (GH): 5,31 mmol/l bzw. 29,8 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO ₃ ⁻	4,3 mg/l	NO ₂ ⁻	0,03 mg/l	NH ₄ ⁺	0,24 mg/l	SiO ₂	2,85 mg/l	Sulfid	n.a.
------------------------------	----------	------------------------------	-----------	------------------------------	-----------	------------------	-----------	--------	------

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 2802 dc			
Probenahme	Ort:	Yihelgedede	SKS - Nr.:
	Uhrzeit:	13:00	S 28 YIH
	Original - Nr.:	Ho 950919-2	Datum:
	Entnahmehöhe:	2,5 m	19.09.95
	Klassifizierung:	Sewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, aus def. Tiefe m. W.-schöpfer ca. in Seemitte	Geogr. Koordinaten:
	Färbung(visuell):	farblos	39°46'N 102°09'E
Sensorik	Trübung(visuell):	schwach	Vertikalprofil V 28-1
	Geruch:	ohne	
	Bodensatz:	viele Algen	
	Geschmack:	stark salzig	
Physikalische Parameter	Temperatur:	26,6 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):
	pH-Wert:	9,7	O ₂ -Gehalt (mg/l):
	Leitfähigkeit:	181,0 mS/cm	Sättigung:
			202 %

Proben - Nr.: S 2803 dc

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	67200,0	2923,04	2923,04	96,3
K ⁺	4620,0	118,15	118,15	3,4
Ca ²⁺	112,0	2,79	5,58	0,2
Mg ²⁺	46,6	1,92	3,84	0,1
SUMME				100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	91800,0	2589,34	2589,34	*
SO ₄ ²⁻	24000,0	249,85	499,70	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	115800,0	2839,19	3089,04	*
KATIONEN + ANIONEN	187778,6 mg/l	5884,19 mmol/l	6139,65 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	(0,6 %)*			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = 170,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 23,0
Cu = n.b.	Fe = 87,0	Mn = 93,0	Ni = n.b.	P = 32000,0
Sr = 535,0	Zn = 13,0			Pb = 67,0

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C:	1,1763 g/cm ³	Abdampfdruckstand:	245,0 g/l
Gesamthärte (GH):	4,71 mmol/l bzw. 26,4 °dGH	Beurteilung der GH:	sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO ₃ ⁻	1,58 mg/l	NO ₂ ⁻	0,54 mg/l	NH ₄ ⁺	0,3 mg/l	SiO ₂	8,3 n.a.	Sulfid	0,13 mg/l
------------------------------	-----------	------------------------------	-----------	------------------------------	----------	------------------	----------	--------	-----------

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlers wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen)
 können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S.2803.dc

Probenahme	Ort:	Ytheljgede	SKS - Nr.:	S 28 YIH
	Uhrzeit:	18:00	Datum:	19.09.95
	Original - Nr.:	Ho 950919-3	Geogr. Koordinaten:	39°46'N 102°09'E
	Entnahmetiefe:	5 m	Entnahmestelle:	Vertikalprofil V 28-1
	Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, aus def. Tiefe m. W.-schöpfer ca. in Seemitte		
Sensorik	Färbung(visuell):	farblos	Farblon:	-
	Trübung(visuell):	schwach	Bodensatz:	-
	Geruch:	ohne	Geschmack:	stark salzig
Physikalische Parameter	Temperatur:	24,1 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	9,7	O ₂ -Gehalt (mg/l):	0,1
	Leitfähigkeit:	181,4 mS/cm	Sättigung:	1%

Proben - Nr.: S 3401 db

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	35000,0	1522,41	1522,41	92,4
K ⁺	4400,0	112,53	112,53	6,9
Ca ²⁺	10,0	0,25	0,50	0,0
Mg ²⁺	150,0	6,15	12,30	0,7
SUMME	39560,0	1641,34	1647,74	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	27620,0	779,11	779,11	47,3
SO ₄ ²⁻	10845,0	112,91	225,82	13,7
NO ₃ ⁻	22,5	0,36	0,36	0,0
HCO ₃ ⁻	5524,0	90,53	90,53	5,5
CO ₃ ²⁻	16635,0	275,57	551,14	33,5
PO ₄ ³⁻	0,4	0,004	0,013	0,0
SUMME	60546,9	1258,484	1646,973	100,0
KATIONEN + ANIONEN	100106,9 mg/l	2899,824 mmol/l	3294,713 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	0,0 %			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = 131420,0	Ba = 270,0	Cd = 272,0	Co = n.b.	Cr = 433,0
Cu = 929,0	Fe = 64,0	Mn = 533,0	Ni = n.b.	P = n.a.	Pb = 2222,0
Sr = 1024,0	Zn = n.b.				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C:	1,0735 g/cm ³	Abdampfdruckstand:	99,0 g/l
Gesamthärte (GH):	6,40 mmol/l bzw. 35,9 °dGH	Beurteilung der GH:	sehr hart

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: S 3401 db

Probenahme	Ort:	Camp 4, Nouertu	SKS - Nr.:	S 34 NUO
	Uhrzeit:	-	Datum:	18.09.94
	Original - Nr.:	Ho 940918-1	Geogr. Koordinaten:	39° 46' N 102° 28' E
	Entnahmetiefe:	-0,2 m	Entnahmestelle:	Vertikalprofil V 34-3
	Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche in Seemitte		
Sensorik	Färbung(visuell):	farblos	Farblon:	-
	Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	-
	Geruch:	ohne	Geschmack:	stark salzig
Physikalische Parameter	Temperatur:	20,4 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	10	O ₂ -Gehalt (mg/l):	5,3
	Leitfähigkeit:	91,1 mS/cm	Sättigung:	87,10%

Proben - Nr.: S 3402 dc

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	35500,0	1544,16	1544,16	92,3
K ⁺	4500,0	115,08	115,08	6,9
Ca ²⁺	16,0	0,40	0,80	0,0
Mg ²⁺	159,0	6,55	13,10	0,8
SUMME	40175,0	1666,19	1673,22	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	27860,0	785,83	785,83	47,1
SO ₄ ²⁻	11160,0	116,16	232,32	13,9
NO ₃ ⁻	21,8	0,35	0,35	0,0
HCO ₃ ⁻	7145,0	117,12	117,12	7,0
CO ₃ ²⁻	16040,0	267,32	534,64	32,0
PO ₄ ³⁻	0,8	0,008	0,024	0,0
SUMME	62227,6	1286,788	1670,284	100,0
KATIONEN + ANIONEN 102402,6 mg/l 2953,014 mmol/l 3343,494 meq/l				
IONENBILANZFEHLER 0,1 %				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.a.	B = n.a.	Ba = n.a.	Cd = n.a.	Co = n.a.	Cr = n.a.
Cu = n.a.	Fe = n.a.	Mn = n.a.	Ni = n.a.	P = n.a.	Pb = n.a.
Sr = n.a.	Zn = n.a.				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 1,0760 g/cm³ Abdampfdruckstand: 97,2 g/l
 Gesamthärte (GH): 6,95 mmol/l bzw. 39,0 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert

Proben - Nr.: S 3402 dc

Ort:	Camp 4, Nouertu	SKS - Nr.:	S 34 NUO
Uhrzeit:	-	Datum:	18.09.94
Original - Nr.:	Ho 940918-2	Geogr. Koordinaten:	39° 46' N 102° 28' E
Entnahmetiefe:	-3,0 m	Entnahместelle:	Vertikalprofil V 34-3
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Probe aus der Tiefe in Seemitte		
Färbung(visuell):	farblos	Farblton:	-
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	stark salzig
Temperatur:	20,2 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	
pH-Wert:	10	O ₂ -Gehalt (mg/l):	5,2
Leitfähigkeit:	90,6 mS/cm	Sättigung:	85%

Proben - Nr.: S 3403 dc

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	32250,0	1402,80	1402,80	91,8
K ⁺	4350,0	111,25	111,25	7,4
Ca ²⁺	10,0	0,25	0,50	0,0
Mg ²⁺	153,0	6,30	12,60	0,8
SUMME	36763,0	1520,60	1527,15	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	27800,0	784,34	784,34	47,1
SO ₄ ²⁻	10845,0	112,91	225,82	13,6
NO ₃ ⁻	22,0	0,35	0,35	0,0
HCO ₃ ⁻	7238,0	118,62	118,62	7,2
CO ₃ ²⁻	16040,0	267,32	534,64	32,1
PO ₄ ³⁻	0,8	0,008	0,024	0,0
SUMME	61945,8	1283,548	1663,794	100,0
KATIONEN + ANIONEN 98708,8 mg/l 2804,148 mmol/l 3190,944 meq/l				
IONENBILANZFEHLER 4,3 %				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.a.	B = n.a.	Ba = n.a.	Cd = n.a.	Co = n.a.	Cr = n.a.
Cu = n.a.	Fe = n.a.	Mn = n.a.	Ni = n.a.	P = n.a.	Pb = n.a.
Sr = n.a.	Zn = n.a.				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 1,0760 g/cm³ Abdampfdruckstand: 98,0 g/l
 Gesamthärte (GH): 6,55 mmol/l bzw. 36,7 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert

Proben - Nr.: S 3403 dc

Ort:	Camp 4, Nouertu	SKS - Nr.:	S 34 NUO
Uhrzeit:	-	Datum:	18.09.94
Original - Nr.:	Ho 940918-3	Geogr. Koordinaten:	39° 46' N 102° 28' E
Entnahmetiefe:	-7,0 m	Entnahместelle:	Vertikalprofil V 34-3
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Probe aus der Tiefe in Seemitte		
Färbung(visuell):	farblos	Farblton:	-
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	-
Temperatur:	20,2 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	
pH-Wert:	9,9	O ₂ -Gehalt (mg/l):	5,6
Leitfähigkeit:	91,3 mS/cm	Sättigung:	89%

Proben - Nr.: S 3701 da

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	81000,0	3523,30	3523,30	95,0
K ⁺	6900,0	176,46	176,46	4,7
Ca ²⁺	124,0	3,09	6,18	0,2
Mg ²⁺	33,2	1,37	2,74	0,1
SUMME	88057,2	3704,22	3708,68	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	101000,0	2848,84	2848,84	*
SO ₄ ²⁻	43300,0	450,77	901,54	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	144300,0	3299,61	3750,38	*

KATIONEN + ANIONEN 232357,2 mg/l 7003,83 mmol/l 7459,06 meq/l
 IONENBILANZFEHLER (0,6 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = 140,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 27,0
Cu = n.b.	Fe = 309,0	Mn = 86,0	Ni = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 447,0	Zn = n.b.			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,2234 g/cm³ Abdampfdruckstand: 311,6g/l
 Gesamthärte (GH): 4,46 mmol/l bzw. 25,0 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

Photometer LASA 2 plus

NO₃⁻ 3,7 mg/l NO₂⁻ n.b. NH₄⁺ 0,15 mg/l SiO₂ 3,28 mg/l Sulfid n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 3701 da

Probenahme	Ort: Taolaitu	SKS - Nr.:	S 37 TAO
Uhrzeit:	14:00	Datum:	18.09.95
Original - Nr.:	Ho 590918-1	Geogr. Koordinaten:	39°44'N 102°12'E
Entnahmetiefe:	10 cm	Entnahmestelle:	Seeufer
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer		
Färbung (visuell):	farblos	Farblon:	-
Trübung (visuell):	schwach	Bodensatz:	leichter Bodensatz
Geruch:	ohne	Geschmack:	stark salzig
Physikalische Parameter	Temperatur:	gelöste Feststoffe (mg/l): -	
	pH-Wert:	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	Sättigung:	-

Proben - Nr.: S 3404 dc

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	34750,0	1511,54	1511,54	92,5
K ⁺	4325,0	110,61	110,61	6,8
Ca ²⁺	11,0	0,28	0,56	0,0
Mg ²⁺	136,0	5,60	11,20	0,7
SUMME	39222,0	1628,03	1633,91	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	28200,0	795,54	795,54	50,7
SO ₄ ²⁻	10720,0	111,62	223,24	14,2
NO ₃ ⁻	25,0	0,40	0,40	0,0
HCO ₃ ⁻	4860,0	79,71	79,71	5,1
CO ₃ ²⁻	14115,0	235,22	470,44	30,0
PO ₄ ³⁻	0,3	0,003	0,009	0,0
SUMME	57920,3	1222,493	1569,339	100,0

KATIONEN + ANIONEN 97142,3 mg/l 2850,523 mmol/l 3203,249 meq/l
 IONENBILANZFEHLER 2,0 %

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = 127518,0	Cd = 238,0	Co = n.b.	Cr = 635,0
Cu = 669,0	Fe = n.b.	Mn = 388,0	Ni = n.b.	Pb = 2103,0
Sr = 1026,0	Zn = n.b.			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,0744 g/cm³ Abdampfdruckstand: 97,0 g/l
 Gesamthärte (GH): 5,88 mmol/l bzw. 33,0 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: S 3404 dc

Probenahme	Camp 4, Nouertu	SKS - Nr.:	S 34 NUO
Uhrzeit:	-	Datum:	18.09.94
Original - Nr.:	Ho 940918-4	Geogr. Koordinaten:	39° 46' N 102° 28' E
Entnahmetiefe:	-14,80 m	Entnahmestelle:	Vertikalprofil V 34-3
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Probe aus def. Tiefe in Seemitte		
Färbung (visuell):	farblos	Farblon:	-
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter	Temperatur:	gelöste Feststoffe (mg/l): -	
	pH-Wert:	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	Sättigung:	-

Proben - Nr.: G 0101 ac

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	138,0	6,00	6,00	57,8
K ⁺	20,5	0,52	0,52	5,1
Ca ²⁺	27,6	0,69	1,38	13,3
Mg ²⁺	30,0	1,23	2,46	23,8
SUMME	216,1	8,44	10,36	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	167,0	4,71	4,71	*
SO ₄ ²⁻	120,0	1,25	2,50	*
NO ₃ ⁻	55,0	0,89	0,89	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	342,0	6,85	8,10	*
KATIONEN + ANIONEN 588,1 mg/l				
IONENBILANZFEHLER (12,2 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)				
Al = 37,0	B = n.b.	Ba = 85,0	Cd = n.b.	Co = n.b.
Cu = 23,0	Fe = 27,0	Mn = n.b.	Ni = n.b.	P = n.a.
Sr = 737,0	Zn = 7,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN		
Dichte bei 20°C:	n.g.	Abdampfdruckstand:
Gesamthärte (GH):	1,92 mmol/l bzw. 10,8 °dGH	Beurteilung der GH:
		weich

Anmerkungen
n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
* = Unvollständige Wasseranalyse; wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: G 0101 ac				
Ort:	Hof Salhenail	SKS - Nr.:	S 01 SAI	
Uhrzeit:		Datum:	03.10.1995	
Original - Nr.:	Jß w851003-2	Geogr. Koordinaten:	39° 58' N 102° 13' E	
Entnahmestelle:	Wasserspiegel - 1,5m GOK	Entnahmestelle:	Brunnen	
Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus Schichtbrunnen, Ausbau unbekannt			
Färbung (visuell):	ohne	Farbton:	ohne	
Trübung (visuell):	ohne	Bodensatz:	einige Partikel	
Geruch:	ohne	Geschmack:		
Temperatur:		gelöste Feststoffe (mg/l):	860	
pH-Wert:	8,4	O ₂ -Gehalt (mg/l):		
Leitfähigkeit:	1,18 mS/cm	Sättigung:		

Proben - Nr.: G 0501 ac

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	58,9	2,56	2,56	36,7
K ⁺	16,5	0,42	0,42	6,0
Ca ²⁺	47,2	1,18	2,36	33,6
Mg ²⁺	20,2	0,83	1,66	23,7
SUMME	142,8	4,99	7,00	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	70,5	1,99	1,99	*
SO ₄ ²⁻	58,5	0,61	1,22	*
NO ₃ ⁻	4,4	0,07	0,07	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	133,4	2,67	3,28	*
KATIONEN + ANIONEN 276,2 mg/l				
IONENBILANZFEHLER (45,0 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)				
Al = n.b.	B = n.b.	Ba = 89,0	Cd = n.b.	Co = n.b.
Cu = n.b.	Fe = n.b.	Mn = 4,0	Ni = n.b.	P = 214
Sr = 743,0	Zn = 4,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN		
Dichte bei 20°C:	n.g.	Abdampfdruckstand:
Gesamthärte (GH):	2,01 mmol/l bzw. 11,3 °dGH	Beurteilung der GH:
		mittel hart

Anmerkungen
n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
* = Unvollständige Wasseranalyse; wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: G 0501 ac				
Ort:	Banungelike	SKS - Nr.:	S05 BAR	
Uhrzeit:		Datum:	03.10.1995	
Original - Nr.:	Jß w851003-1	Geogr. Koordinaten:	39° 55' N 102° 08' E	
Entnahmestelle:	Wasserspiegel 2,0 m	Entnahmestelle:	ausgebauter Brunnen	
Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus Schichtbrunnen, Ausbau unbekannt			
Färbung (visuell):	schwach	Farbton:	gelblich	
Trübung (visuell):	ohne	Bodensatz:	einige Partikel	
Geruch:	ohne	Geschmack:		
Temperatur:		gelöste Feststoffe (mg/l):	540	
pH-Wert:	8,5	O ₂ -Gehalt (mg/l):		
Leitfähigkeit:	0,73 mS/cm	Sättigung:		

Proben - Nr.: G 0801 ac

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	168,0	7,31	7,31	59,8
K ⁺	26,8	0,69	0,69	5,6
Ca ²⁺	43,6	1,09	2,18	17,8
Mg ²⁺	24,9	1,02	2,04	16,8
SUMME	263,3	10,11	12,22	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	142,0	4,01	4,01	*
SO ₄ ²⁻	138,0	1,44	2,88	*
NO ₃ ⁻	8,9	0,14	0,14	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	288,9	5,59	7,03	*
KATIONEN + ANIONEN	552,2 mg/l	15,7 mmol/l	19,25 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	(27,0 %)*			

SPURENELEMENTE (µg/l)					
Al = n.b.	B = n.b.	Ba = 189,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = n.b.	Mn = 3,0	Ni = n.b.	P = 143,0	Pb = n.b.
Sr = 2640,0	Zn = n.b.				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN		
Dichte bei 20°C:	n.g.	Abdampfdruckstand: n.g.
Gesamthärte (GH):	2,11 mmol/l bzw. 11,8 °dGH	Beurteilung der GH: mittel/hart

Anmerkungen
n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
* = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: G 0801 ac		
Ort:	See Ekerijlin	SKS - Nr.: S 08 EXE
Uhrzeit:	-	Datum: 02.10.1995
Original - Nr.:	JÄ w951002-5	Geogr. Koordinaten: 39° 53' N 102° 08' E
Entnahmestelle:	-	Entnahmestelle: Brunnen (ungenutzt)
Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus Schachbrunnen, Ausbau unbekannt	
Färbung(visuell):	schwach	Farblösung: gelblich
Trübung(visuell):	ohne	Bodensatz: einige Partikel
Geruch:	ohne	Geschmack: -
Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l): 970
pH-Wert:	8,5	O ₂ -Gehalt (mg/l): -
Leitfähigkeit:	1,33 mS/cm	Sättigung: -

Proben - Nr.: G 2401 ac

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	58,0	2,52	2,52	44,5
K ⁺	9,4	0,24	0,24	4,2
Ca ²⁺	25,6	0,64	1,28	22,5
Mg ²⁺	19,7	0,81	1,62	28,8
SUMME	112,7	4,21	5,66	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	56,5	1,60	1,60	28,8
SO ₄ ²⁻	64,2	0,67	1,34	24,1
NO ₃ ⁻	39,5	0,64	0,64	11,5
HCO ₃ ⁻	120,0	1,97	1,97	35,5
CO ₃ ²⁻	n.b.			
PO ₄ ³⁻	0,1	0,001	0,003	0,1
SUMME	280,3	4,881	5,553	100,0
KATIONEN + ANIONEN	393,0 mg/l	9,091 mmol/l	11,213 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	1,0 %			

SPURENELEMENTE (µg/l)					
Al = n.b.	B = 193,0	Ba = 29,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 2,0
Cu = n.b.	Fe = n.b.	Mn = 3,0	Ni = 1,0	P = n.a.	Pb = n.b.
Sr = 609,0	Zn = 51,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN		
Dichte bei 20°C:	0,9980 g/cm ³	Abdampfdruckstand: 0,3 g/l
Gesamthärte (GH):	1,45 mmol/l bzw. 8,1 °dGH	Beurteilung der GH: weich

Anmerkungen
n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: G 2401 ac		
Ort:	in Badanjaren Brunnen d. Lama	SKS - Nr.: S 24 BAD
Uhrzeit:	11:00	Datum: 29.09.94
Original - Nr.:	Ho 940929-1	Geogr. Koordinaten: 39° 48' N 102° 25' E
Entnahmestelle:	-2,0 m GOK	Entnahmestelle: -
Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus Schachbrunnen, Ausbau unbekannt	
Färbung(visuell):	farblös	Farblösung: -
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz: ohne
Geruch:	ohne	Geschmack: schwach süßlich
Temperatur:	18,6 °C	gelöste Feststoffe (mg/l): 339
pH-Wert:	7,8	O ₂ -Gehalt (mg/l): 4,7
Leitfähigkeit:	0,49 mS/cm	Sättigung: 72 %

Proben - Nr.: G 2402 ac

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	128,0	5,57	5,57	58,7
K ⁺	12,4	0,32	0,32	3,3
Ca ²⁺	32,1	0,80	1,60	16,9
Mg ²⁺	24,3	1,00	2,00	21,1
SUMME	196,8	7,69	9,49	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	119,5	3,37	3,37	35,2
SO ₄ ²⁻	92,2	0,96	1,92	20,0
NO ₃ ⁻	131,3	2,12	2,12	22,1
HCO ₃ ⁻	132,4	2,17	2,17	22,6
CO ₃ ²⁻	n.b.			
PO ₄ ³⁻	0,2	0,002	0,006	0,1
SUMME	475,6	8,622	9,586	100,0
KATIONEN + ANIONEN	672,4 mg/l	16,312 mmol/l	19,076 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	0,5 %			

SPURENELEMENTE (µg/l)				
Al = n.a.	B = n.a.	Ba = n.a.	Cd = n.a.	Co = n.a.
Cu = n.a.	Fe = 180,0	Mn = n.b.	Ni = n.a.	P = n.a.
Sr = n.a.	Zn = n.a.			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN		
Dichte bei 20°C:	0,9980 g/cm ³	Abdampfdruckstand: 0,6 g/l
Gesamthärte (GH):	1,80 mmol/l bzw. 10,1 °dGH	Beurteilung der GH: weich

Anmerkungen
n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: G 2402 ac		
Ort:	Dorfburgen in Badain Jaran	SKS - Nr.: S 24 BAD
Uhrzeit:	11:00	Datum: 29.09.94
Original - Nr.:	Ho 940929-2	Geogr. Koordinaten: 39° 48' N 102° 25' E
Entnahmestelle:	-2,0 m GOK	Dorfburgen
Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus Schächtblöcken, Ausbau unbekannt	
Färbung (visuell):	farblos	Farblösung: -
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz: ohne
Geruch:	ohne	Geschmack: ohne
Physikalische Parameter	Temperatur: 18,6 °C	gelbste Feststoffe (mg/l): 605
	pH-Wert: 8,3	O ₂ -Gehalt (mg/l):
	Leitfähigkeit: 0,87 mS/cm	Sättigung:

Proben - Nr.: G 3401 aa

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	50,0	2,17	2,17	42,2
K ⁺	7,9	0,20	0,20	3,9
Ca ²⁺	26,6	0,66	1,32	25,8
Mg ²⁺	17,6	0,72	1,44	28,1
SUMME	102,1	3,75	5,13	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	64,0	1,81	1,81	31,1
SO ₄ ²⁻	57,6	0,60	1,20	20,6
NO ₃ ⁻	51,7	0,83	0,83	14,4
HCO ₃ ⁻	120,1	1,97	1,97	33,9
CO ₃ ²⁻	n.b.			
PO ₄ ³⁻	0,1	0,001	0,003	0,0
SUMME	293,5	5,211	5,813	100,0
KATIONEN + ANIONEN	395,6 mg/l	8,961 mmol/l	10,943 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	6,2 %			

SPURENELEMENTE (µg/l)				
Al = 103,0	B = 228,0	Ba = 81,0	Cd = 6,0	Co = n.b.
Cu = 26,0	Fe = 5,0	Mn = 8,0	Ni = n.b.	P = n.a.
Sr = 615,0	Zn = 9,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN		
Dichte bei 20°C:	0,9981 g/cm ³	Abdampfdruckstand: 0,3 g/l
Gesamthärte (GH):	1,38 mmol/l bzw. 7,7 °dGH	Beurteilung der GH: weich

Anmerkungen
n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: G 3401 aa		
Ort:	Camp 4, Nouertu	SKS - Nr.: S 34 NUO
Uhrzeit:	ca. 17:00	Datum: 19.09.94
Original - Nr.:	Ho 940919-1	Geogr. Koordinaten: 39° 46' 42" N 102° 28' 11" E
Entnahmestelle:	-	Entnahmestelle: Brunnen im Garten
Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus Schächtblöcken, mit Hobbletem verschall	
Färbung (visuell):	farblos	Farblösung: -
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz: -
Geruch:	ohne	Geschmack: -
Physikalische Parameter	Temperatur: 18,5 °C	gelbste Feststoffe (mg/l): 400
	pH-Wert: 8,1	O ₂ -Gehalt (mg/l):
	Leitfähigkeit: 0,57 mS/cm	Sättigung:

Proben - Nr.: G 3403 ac

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	54,8	2,39	2,39	46,0
K ⁺	5,7	0,15	0,15	2,8
Ca ²⁺	25,4	0,63	1,26	24,5
Mg ²⁺	16,8	0,69	1,38	26,7
SUMME	102,7	3,86	5,18	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	62,5	1,76	1,76	*
SO ₄ ²⁻	87,6	0,91	1,82	*
NO ₃ ⁻	49,1	0,79	0,79	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	199,2	3,46	4,37	*

KATIONEN + ANIONEN IONENBILANZFEHLER	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]
	301,9	7,32	9,55

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 90,0	B = n.b.	Ba = 74,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 34,0
Cu = n.b.	Fe = 104,0	Mn = 13,0	Ni = n.b.	P = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 581,0	Zn = 26,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 1,32 mmol/l bzw. 7,4 °dGH
 (Ca²⁺ + Mg²⁺)
 Abdampfrückstand: n.g.
 Beurteilung der GH: weich

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻: 47,0 mg/l NO₂⁻: 0,07 mg/l NH₄⁺: 0,12 mg/l SiO₂: n.a. Sulfid: n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine Prozentualangaben gemacht werden

Proben - Nr.: G 3403 ac

Probenahme	Ort:	Nouertu	SKS - Nr.:	S 34 NUO
	Uhrzeit:	-	Datum:	07.10.95
	Original - Nr.:	Ho 951007-2	Geogr. Koordinaten:	39°46'N 102°28'E
	Entnahmestelle:	-	Entnahmestelle:	Gartenbrunnen
	Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus Schachtbrunnen, Ausbau unbekannt		
Sensorik	Färbung(visuell):	farblos	Farbton:	-
	Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	keiner
	Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter	Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	422
	pH-Wert:	8,3	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	0,579 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: G 3402 ab

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	70,7	3,08	3,08	45,9
K ⁺	12,2	0,31	0,31	4,7
Ca ²⁺	31,9	0,80	1,60	23,8
Mg ²⁺	20,9	0,86	1,72	25,6
SUMME	135,7	5,05	6,71	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	68,6	1,94	1,94	30,0
SO ₄ ²⁻	75,2	0,78	1,56	24,1
NO ₃ ⁻	7,3	0,12	0,12	1,9
HCO ₃ ⁻	173,9	2,85	2,85	44,0
CO ₃ ²⁻	n.b.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	325,0	5,69	6,47	100,0

KATIONEN + ANIONEN IONENBILANZFEHLER	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]
	460,7	107,4	13,18

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	B = n.b.	Ba = 38,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = 25,0	Fe = 666,0	Mn = 137,0	Ni = n.b.	P = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 557,0	Zn = 291,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 1,66 mmol/l bzw. 9,3 °dGH
 Abdampfrückstand: n.g.
 Beurteilung der GH: weich

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻: 7,2 mg/l NO₂⁻: 0,15 mg/l NH₄⁺: 0,12 mg/l SiO₂: n.a. Sulfid: n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen

Proben - Nr.: G 3402 ab

Probenahme	Ort:	Nouertu	SKS - Nr.:	S 34 NUO
	Uhrzeit:	-	Datum:	07.10.95
	Original - Nr.:	Ho 951007-3	Geogr. Koordinaten:	39°46'N 102°28'E
	Entnahmestelle:	-	Entnahmestelle:	Hausbrunnen
	Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus Schachtbrunnen, mit Steinen verschalt		
Sensorik	Färbung(visuell):	farblos	Farbton:	-
	Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	keiner
	Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter	Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	523
	pH-Wert:	8,1	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	0,719 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: G 3701 ac

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	232,0	10,09	10,09	88,0
K ⁺	10,0	0,26	0,26	2,2
Ca ²⁺	9,9	0,25	0,50	4,3
Mg ²⁺	7,7	0,32	0,64	5,5
SUMME	259,6	10,92	11,49	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	187,0	5,28	5,28	*
SO ₄ ²⁻	148,0	1,54	3,08	*
NO ₃ ⁻	30,0	0,48	0,48	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	365,0	7,30	8,84	*
KATIONEN + ANIONEN				
	624,6 mg/l	18,22 mmol/l	20,33 meq/l	
IONENBILANZFEHLER (13,0 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = 31,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 55,0
Cu = 52,0	Fe = 41,0	Mn = n.b.	Ni = n.b.	P = n.a.
Sr = 277,0	Zn = 19,0			Pb = n.b.

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 0,57 mmol/l bzw. 3,2 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: sehr weich

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ 27,5 mg/l NO₂⁻ 0,06 mg/l NH₄⁺ 0,12 mg/l SiO₂ 24,8 mg/l Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: G 3701 ac				
Probenahme Ort:	Taoliatu	SKS - Nr.:	S 37 TAO	
Uhrzeit:	14:00	Datum:	18.09.95	
Original - Nr.:	Ho 950918-2	Geogr. Koordinaten:	39°44'N 102°12'E	
Entnahmetiefe:		Entnahmetstelle:	Brunnen	
Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus Schichtbaunnen, Ausbau unbekannt	Farbton:		
Färbung (visuell):	farblos	Bodensatz:	minimal, wenige Krümel	
Trübung (visuell):	klar	Geschmack:	ohne	
Geruch:	ohne			
Physikalische Parameter		gelöste Feststoffe (mg/l):	-	
Temperatur:	-	pH-Wert:	8,7	
Leitfähigkeit:	2,3 mS/cm	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-	
		Sättigung:	-	

Proben - Nr.: G 8701 ac

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	94,5	4,11	4,11	44,3
K ⁺	8,0	0,21	0,21	2,2
Ca ²⁺	66,7	1,66	3,32	35,9
Mg ²⁺	19,8	0,82	1,64	17,6
SUMME	189,0	6,80	9,28	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	91,6	2,58	2,58	*
SO ₄ ²⁻	54,3	0,56	1,12	*
NO ₃ ⁻	8,0	0,13	0,13	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	153,9	3,27	3,83	*
KATIONEN + ANIONEN				
	342,9 mg/l	10,07 mmol/l	13,11 meq/l	
IONENBILANZFEHLER (45,8 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	B = n.b.	Ba = 130,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = 28,0	Fe = 3,0	Mn = 3,0	Ni = n.b.	P = n.a.	Pb = n.b.
Sr = 1150,0	Zn = 5,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 2,48 mmol/l bzw. 13,9 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: mittel hart

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: G 8701 ac				
Probenahme Ort:		SKS - Nr.:	X 87 NON	
Uhrzeit:		Datum:	29.09.1995	
Original - Nr.:	Jä w950928-1	Geogr. Koordinaten:	39° 58' N 101° 48' E	
Entnahmetiefe:	Wasserspiegel -1,5m GOK	Entnahmetstelle:	Brunnenwasser (Schöpfbrunnen)	
Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus Schichtbaunnen, Ausbau unbekannt	Farbton:	gelblich	
Färbung (visuell):	schwach	Bodensatz:	einige Partikel, Schwebstoffe	
Trübung (visuell):	ohne	Geschmack:	-	
Geruch:	ohne			
Physikalische Parameter		gelöste Feststoffe (mg/l):	705	
Temperatur:	-	pH-Wert:	8,1	
Leitfähigkeit:	0,96 mS/cm	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-	
		Sättigung:	-	

Proben - Nr.: G 8901 ac

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	70,2	3,05	3,05	50,7
K ⁺	0,24	0,24	0,24	3,9
Ca ²⁺	28,5	0,71	1,42	23,6
Mg ²⁺	16,0	0,66	1,32	21,8
SUMME	123,9	4,66	6,03	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	73,4	2,07	2,07	*
SO ₄ ²⁻	56,9	0,59	1,18	*
NO ₃ ⁻	10,0	0,16	0,16	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	140,3	2,82	3,42	*
KATIONEN + ANIONEN				
		264,2 mg/l	7,48 mmol/l	9,45 meq/l
IONENBILANZFEHLER				
		(27,6 %)*		

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = 88,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 14,0	Mn = n.b.	Ni = n.b.	P = 365,0
Sr = 631,0	Zn = 4,0			Pb = n.b.

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g.

Gesamthärte (GH): 1,37 mmol/l bzw. 7,7 °dGH

Abdampfdruckstand: n.g.

Beurteilung der GH: weich

Anmerkungen
n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
* = Unvollständige Wasseranalyse; wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: G 8901 ac

Ort:	-	SKS - Nr.:	X 89 NON
Uhrzeit:	-	Datum:	30.09.1995
Original - Nr.:	J4 w950930-1	Geogr. Koordinaten:	39° 55' N 101° 57' E
Entnahmetiefe: Wasserspiegel -1,5m GOK		Entnahmetiefe:	gefälfter Brunnen
Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus Schachbrunnen, Ausbau unbekannt		
Färbung (visuell):	schwach	Farbton:	gelblich
Trübung (visuell):	schwach	Bodensatz: zahlr. Schebstoffpartikel	
Geruch:	ohne	Geschmack:	-
Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	485
pH-Wert:	8,3	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
Leitfähigkeit:	0,66 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: G 8902 ba

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	83,0	3,61	3,61	14,7
K ⁺	33,8	0,87	0,87	3,5
Ca ²⁺	31,2	0,78	1,56	6,3
Mg ²⁺	225,0	9,26	18,52	75,5
SUMME	373,0	14,52	24,56	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	116,0	3,27	3,27	*
SO ₄ ²⁻	5,1	0,05	0,10	*
NO ₃ ⁻	5,8	0,09	0,09	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	126,9	3,41	3,46	*
KATIONEN + ANIONEN				
		499,9 mg/l	17,93 mmol/l	28,02 meq/l
IONENBILANZFEHLER				
		(75,3 %)*		

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	B = 703,0	Ba = 101,0	Cd = 7,0	Co = n.b.	Cr = 17,0
Cu = n.b.	Fe = 10,0	Mn = 7,0	Ni = n.b.	P = n.a.	Pb = n.b.
Sr = 5280,0	Zn = n.b.				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g.

Gesamthärte (GH): 10,04 mmol/l bzw. 56,3 °dGH

Abdampfdruckstand: n.g.

Beurteilung der GH: sehr hart

Anmerkungen
n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
* = Unvollständige Wasseranalyse; wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: G 8902 ba

Ort:	-	SKS - Nr.:	X 89 NON
Uhrzeit:	-	Datum:	01.10.1995
Original - Nr.:	J4 w951001-1	Geogr. Koordinaten:	39° 54' N 101° 58' E
Entnahmetiefe: Wasserspiegel -0,7m GOK		Entnahmetiefe: GW aus gegr. Wasserloch	
Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus offenem Brunnen, unmittelbar vor der Probeahme gegraben		
Färbung (visuell):	schwach	Farbton:	gelblich-rtub
Trübung (visuell):	stark	Bodensatz: zahlr. Partikel, Trüb l	
Geruch:	ohne	Geschmack:	-
Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	1400
pH-Wert:	8,1	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
Leitfähigkeit:	1,92 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: G 9001 ac

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	98,7	4,29	4,29	61,4
K ⁺	13,5	0,35	0,35	4,9
Ca ²⁺	23,1	0,58	1,16	16,5
Mg ²⁺	14,6	0,60	1,20	17,2
SUMME	149,9	5,82	7,00	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	119,0	3,36	3,36	*
SO ₄ ²⁻	88,8	0,92	1,84	*
NO ₃ ⁻	42,2	0,68	0,68	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	250,0	4,96	5,88	*

KATIONEN + ANIONEN 399,9 mg/l 10,78 mmol/l 12,88 meq/l

IONENBILANZFEHLER (8,7 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	B = n.b.	Ba = 72,0	Cd = 3,0	Co = n.b.	Cr = 60,0
Cu = 8,0	Fe = n.b.	Mn = n.b.	Ni = n.b.	P = n.a.	Pb = n.b.
Sr = 730,0	Zn = 4,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 1,18 mmol/l bzw. 6,6 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: weich

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse; wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: G 9001 ac

Ort: Brunnen am Dünentrand (ungenutzt)	SKS - Nr.:	X 90 NON
Uhrzeit: -	Datum:	01.10.1995
Original - Nr.: Jä w951001-2	Geogr. Koordinaten:	39° 52' N 101° 59' E
Entnahmetiefe: Wasserspiegel 2,0 m	Entnahmetiefe: Brunnen am Dünentrand	
Klassifizierung: Grundwasserprobe aus Schichtbrunnen, Ausbau unbekannt		
Färbung (visuell): ohne	Färbton:	ohne
Trübung (visuell): ohne	Bodensatz:	einige Schwebstoffe
Geruch:	Geruch:	-
Temperatur:	gelöste Feststoffe (mg/l):	610
pH-Wert:	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
Leitfähigkeit:	Leitfähigkeit:	0,84 mS/cm

Proben - Nr.: G 9101 ac

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	54,6	2,38	2,38	30,4
K ⁺	7,6	0,20	0,20	2,5
Ca ²⁺	54,3	1,36	2,72	34,7
Mg ²⁺	30,7	1,26	2,52	32,4
SUMME	147,2	5,20	7,82	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	61,0	1,72	1,72	*
SO ₄ ²⁻	181,0	1,88	3,76	*
NO ₃ ⁻	13,8	0,22	0,22	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	255,8	3,82	5,70	*

KATIONEN + ANIONEN 403,0 mg/l 9,02 mmol/l 13,52 meq/l

IONENBILANZFEHLER (15,7 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	B = n.b.	Ba = 94,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 10,0	Mn = n.b.	Ni = n.b.	P = 74,0	Pb = 41,0
Sr = 603,0	Zn = 22,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 2,62 mmol/l bzw. 14,7 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: mittel hart

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse; wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: G 9101 ac

Ort: -	SKS - Nr.:	X 91 NON
Uhrzeit: -	Datum:	05.10.1995
Original - Nr.: Jä w951005-1	Geogr. Koordinaten:	40° 08' N 102° 20' E
Entnahmetiefe: Wasserspiegel -3,6m GOK	Entnahmetiefe: Brunnen (ungenutzt)	
Klassifizierung: Grundwasserprobe aus Schichtbrunnen, Ausbau unbekannt		
Färbung (visuell): ohne	Färbton:	ohne
Trübung (visuell): ohne	Bodensatz:	ohne
Geruch:	Geruch:	-
Temperatur:	gelöste Feststoffe (mg/l):	590
pH-Wert:	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
Leitfähigkeit:	Leitfähigkeit:	0,80 mS/cm

Tab. 42: Liste der Probenahmepunkte für hydrochemische Untersuchungen im südlichen Gewässergebiet und außerhalb des Katastergebietes. Die Labordatenblätter der einzelnen Wasserproben sind in Tab. 43 geordnet nach ihrer Herkunft als Regenwasser- (R-Probe), Quellwasser- (Q-Probe), Seewasser- (S-Probe) und Grundwasserprobe (G-Probe) nach aufsteigenden Katasternummern sortiert.

<u>SKS-Nr.</u>	<u>Name</u>	<u>R-Proben</u>	<u>Q-Proben</u>	<u>S-Proben</u>	<u>G-Proben</u>
S 49	LEX	Lexiketu		S 4901 ab	G 4901 ba
S 50	BAR	Baoritalegai	Q 5001 d Q 5002 d	S 5001 ab S 5002 ac	
S 52	HUL	Hulesitu	Q 5201 a	S 5201 aa	
S 54	NON	No Name		S 5401 aa	
S 55	MUD	Mudanjaran		S 5501 ba	
S 56	MUD	Mudanjaran		S 5601 aa	
S 57	DUN	Dundejaran		S 5701 ba	
S 58	DUN	Dundejaran		S 5801 dd	
S 59	WOM	Womenjaran		S 5901 ba	G 5901 ba
S 60	NUO	Nuoertu		S 6001 ca	G 6001 ba
S 61	DUO	Duohejaran	Q 6101 d	S 6101 ba S 6102 ba	
S 62	DUO	Duohejaran	Q 6201 a	S 6201 aa	
S 63	ZHU	Zhunaogeqin	Q 6301 d	S 6301 aa	
S 64	HAI	Haisanjaran	Q 6401 d	S 6401 ba	
S 65	SUO	Suobojaran		S 6501 aa	
S 66	SUO	Suobojaran	Q 6601 a	S 6601 aa S 6602 aa S 6603 dd	
S 68	SAY	Sayinwusu		S 6801 da	
S 69	SAY	Sayinwusu		S 6901 ba	
S 70	SAY	Sayinwusu		S 7001 cc S 7002 cb	
S 72	SUH	Suhaitu	Q 7201 a	S 7201 da	
S 73	TON	Tonggutü		S 7301 da	G 7301 ac
S 77	HUH	Huhewuzhuer		S 7701 ba S 7702 dd	G 7701 ba
S 78	HUH	Huhewuzhuer		S 7801 ca	
S 79	BAD	Badan		S 7901 da S 7902 da S 7903 dc	G 7901 ba
S 80	BAD	Badan			G 8001 aa
S 81	BAD	Badan	R 8101 a R 8102 a R 8103 a R 8104 a	S 8101 aa S 8102 aa	
S 83	DAH	Dahaizi			G 8301 ba
Pr 84	YAO	Yaohaizi			G 8401 ab
Pr 85	HEI	Heishantou	R 8501 a		G 8501 ab

Probenahmen für hydrochemische Untersuchungen außerhalb des Gewässerkatasters

<u>SKS-Nr.</u>	<u>Name</u>	<u>R-Proben</u>	<u>Q-Proben</u>	<u>S-Proben</u>	<u>G-Proben</u>
	Lanzhou	R 0001 a			
	Yongchang	R 0002 a			
	Jinchang	R 0003 a			
	Basislager (Badain Jaran Shamo)	R 0004 a			
	Basislager (Badain Jaran Shamo)	R 0005 a			
	nördliche Badain Jaran Shamo	R 0006 a			

Tab. 43: Datenblätter der Wasserproben aus dem südlichen Gewässergebiet sowie außerhalb des Katastergebietes mit den Ergebnissen der Laboranalytik, Vor-Ort-Analytik und den Angaben zur Probenahme, Sensorik und physikalischer Parameter.

Proben - Nr.: R 8102 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE			
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq %]
Na ⁺	3,98	0,173	66,3
K ⁺	0,46	0,012	4,6
Ca ²⁺	0,45	0,011	8,4
Mg ²⁺	0,66	0,027	20,7
SUMME	5,55	0,223	100,0

ANIONEN			
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq %]
Cl ⁻	0,50	0,014	*
SO ₄ ²⁻	0,50	0,005	*
NO ₃ ⁻	0,50	0,008	*
HCO ₃ ⁻	n.a.		
CO ₃ ²⁻	n.a.		
PO ₄ ³⁻	n.a.		
SUMME	1,50	0,027	*

KATIONEN + ANIONEN	7,05 mg/l	0,250 mmol/l	0,301 meq/l
IONENBILANZFehler	(73,4 %)*		

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 247,0	B = n.a.	Ba = n.b.	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 19,0
Cu = 37,0	Fe = 117,0	Mn = n.b.	Ni = n.b.	P = n.b.	Pb = n.b.
Sr = n.b.	Zn = 20,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 0,038 mmol/l bzw. 0,2 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: sehr weich

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben - Nr.: R 8102 a

Probenahme	Ort:	Camp 2, Badan	SKS - Nr.:	S 81 BAD
	Uhrzeit:	10:00	Datum:	06.09.95
	Original - Nr.:	Ho 950906-1	Geogr. Koordinaten:	39°32'N 102°21'E
	Entnahmetiefe:	-	Entnahmestelle:	-
	Klassifizierung:	Regenwasserprobe, Sammlung des Regenwassers auf Plastikfolie		
Sensorik	Färbung (visuell):	-	Färbion:	-
	Trübung (visuell):	-	Bodensatz:	-
	Geruch:	-	Geschmack:	-
Physikalische Parameter	Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	6
	pH-Wert:	8,4	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	0,0102 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: R 8101 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE			
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq %]
Na ⁺	19,10	0,831	63,9
K ⁺	3,38	0,086	6,6
Ca ²⁺	4,21	0,105	16,1
Mg ²⁺	2,12	0,087	13,4
SUMME	28,81	1,109	100,0

ANIONEN			
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq %]
Cl ⁻	17,0	0,480	*
SO ₄ ²⁻	21,3	0,222	*
NO ₃ ⁻	1,0	0,016	*
HCO ₃ ⁻	n.a.		
CO ₃ ²⁻	n.a.		
PO ₄ ³⁻	n.a.		
SUMME	39,3	0,718	*

KATIONEN + ANIONEN	68,11 mg/l	1,827 mmol/l	2,241 meq/l
IONENBILANZFehler	(16,1 %)*		

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 196,0	B = n.a.	Ba = 47,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = 56,0	Fe = 145,0	Mn = 14,0	Ni = n.b.	P = n.b.	Pb = 80,0
Sr = 66,0	Zn = 42,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 0,192 mmol/l bzw. 1,1 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: sehr weich

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben - Nr.: R 8101 a

Probenahme	Ort:	Camp 2, Badan	SKS - Nr.:	S 81 BAD
	Uhrzeit:	10:00	Datum:	05.09.95
	Original - Nr.:	Ho 950905-1	Geogr. Koordinaten:	39°32'N 102°21'E
	Entnahmetiefe:	-	Entnahmestelle:	-
	Klassifizierung:	Regenwasserprobe, Sammlung des Regenwassers auf Plastikfolie		
Sensorik	Färbung (visuell):	klar	Bodensatz:	ohne
	Trübung (visuell):	klar	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter	Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	93
	pH-Wert:	8,0	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	0,166 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: R 8103 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	2,93	0,127	0,127	57,2
K ⁺	0,12	0,003	0,003	1,4
Ca ²⁺	1,36	0,034	0,068	30,6
Mg ²⁺	0,28	0,012	0,024	10,8
SUMME	4,69	0,176	0,222	100,0

ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	2,60	0,073	0,073	*
SO ₄ ²⁻	3,70	0,039	0,078	*
NO ₃ ⁻	0,70	0,011	0,011	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	7,00	0,123	0,173	*

KATIONEN + ANIONEN		Ionenbilanzfehler	
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]
KATIONEN + ANIONEN	11,69	0,299	0,395
Ionenbilanzfehler	(12,4 %)*		

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 168,0	B = n.a.	Ba = n.b.	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 47,0	Mn = n.b.	Ni = n.b.	P = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 31,0	Zn = 19,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g.

Gesamthärte (GH): 0,046 mmol/l bzw. 0,3 °dGH

Abdampfdruckstand: n.g.

Beurteilung der GH: sehr weich

Anmerkungen
n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
* = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben-Nr.: R 8103 a

Probenahme	Ort:	Camp 2, Baden	SKS - Nr.:	S 81 BAD
	Uhrzeit:	11:00	Datum:	06.09.95
	Original - Nr.:	Ho 950906-2	Geogr. Koordinaten:	39°32'N 102°21'E
	Entnahmetiefe:	-	Entnahmetiefe:	-
	Klassifizierung:	Regenwasserprobe, Sammlung des Regenwassers auf Plastikfolie		
Sensorik	Färbung (visuell):	-	Farbloti:	-
	Trübung (visuell):	-	Bodensatz:	-
	Geruch:	-	Geschmack:	-
Physikalische Parameter	Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	8,8	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	0,028 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: R 8104 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	2,01	0,087	0,087	31,1
K ⁺	0,28	0,007	0,007	2,5
Ca ²⁺	3,37	0,084	0,168	60,0
Mg ²⁺	0,22	0,009	0,018	6,4
SUMME	5,88	0,187	0,280	100,0

ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	0,70	0,020	0,020	*
SO ₄ ²⁻	0,80	0,008	0,016	*
NO ₃ ⁻	0,50	0,008	0,008	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	2,00	0,036	0,052	*

KATIONEN + ANIONEN		Ionenbilanzfehler	
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]
KATIONEN + ANIONEN	7,88	0,223	0,332
Ionenbilanzfehler	(68,7 %)*		

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 125,0	B = n.a.	Ba = 29,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 55,0	Mn = n.b.	Ni = n.b.	P = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 12,0	Zn = 27,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g.

Gesamthärte (GH): 0,093 mmol/l bzw. 0,5 °dGH

Abdampfdruckstand: n.g.

Beurteilung der GH: sehr weich

Anmerkungen
n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
* = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben-Nr.: R 8104 a

Probenahme	Ort:	Camp 2, Baden	SKS - Nr.:	S 81 BAD
	Uhrzeit:	09:00	Datum:	07.09.95
	Original - Nr.:	Ho 950907-1	Geogr. Koordinaten:	39°32'N 102°21'E
	Entnahmetiefe:	-	Entnahmetiefe:	-
	Klassifizierung:	Regenwasserprobe, Sammlung des Regenwassers auf Plastikfolie		
Sensorik	Färbung (visuell):	farblos	Farbloti:	-
	Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	ohne
	Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter	Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	8,1	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	0,014 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: R 0001 a (Lanzhou)

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	2,30	0,100	0,100	30,9
K ⁺	1,94	0,050	0,050	15,4
Ca ²⁺	3,03	0,076	0,152	46,9
Mg ²⁺	0,27	0,011	0,022	6,8
SUMME	7,54	0,237	0,324	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	1,30	0,037	0,037	*
SO ₄ ²⁻	12,60	0,131	0,262	*
NO ₃ ⁻	1,40	0,023	0,046	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	15,30	0,191	0,345	*

KATIONEN + ANIONEN	22,84 mg/l	0,428 mmol/l	0,669 meq/l
IONENBILANZFEHLER	(3,1 %)*		

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 444,0	B = n.a.	Ba = n.b.	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 28,0
Cu = 60,0	Fe = 317,0	Mn = 13,0	Ni = n.b.	P = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 14,0	Zn = 32,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C:	n.g.	Abdampfdruckstand:	n.g.
Gesamthärte (GH):	0,087 mmol/l bzw. 0,5 °dGH	Beurteilung der GH:	sehr weich

Anmerkungen
n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
* = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben - Nr.: R 0001 a (Lanzhou)

Ort:	Universität Lanzhou	SKS - Nr.:	
Uhrzeit:	06:00 h	Datum:	28.08.95
Original - Nr.:	Ho 950828-1	Geogr. Koordinaten:	36°03'N 103°53'E
Entnahmetiefe:		Entnahmestelle:	Gästehaus
Klassifizierung:	Regenwasserprobe: Sammlung des Regenwassers auf Plastikfolie		
Färbung (visuell):	farblos	Farblon:	-
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	schwach säuerlich
Temperatur:		gelöste Feststoffe (mg/l):	64
pH-Wert:	7,8	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
Leitfähigkeit:	0,076 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: R 0002 a (Yongchang)

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	2,92	0,127	0,127	15,8
K ⁺	2,37	0,061	0,061	7,6
Ca ²⁺	11,10	0,278	0,556	69,1
Mg ²⁺	0,74	0,030	0,060	7,5
SUMME	17,13	0,496	0,804	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	2,30	0,065	0,065	*
SO ₄ ²⁻	20,10	0,209	0,418	*
NO ₃ ⁻	0,90	0,015	0,030	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	23,30	0,289	0,513	*

KATIONEN + ANIONEN	40,43 mg/l	0,785 mmol/l	1,317 meq/l
IONENBILANZFEHLER	(22,1 %)*		

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 178,0	B = n.a.	Ba = n.b.	Cd = n.b.	Co = 10,0	Cr = 19,0
Cu = 58,0	Fe = 88,0	Mn = 22,0	Ni = n.b.	P = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 50,0	Zn = 24,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C:	n.g.	Abdampfdruckstand:	n.g.
Gesamthärte (GH):	0,308 mmol/l bzw. 1,7 °dGH	Beurteilung der GH:	sehr weich

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
* = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben - Nr.: R 0002 a (Yongchang)

Ort:	Yongchang	SKS - Nr.:	
Uhrzeit:	21:30 h	Datum:	30.08.95
Original - Nr.:	Ho 950830-1	Geogr. Koordinaten:	38°13'N 101°58'E
Entnahmetiefe:		Entnahmestelle:	Hotelhof
Klassifizierung:	Regenwasserprobe: Sammlung des Regenwassers auf Plastikfolie		
Färbung (visuell):	ohne	Farblon:	-
Trübung (visuell):	ohne	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	-
Temperatur:		gelöste Feststoffe (mg/l):	57
pH-Wert:	7,8	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
Leitfähigkeit:	0,095 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: R 0003 a (Jinchang)

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	2,66	0,116	0,116	5,2
K ⁺	2,45	0,063	0,063	2,8
Ca ²⁺	37,40	0,933	1,866	83,7
Mg ²⁺	2,25	0,093	0,186	8,3
SUMME	44,76	1,205	2,231	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	4,2	0,118	0,118	*
SO ₄ ²⁻	93,5	0,973	1,946	*
NO ₃ ⁻	9,2	0,148	0,296	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	106,9	1,239	2,360	*
KATIONEN + ANIONEN	151,66 mg/l	2,444 mmol/l	4,591 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	(2,8 %)*			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 12,0	B = n.a.	Ba = 38,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = 280,0	Fe = 15,0	Mn = 9,0	Ni = 152,0	P = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 150,0	Zn = 11,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 1,026 mmol/l bzw. 5,8 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: weich

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: R 0003 a (Jinchang)

Ort:	Jinchang	SKS - Nr.:	
Uhrzeit:	07:10 h	Datum:	10.08.95
Original - Nr.:	SI 950810-1	Geogr. Koordinaten:	38°30'N 102°12'E
Entnahmestiefe:		Entnahmestelle:	Hotelhof
Klassifizierung:	Regenwasserprobe, Sammlung des Regenwassers auf Plastikfolie		
Färbung (visuell):	schwach	Farblon:	gelblich
Trübung (visuell):	ohne	Bodensatz:	ohne
Geruch:	ohne	Geschmack:	
Temperatur:		gelöste Feststoffe (mg/l):	209
pH-Wert:	8,9	OZ-Gehalt (mg/l):	
Leitfähigkeit:	0,287 mS/cm	Sättigung:	

Proben - Nr.: R 0004 a (Basislager Badain Jaran Shamo)

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	7,18	0,312	0,312	32,2
K ⁺	2,30	0,056	0,056	5,8
Ca ²⁺	9,66	0,241	0,482	49,8
Mg ²⁺	1,44	0,059	0,118	12,2
SUMME	20,58	0,668	0,968	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	11,6	0,327	0,327	*
SO ₄ ²⁻	13,0	0,135	0,270	*
NO ₃ ⁻	0,5	0,008	0,016	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	25,1	0,470	0,613	*
KATIONEN + ANIONEN	45,68 mg/l	1,138 mmol/l	1,581 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	(22,5 %)*			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	B = n.a.	Ba = 104,0	Cd = 2,0	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 13,0	Mn = n.b.	Ni = n.b.	P = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 70,0	Zn = 6,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 0,3 mmol/l bzw. 1,7 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: sehr weich

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: R 0004 a (Basislager Badain Jaran Shamo)

Ort:	Badain Jaran Shamo	SKS - Nr.:	
Uhrzeit:		Datum:	31.08.95
Original - Nr.:	Jä 950831-1	Geogr. Koordinaten:	40°32'N 102°24'E
Entnahmestiefe:		Entnahmestelle:	Basislager
Klassifizierung:	Regenwasserprobe, Sammlung des Regenwassers auf Plastikfolie		
Färbung (visuell):	farblös	Farblon:	ohne
Trübung (visuell):	ohne	Bodensatz:	
Geruch:	ohne	Geschmack:	
Temperatur:		gelöste Feststoffe (mg/l):	
pH-Wert:	8,4	OZ-Gehalt (mg/l):	
Leitfähigkeit:	0,066 mS/cm	Sättigung:	

Proben - Nr.: R 0005 a (Basislager Badain Jaran Shamo)

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	14,7	0,639	0,639	49,4
K ⁺	9,27	0,237	0,237	18,3
Ca ²⁺	4,94	0,123	0,246	19,0
Mg ²⁺	2,10	0,086	0,172	13,3
SUMME	31,01	1,085	1,294	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	19,1	0,539	0,539	*
SO ₄ ²⁻	18,1	0,188	0,376	*
NO ₃ ⁻	15,3	0,247	0,247	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	52,5	0,974	1,162	*
KATIONEN + ANIONEN	83,51 mg/l	2,059 mmol/l	2,456 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	(5,4 %)*			

SPURENELEMENTE (µg/l)
 Al = 44,0 B = n.a. Ba = 98,0 Cd = 8,0 Co = n.b. Cr = n.b.
 Cu = n.b. Fe = n.b. Mn = 8,0 Ni = n.b. P = n.b. Pb = 79,0
 Sr = 57,0 Zn = 114,0

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 0,209 mmol/l bzw. 1,2 °dGH Beurteilung der GH: sehr weich

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben - Nr.: R 0005 a (Basislager Badain Jaran Shamo)

Ort:	Badain Jaran Shamo	SKS - Nr.:	
Uhrzeit:		Datum:	02.09.95
Original - Nr.:	Jä 950902-1	Geogr. Koordinaten:	40°32'N 102°24'E
Entnahmestelle:			Basislager
Klassifizierung:	Regenwasserprobe, Sammlung des Regenwassers auf Plastikfolie		
Färbung(visuell):	farblos	Farblösung:	ohne
Trübung(visuell):	ohne	Bodensatz:	ohne
Geruch:	ohne	Geschmack:	-
Temperatur:		gelöste Feststoffe (mg/l):	
pH-Wert:	8,6	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
Leitfähigkeit:	0,088 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: R 0006 a (nördliche Badain Jaran Shamo)

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	0,63	0,027	0,027	31,4
K ⁺	0,29	0,007	0,007	8,1
Ca ²⁺	1,06	0,026	0,052	60,5
Mg ²⁺	n.b.			
SUMME	1,98	0,060	0,086	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	1,6	0,045	0,045	*
SO ₄ ²⁻	1,2	0,012	0,024	*
NO ₃ ⁻	0,6	0,010	0,010	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	3,4	0,067	0,079	*
KATIONEN + ANIONEN	5,38 mg/l	0,127 mmol/l	0,165 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	(4,2 %)*			

SPURENELEMENTE (µg/l)
 Al = 53,0 B = n.a. Ba = 67,0 Cd = 6,0 Co = n.b. Cr = 13,0
 Cu = n.b. Fe = 18,0 Mn = n.b. Ni = n.b. P = n.b. Pb = n.b.
 Sr = 7,0 Zn = 8,0

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 0,026 mmol/l bzw. 0,1 °dGH Beurteilung der GH: sehr weich

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben - Nr.: R 0006 a (nördliche Badain Jaran Shamo)

Ort:	Badain Jaran Shamo	SKS - Nr.:	
Uhrzeit:		Datum:	06.09.95
Original - Nr.:	Jä 950906-1	Geogr. Koordinaten:	40°51'N 102°18'E
Entnahmestelle:			Entnahmestelle:
Klassifizierung:	Regenwasserprobe, Sammlung des Regenwassers auf Plastikfolie		
Färbung(visuell):	farblos	Farblösung:	-
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	-
Temperatur:		gelöste Feststoffe (mg/l):	
pH-Wert:	8,7	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
Leitfähigkeit:	0,022 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: R 8501 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	3,95	0,172	0,172	42,0
K ⁺	1,94	0,050	0,050	12,2
Ca ²⁺	2,88	0,072	0,144	35,1
Mg ²⁺	0,54	0,022	0,044	10,7
SUMME	9,31	0,316	0,410	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	3,30	0,093	0,093	*
SO ₄ ²⁻	3,90	0,041	0,082	*
NO ₃ ⁻	0,50	0,008	0,016	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	7,70	0,142	0,191	*
KATIONEN + ANIONEN	17,01 mg/l	0,458 mmol/l	0,601 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	(36,4 %)*			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 247,0	B = n.a.	Ba = n.b.	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 16,0
Cu = n.b.	Fe = 113,0	Mn = 12,0	Ni = 12,0	P = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 24,0	Zn = 36,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.

Gesamthärte (GH): 0,094 mmol/l bzw. 0,5 °dGH Beurteilung der GH: sehr weich

Anmerkungen
n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
* = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: R 8501 a

Probenahme Ort:	Heilshantou	SKS - Nr.:	X 85 HEI
Uhrzeit:	12:00	Datum:	03.09.95
Original - Nr.:	Ho 950903-1	Geogr. Koordinaten:	39°20'N 102°28'E
Entnahmetiefe:	-	Entnahmetiefe:	Gehöft v. Tsundue
Klassifizierung:	Regenwasserprobe, Sammlung aus Regenwassers auf Plastikfolie		
Färbung (visuell):	farblos	Bodensatz:	-
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	schwach
Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Sensorik			
Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	24
pH-Wert:	8,2	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
Leitfähigkeit:	0,04 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: Q 5001 d

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	208,0	9,05	9,05	66,6
K ⁺	17,8	0,46	0,46	3,3
Ca ²⁺	26,6	0,66	1,32	9,7
Mg ²⁺	33,7	1,39	2,78	20,4
SUMME	286,1	11,56	13,61	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	236,8	6,68	6,68	48,5
SO ₄ ²⁻	186,0	1,94	3,88	28,1
NO ₃ ⁻	27,8	0,45	0,45	3,3
HCO ₃ ⁻	144,1	2,36	2,36	17,2
CO ₃ ²⁻	11,8	0,20	0,40	2,9
PO ₄ ³⁻	0,2	0,002	0,006	0,0
SUMME	606,7	11,632	13,776	100,0
KATIONEN + ANIONEN	892,8 mg/l	23,192 mmol/l	27,386 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	0,6 %			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 30,0	B = 480,0	Ba = 23,0	Cd = 4,0	Co = n.b.	Cr = 6,0
Cu = 20,0	Fe = n.b.	Mn = 7,0	Ni = 2,0	P = n.a.	Pb = 103,0
Sr = 750,0	Zn = 8,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 0,9974 g/cm³. Abdampfdruckstand: 0,9 g/l

Gesamthärte (GH): 2,05 mmol/l bzw. 11,5 °dGH Beurteilung der GH: mittel hart

Anmerkungen
n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: Q 5001 d

Ort:	Camp 3, Baotalegai	SKS - Nr.:	S 50 BAR
Uhrzeit:	-	Datum:	13.09.94
Original - Nr.:	Ho 940913-2	Geogr. Koordinaten:	39°36'26"N 102°28'58"E
Entnahmetiefe:	Oberfläche	Entnahmetiefe:	Quelle
Klassifizierung:	Queenwasserprobe, Quellaustritt nicht in Nähe des Seeufers, Schüttung = 0,9 l/s		
Färbung (visuell):	farblos	Bodensatz:	-
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	-
Sensorik			
Temperatur:	19,5 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	1,035
pH-Wert:	8,9	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
Leitfähigkeit:	1,486 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: Q 5002 d

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	127,0	5,53	5,53	64,5
K ⁺	7,4	0,19	0,19	2,2
Ca ²⁺	18,9	0,47	0,94	11,0
Mg ²⁺	23,2	0,96	1,92	22,3
SUMME	176,5	7,15	8,58	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	124,0	3,50	3,50	*
SO ₄ ²⁻	147,0	1,53	3,06	*
NO ₃ ⁻	15,0	0,24	0,24	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	286,0	5,27	6,80	*
KATIONEN + ANIONEN 462,5 mg/l 12,42 mmol/l 15,38 meq/l				
IONENBILANZFEHLER (11,6 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 142,0	Ba = n.b.	Ba = 22,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 19,0
Cu = 42,0	Fe = 105,0	Mn = n.b.	Ni = n.b.	P = n.b.	Pb = 95,0
Sr = 549,0	Zn = 20,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 1,43 mmol/l bzw. 8,0 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: weich

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ 0,45 mg/l NH₄⁺ 0,38 mg/l SiO₂ 9,38 mg/l Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben-Nr.: Q 5002 d

Probenahme	Ort:	Baoritalegai	SKS - Nr.:	S 50 BAR
	Uhrzeit:	12:00	Datum:	11.10.95
	Original - Nr.:	Ho 951011-1	Geogr. Koordinaten:	39°36'N 102°29'E
	Entnahmetiefe:	0,10 m	Entnahmestelle:	Quelldümpel
	Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quellaustritt nicht in unmittelbarer Nähe d. Seufers, Schüttung < 0,9 l/s		
Sensorik	Färbung (visuell):	farblos	Farblton:	-
	Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	keiner
	Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter	Temperatur:	16,6 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	9,3	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	0,979 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: Q 5201 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	235,0	10,22	10,22	68,7
K ⁺	14,8	0,38	0,38	2,6
Ca ²⁺	16,3	0,41	0,82	5,5
Mg ²⁺	42,0	1,73	3,46	23,2
SUMME	308,1	12,74	14,88	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	311,0	8,77	8,77	*
SO ₄ ²⁻	279,0	2,91	5,82	*
NO ₃ ⁻	n.b.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	590,0	11,68	14,59	*
KATIONEN + ANIONEN 898,1 mg/l 24,42 mmol/l 29,47 meq/l				
IONENBILANZFEHLER (1,0 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 150,0	B = n.b.	Ba = 69,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = 34,0	Fe = 24,0	Mn = 12,0	Ni = n.b.	P = 1420,0	Pb = n.b.
Sr = 250,0	Zn = 61,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 2,14 mmol/l bzw. 12,0 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: mittel hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ 0,07 mg/l NH₄⁺ 0,14 mg/l SiO₂ n.a. Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben-Nr.: Q 5201 a

Probenahme	Ort:	Hulesitu	SKS - Nr.:	S 52 HUL
	Uhrzeit:	-	Datum:	07.09.95
	Original - Nr.:	Ho 950907-11	Geogr. Koordinaten:	93°36'N 102°25'E
	Entnahmetiefe:	-	Entnahmestelle:	Quelle
	Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quellaustritt am Seeufer aus Dünenstand		
Sensorik	Färbung (visuell):	farblos	Farblton:	-
	Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	ohne
	Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter	Temperatur:	9,6	gelöste Feststoffe (mg/l):	1,094
	pH-Wert:	9,6	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	1,82 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: Q 6101 d

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	479,0	20,84	20,84	62,6
K ⁺	56,2	1,44	1,44	4,3
Ca ²⁺	90,3	2,25	4,50	13,5
Mg ²⁺	79,4	3,27	6,54	19,6
SUMME	704,9	27,80	33,32	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	564,0	15,91	15,91	*
SO ₄ ²⁻	136,0	1,42	2,84	*
NO ₃ ⁻	n.b.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	700,0	17,33	18,75	*
KATIONEN + ANIONEN 1404,9 mg/l 45,13 mmol/l 52,07 meq/l				
IONENBILANZFEHLER (28,0 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b. Ba = 113,0 Cd = n.b. Co = 10,0 Cr = 11,0
 Cu = n.b. Fe = 115,0 Mn = 485,0 Ni = n.b. P = 1180,0 Pb = n.b.
 Sr = 1690,0 Zn = 48,0

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 5,52 mmol/l bzw. 31,0 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ 0,07 mg/l NH₄⁺ 0,03 mg/l SiO₂ n.a. Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q 6101 d				
Probenahme	Ort: Großer See, Duhohejaran	SKS - Nr.:	S 61 DUO	
Uhrzeit:	16,00	Datum:	07.09.95	
Original - Nr.:	Ho 950907-13	Geogr. Koordinaten:	39°35'N 102°23'E	
Entnahmestelle:	-	Entnahmestelle:	Quelle	
Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quellaustritt nicht in unmittelbarer Nähe d. Seefüßers, Schützung < 0,9 /s			
Färbung(visuell):	schwach	Farblon:	-	
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	-	
Geruch:	ohne	Geschmack:	schwach fade	
Physikalische Parameter	Temperatur: -	gelöste Feststoffe (mg/l):	-	
	pH-Wert: 8,1	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-	
	Leitfähigkeit: 3,8 mS/cm	Sättigung:	-	

Proben - Nr.: Q 6201 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	164,0	7,13	7,13	71,3
K ⁺	11,6	0,30	0,30	2,9
Ca ²⁺	12,2	0,30	0,60	6,1
Mg ²⁺	23,9	0,98	1,96	19,7
SUMME	211,7	8,71	9,99	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	163,0	4,60	4,60	*
SO ₄ ²⁻	64,8	0,68	1,36	*
NO ₃ ⁻	n.b.			*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	227,8	5,28	5,96	*
KATIONEN + ANIONEN 439,5 mg/l 13,99 mmol/l 15,95 meq/l				
IONENBILANZFEHLER (25,3 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 15,0 B = n.b. Ba = 60,0 Cd = 2,0 Co = n.b. Cr = n.b.
 Cu = n.b. Fe = n.b. Mn = 31,0 Ni = n.b. P = n.b. Pb = n.b.
 Sr = 545,0 Zn = 5,0

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 1,28 mmol/l bzw. 7,2 °dGH Beurteilung der GH: weich

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ 0,074 mg/l NH₄⁺ 0,14 mg/l SiO₂ n.a. Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q 6201 a				
Probenahme	Ort: Duhohejaran	SKS - Nr.:	S 62 DUO	
Uhrzeit:	-	Datum:	07.09.95	
Original - Nr.:	Ho 950907-15	Geogr. Koordinaten:	39°35'N 102°23'E	
Entnahmestelle:	-	Entnahmestelle:	Quelle	
Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quellaustritt am Seefüßer aus Dürensand			
Färbung(visuell):	farblos	Farblon:	-	
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	ohne	
Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne	
Physikalische Parameter	Temperatur: -	gelöste Feststoffe (mg/l):	826	
	pH-Wert: 8,1	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-	
	Leitfähigkeit: 1,373 mS/cm	Sättigung:	-	

Proben - Nr.: Q 6301 d

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	626,0	27,23	27,23	88,9
K ⁺	31,9	0,82	0,82	2,7
Ca ²⁺	18,8	0,47	0,94	3,1
Mg ²⁺	19,7	0,81	1,62	5,3
SUMME	696,4	29,33	30,51	100,0
ANIONIEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	715,0	20,17	20,17	*
SO ₄ ²⁻	453,0	4,72	9,44	*
NO ₃ ⁻	n.b.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	1168,0	24,89	29,61	*
KATIONEN + ANIONIEN		1864,4 mg/l	54,22 mmol/l	60,12 meq/l
IONENBILANZFEHLER		(1,5 %)*		

SPURENELEMENTE (µg/l)				
Al = n.b.	B = n.b.	Ba = 53,0	Cd = n.b.	Co = n.b.
Cu = 39,0	Fe = 134,0	Mn = 20,0	Ni = n.b.	P = 536,0
Sr = 523,0	Zn = 46,0			Pb = 189,0

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 1,28 mmol/l bzw. 7,2 °dGH Beurteilung der GH: weich
 Abdampfdruckstand: n.g.

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ n.b. NH₄⁺ 0,12 mg/l SiO₂ n.a. Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q 6301 d				
Probenahme	Ort: Zhunaoqing	SKS - Nr.:	S 63 ZHU	
	Uhrzeit: 16:00	Datum:	07.09.95	
	Original - Nr.: Ho 950907-7	Geogr. Koordinaten:	39°35'N 102°26'E	
	Entnahmestelle:	Entnahmestelle:	Quelle	
	Klassifizierung: Quellwasserprobe, Quelleaustritt nicht in unmittelbarer Nähe d. Seufers, Schüttung < 0,9 l/s			
Sensorik	Färbung(visuell): farblos	Farblon:	ohne	
	Trübung(visuell): klar	Bodensatz:	ohne	
	Geruch:	Geschmack:	schwach salzig	
Physikalische Parameter	Temperatur: -	gelöste Feststoffe (mg/l):	-	
	pH-Wert: 9,6	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-	
	Leitfähigkeit: 3,98 mS/cm	Sättigung:	-	

Proben - Nr.: Q 6401 d

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	716,0	31,14	31,14	84,6
K ⁺	24,1	0,62	0,62	1,7
Ca ²⁺	16,1	0,40	0,80	2,2
Mg ²⁺	51,2	2,11	4,22	11,5
SUMME	807,4	34,27	36,78	100,0
ANIONIEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	795,0	22,42	22,42	*
SO ₄ ²⁻	662,0	6,89	13,78	*
NO ₃ ⁻	n.b.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	1457,0	29,31	36,20	*
KATIONEN + ANIONIEN		2264,4 mg/l	63,58 mmol/l	72,98 meq/l
IONENBILANZFEHLER		(0,8 %)*		

SPURENELEMENTE (µg/l)				
Al = n.b.	B = n.b.	Ba = 28,0	Cd = n.b.	Co = 11,0
Cu = n.b.	Fe = 47,0	Mn = 28,0	Ni = n.b.	P = 2090,0
Sr = 1200,0	Zn = 15,0			Pb = 117,0

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 2,51 mmol/l bzw. 14,1 °dGH Beurteilung der GH: mittel hart
 Abdampfdruckstand: n.g.

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ 0,06 mg/l NH₄⁺ 0,11 mg/l SiO₂ n.a. Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q 6401 d				
Probenahme	Ort: Haisanlaran	SKS - Nr.:	S 64 HAI	
	Uhrzeit: 16:00	Datum:	07.09.95	
	Original - Nr.: Ho 950907-9	Geogr. Koordinaten:	39°34'N 102°26'E	
	Entnahmestelle:	Entnahmestelle:	Quelle	
	Klassifizierung: Quellwasserprobe, Quelleaustritt nicht in unmittelbarer Nähe d. Seufers, Schüttung < 0,9 l/s			
Sensorik	Färbung(visuell): farblos	Farblon:	-	
	Trübung(visuell): klar	Bodensatz:	wenig Sand	
	Geruch:	Geschmack:	schwach salzig	
Physikalische Parameter	Temperatur: -	gelöste Feststoffe (mg/l):	-	
	pH-Wert: 9,7	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-	
	Leitfähigkeit: 4,6 mS/cm	Sättigung:	-	

Proben - Nr.: Q 6601 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	205,0	8,92	8,92	62,7
K ⁺	11,0	0,28	0,28	2,0
Ca ²⁺	49,4	1,23	2,46	17,3
Mg ²⁺	31,2	1,28	2,56	18,0
SUMME	296,6	11,71	14,22	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	263,0	7,42	7,42	*
SO ₄ ²⁻	231,0	2,41	4,82	*
NO ₃ ⁻	28,0	0,45	0,45	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	522,0	10,28	12,69	*

KATIONEN + ANIONEN 818,6 mg/l 21,99 mmol/l 26,91 meq/l
 IONENBILANZFEHLER (5,7 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 71,0 B = n.b. Ba = 54,0 Cd = n.b. Co = n.b. Cr = n.b.
 Cu = 36,0 Fe = 81,0 Mn = 46,0 Ni = n.b. P = 779,0 Pb = n.b.
 Sr = 934,0 Zn = 22,0

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 2,51 mmol/l bzw. 14,1 °dGH Beurteilung der GH: mittel hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ 26,9 mg/l NO₂⁻ 0,22 mg/l NH₄⁺ 0,09 mg/l SiO₂ 4,45 mg/l Sulfid n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: Q 6601 a

Probenahme	Ort: Suobojaran	SKS - Nr.: S 66 SUO
Uhrzeit:	13,00	Datum: 14.09.95
Original - Nr.:	MI 950914-2	Geogr. Koordinaten: 39°34'N 102°14'E
Entnahmetiefe:	-	Entnahmetiefe: Quelle
Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quellausritt am Seeufer aus Dünen sand	
Färbung(visuell):	farblos	Farblon: -
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz: -
Geruch:	ohne	Geschmack: ohne
Physikalische Parameter	Temperatur: -	gelöste Feststoffe (mg/l): -
	pH-Wert: 7,6	O ₂ -Gehalt (mg/l): -
	Leitfähigkeit: 1,87 mS/cm	Sättigung: -

Proben - Nr.: Q 7201 a

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	395,0	17,20	17,20	81,1
K ⁺	12,7	0,33	0,33	1,5
Ca ²⁺	41,7	1,04	2,08	9,8
Mg ²⁺	19,5	0,80	1,60	7,6
SUMME	468,9	19,37	21,21	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	252,0	7,11	7,11	33,5
SO ₄ ²⁻	349,0	3,63	7,26	34,1
NO ₃ ⁻	n.b.			
HCO ₃ ⁻	420,0	6,88	6,88	32,4
CO ₃ ²⁻	n.b.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	1021,0	17,62	21,25	100,0

KATIONEN + ANIONEN 1489,9 mg/l 36,99 mmol/l 42,46 meq/l
 IONENBILANZFEHLER 0,1 %

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 64,0 B = n.b. Ba = 30,0 Cd = n.b. Co = n.b. Cr = n.b.
 Cu = n.b. Fe = 148,0 Mn = 61,0 Ni = n.b. P = 123,0 Pb = n.b.
 Sr = 786,0 Zn = 13,0

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 1,84 mmol/l bzw. 10,3 °dGH Beurteilung der GH: weich

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ 0,07 mg/l NH₄⁺ 0,4 mg/l SiO₂ n.a. Sulfid n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen

Proben - Nr.: Q 7201 a

Probenahme	Ort: Suhaitu	SKS - Nr.: S 72 SUH
Uhrzeit:	-	Datum: 07.09.95
Original - Nr.:	Ho 950907-3	Geogr. Koordinaten: 39°34'N 102°22'E
Entnahmetiefe:	-	Entnahmetiefe: Quelle
Klassifizierung:	Quellwasserprobe, Quellausritt am Seeufer aus Dünen sand	
Färbung(visuell):	schwach	Farblon: gelb - braun
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz: keiner
Geruch:	schwach modrig	Geschmack: fade
Physikalische Parameter	Temperatur: -	gelöste Feststoffe (mg/l): 1,522
	pH-Wert: 8,2	O ₂ -Gehalt (mg/l): -
	Leitfähigkeit: 2,53 mS/cm	Sättigung: -

Proben - Nr.: S 4901 ab

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[mmol/l]	[meq %]
Na ⁺	230,0	10,00	10,00	10,00	64,2
K ⁺	12,6	0,32	0,32	0,32	2,1
Ca ²⁺	32,3	0,81	1,62	0,81	10,3
Mg ²⁺	44,3	1,82	3,64	1,82	23,4
SUMME	319,2	12,95	15,58	12,95	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[mmol/l]	[meq %]
Cl ⁻	268,0	7,56	7,56	7,56	*
SO ₄ ²⁻	274,0	2,85	5,70	2,85	*
NO ₃ ⁻	1,8	0,03	0,03	0,03	*
HCO ₃ ⁻	n.a.				
CO ₃ ²⁻	n.a.				
PO ₄ ³⁻	n.a.				
SUMME	543,8	10,44	13,29	10,44	*

KATIONEN + ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]
KATIONEN + ANIONEN	863,0	23,39	28,87	23,39	28,87
IONENBILANZFEHLER	(7,9 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = 27,0	Cd = n.b.	Co = 10,0	Cr = 11,0
Cu = 51,0	Fe = 97,0	Mn = 14,0	Ni = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 876,0	Zn = 11,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g.
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 2,63 mmol/l bzw. 14,7 °dGH Beurteilung der GH: mittel hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO ₃ ⁻ n.b.	NO ₂ ⁻ 0,11 mg/l	NH ₄ ⁺ 0,5 mg/l	SiO ₂ 0,79 mg/l	Sulfid n.a.
-----------------------------------	--	---------------------------------------	----------------------------	-------------

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 4901 ab

Probenahme	Ort: Lexiketu	SKS - Nr.: S 49 LEX
	Uhrzeit: -	Datum: 10.10.95
	Original - Nr.: Ho 951010-1	Geogr. Koordinaten: 39°36'N 102°30'E
	Entnahmetiefe: 0,10 m	Vertikalprofil V 49-1
	Klassifizierung: Seewasserprobe aus subalpinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche ca. in Seemite	
Sensorik	Färbung(visuell): farblos	Farbton: -
	Trübung(visuell): klar	Bodensatz: wenige Partikel auf dem Boden
	Geruch: ohne	Geschmack: ohne
Physikalische Parameter	Temperatur: -	gelöste Feststoffe (mg/l): 1,216
	pH-Wert: 8,9	O ₂ -Gehalt (mg/l): -
	Leitfähigkeit: 1,67 mS/cm	Sättigung: -

Proben - Nr.: S 5001 ab

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[mmol/l]	[meq %]
Na ⁺	362,0	15,75	15,75	15,75	65,8
K ⁺	40,6	1,04	1,04	1,04	4,3
Ca ²⁺	23,1	0,58	1,16	0,58	4,8
Mg ²⁺	72,9	3,00	6,00	3,00	25,1
SUMME	498,6	20,37	23,95	20,37	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[mmol/l]	[meq %]
Cl ⁻	392,5	11,07	11,07	11,07	46,3
SO ₄ ²⁻	429,7	4,47	8,94	4,47	37,3
NO ₃ ⁻	12,5	0,20	0,20	0,20	0,8
HCO ₃ ⁻	132,1	2,17	2,17	2,17	9,0
CO ₃ ²⁻	47,3	0,79	1,58	0,79	6,6
PO ₄ ³⁻	0,2	0,002	0,006	0,002	0,0
SUMME	1014,3	18,702	23,966	18,702	100,0

KATIONEN + ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]
KATIONEN + ANIONEN	1512,9	39,072	47,916	39,072	47,916
IONENBILANZFEHLER	0,0 %				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	B = 633,0	Ba = n.b.	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 2,0
Cu = n.b.	Fe = n.b.	Mn = 6,0	Ni = 67,0	P = n.a.	Pb = n.b.
Sr = 461,0	Zn = 84,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 0,9980 g/cm³
 Abdampfdruckstand: 1,5 g/l
 Gesamthärte (GH): 3,58 mmol/l bzw. 20,1 °dGH Beurteilung der GH: hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO ₃ ⁻ n.a.	NO ₂ ⁻ n.a.	NH ₄ ⁺ n.a.	SiO ₂ 4,04 mg/l	Sulfid n.a.
-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	-------------

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: S 5001 ab

Probenahme	Ort: Camp 3, Baortalegal	SKS - Nr.: S 50 BAR
	Uhrzeit: -	Datum: 12.09.94
	Original - Nr.: Ho 940912-1	Geogr. Koordinaten: 39°36'26"N 102°28'58"E
	Entnahmetiefe: -0,2 m	Vertikalprofil V 50-1
	Klassifizierung: Seewasserprobe aus subalpinen Gewässer, Schöpfprobe v. Oberfläche etwa in Seemite	
Sensorik	Färbung(visuell): farblos	Farbton: -
	Trübung(visuell): klar	Bodensatz: -
	Geruch: ohne	Geschmack: schwach säuerlich
Physikalische Parameter	Temperatur: 17,5 °C	gelöste Feststoffe (mg/l): 1520
	pH-Wert: 9,6	O ₂ -Gehalt (mg/l): 12,0
	Leitfähigkeit: 2,18 mS/cm	Sättigung: 152 %

Proben - Nr.: S 5201 aa

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	222,0	9,66	9,66	68,4
K ⁺	14,3	0,37	0,37	2,6
Ca ²⁺	46,3	0,41	0,82	5,8
Mg ²⁺	39,9	1,64	3,28	23,2
SUMME	292,5	12,08	14,13	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	312,0	8,80	8,80	*
SO ₄ ²⁻	278,0	2,89	5,78	*
NO ₃ ⁻	n.b.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	590,0	11,69	14,58	*

KATIONEN + ANIONEN IONENBILANZFEHLER	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]
	882,5	23,77	28,71
	(1,6 %)*		

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = n.b.	Cd = n.b.	Co = n.b.
Cu = 62,0	Fe = 61,0	Mn = 12,0	Pb = n.b.
Sr = 273,0	Zn = 18,0		

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C:	n.g.	Abdampfdruckstand:	n.g.
Gesamthärte (GH):	2,05 mmol/l bzw. 11,5 °dGH	Beurteilung der GH:	mittel hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO ₃ ⁻ n.a.	NO ₂ ⁻ n.a.	NH ₄ ⁺ 0,33 mg/l	SiO ₂ 3,37 mg/l	Sulfid n.a.
-----------------------------------	-----------------------------------	--	----------------------------	-------------

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben - Nr.: S 5201 aa

Probenahme	Ort:	See Hulesitu	SKS - Nr.:	S 52 HUL
	Uhrzeit:	-	Datum:	07.09.95
	Original - Nr.:	Ho 950907-10	Geogr. Koordinaten:	39°36'N 102°25'E
	Entnahmestelle:	-	Entnahmestelle:	See - Ufer
	Klassifizierung:	Seewasserprobe aus subsalinen Gewässer, Schöp/probe von Oberfläche nahe Ufer		
Sensorik	Färbung(visuell):	farblos	Farblon:	-
	Trübung(visuell):	schwach	Bodensatz:	kaum Sand
	Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter	Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	1,095
	pH-Wert:	9,8	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	1,82 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: S 5002 ac

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	364,0	15,83	15,83	66,3
K ⁺	41,2	1,05	1,05	4,4
Ca ²⁺	24,6	0,61	1,22	5,1
Mg ²⁺	70,2	2,89	5,78	24,2
SUMME	500,0	20,38	23,88	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	400,0	11,28	11,28	47,7
SO ₄ ²⁻	433,0	4,51	9,02	38,1
NO ₃ ⁻	12,5	0,20	0,20	0,9
HCO ₃ ⁻	120,1	1,97	1,97	8,3
CO ₃ ²⁻	35,4	0,59	1,18	5,0
PO ₄ ³⁻	0,3	0,003	0,009	0,0
SUMME	1001,3	18,553	23,659	100,0

KATIONEN + ANIONEN IONENBILANZFEHLER	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]
	1501,3	39,933	47,539
	0,5 %		

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.a.	Ba = n.a.	Cd = n.a.	Co = n.a.	Cr = n.a.
Cu = n.a.	Fe = n.a.	Mn = n.a.	Pb = n.a.	Pb = n.a.
Sr = n.a.	Zn = n.a.			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C:	0,9981 g/cm ³	Abdampfdruckstand:	1,5 g/l
Gesamthärte (GH):	3,50 mmol/l bzw. 19,6 °dGH	Beurteilung der GH:	hart

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert

Proben - Nr.: S 5002 ac

Probenahme	Ort:	Camp 3, Baoritallegai	SKS - Nr.:	S 50 BAR
	Uhrzeit:	-	Datum:	12.09.94
	Original - Nr.:	Ho 940912-2	Geogr. Koordinaten:	39°36'26"N 102°28'58"E
	Entnahmestelle:	-1,8 m	Entnahmestelle:	Vertikalprofil V 50-1
	Klassifizierung:	Seewasserprobe aus subsalinen Gewässer, Probe aus def. Wasserleite in Seemitte		
Sensorik	Färbung(visuell):	schwach	Farblon:	gelblich
	Trübung(visuell):	schwach	Bodensatz:	-
	Geruch:	ohne	Geschmack:	schwach säuerlich
Physikalische Parameter	Temperatur:	17,5 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	1,528
	pH-Wert:	9,5	O ₂ -Gehalt (mg/l):	13,5
	Leitfähigkeit:	2,19	Sättigung:	163 %

Proben - Nr.: S 5401 aa

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE			
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq %]
Na ⁺	348,0	15,14	65,8
K ⁺	38,6	0,99	4,3
Ca ²⁺	49,1	1,23	10,6
Mg ²⁺	54,1	2,23	19,3
SUMME	489,8	19,59	100,0
ANIONEN			
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq %]
Cl ⁻	409,6	11,55	50,0
SO ₄ ²⁻	354,0	3,69	31,9
NO ₃ ⁻	16,3	0,26	1,1
HCO ₃ ⁻	240,2	3,94	17,0
CO ₃ ²⁻	n.b.		
PO ₄ ³⁻	0,1	0,001	0,0
SUMME	1020,2	19,441	100,0
KATIONEN + ANIONEN			
KATIONEN + ANIONEN		1510,0 mg/l	46,183 meq/l
IONENBILANZFEHLER 0,2 %			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.a.	Ba = n.a.	Cd = n.a.	Co = n.a.	Cr = n.a.
Cu = n.a.	Fe = n.a.	Mn = n.a.	Ni = n.a.	Pb = n.a.
Sr = n.a.	Zn = n.a.			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 0,9979 g/cm³ Abdampfdruckstand: 1,4 g/l
 Gesamthärte (GH): 3,46 mmol/l bzw. 19,4 °dGH Beurteilung der GH: hart

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: S 5401 aa

Probenahme	Ort: kleiner See SW v. S 50	SKS - Nr.:	S 54 NON
Uhrzeit:	-	Datum:	13.09.94
Original - Nr.:	Ho 940513-1	Geogr. Koordinaten:	39°36'N 102°58'E
Entnahmetiefe:	Oberfläche	Entnahmetiefe:	flacher See (<1m Tiefe)
Klassifizierung:	Sewasserprobe aus subsalinen Gewässer, Schöpfprobe v. Oberfläche nahe am Ufer		
Färbung (visuell):	farblos	Farblon:	-
Trübung (visuell):	schwach	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	-
Physikalische Parameter		gelöste Feststoffe (mg/l):	1470
Temperatur:	8,4	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
Leitfähigkeit:	2,11 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: S 5501 ba

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN			
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq %]
Na ⁺	709,0	30,84	30,84
K ⁺	57,2	1,46	1,46
Ca ²⁺	13,4	0,33	0,66
Mg ²⁺	39,9	1,64	3,28
SUMME	819,5	34,27	36,24
100,0			
ANIONEN			
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq %]
Cl ⁻	596,0	16,81	16,81
SO ₄ ²⁻	597,0	6,22	12,44
NO ₃ ⁻	n.b.		
HCO ₃ ⁻	n.a.		
CO ₃ ²⁻	n.a.		
PO ₄ ³⁻	n.a.		
SUMME	1193,0	23,03	29,25
			*
KATIONEN + ANIONEN			
KATIONEN + ANIONEN		2012,5 mg/l	65,49 meq/l
IONENBILANZFEHLER (10,7 %)*			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 59,0	Ba = n.b.	Ba = 54,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = 43,0	Fe = 75,0	Mn = 16,0	Ni = n.b.	Pb = n.b.	
Sr = 1050,0	Zn = 18,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 1,97 mmol/l bzw. 11,0 °dGH Beurteilung der GH: weich

VOR - ORT - ANALYTIK

Photometer LASA 2 plus

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ 0,06 mg/l NH₄⁺ 0,17 mg/l SiO₂ 10,1 mg/l Sulfid n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 5501 ba

Probenahme	Ort: Mudaujaran	SKS - Nr.:	S 55 MUD
Uhrzeit:	16:00	Datum:	13.09.95
Original - Nr.:	Ho 950913-5	Geogr. Koordinaten:	39°35'N 102°14'E
Entnahmetiefe:	0,10 m	Entnahmetiefe:	See-Ufer
Klassifizierung:	Sewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer		
Färbung (visuell):	farblos	Farblon:	-
Trübung (visuell):	sehr schwach	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	schwach salzig
Physikalische Parameter		gelöste Feststoffe (mg/l):	-
Temperatur:	-	pH-Wert:	11,8
Leitfähigkeit:	4,29 mS/cm	Sättigung:	167 %

Proben - Nr.: S 5601 aa

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[meq %]
Na ⁺	323,0	14,05	14,05	83,9
K ⁺	20,1	0,51	0,51	3,1
Ca ²⁺	10,0	0,25	0,50	3,0
Mg ²⁺	20,3	0,84	1,68	10,0
SUMME	373,4	15,65	16,74	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[meq %]
Cl ⁻	353,0	9,96	9,96	*
SO ₄ ²⁻	286,0	2,98	5,96	*
NO ₃ ⁻	n.b.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	639,0	12,94	15,92	*
KATIONEN + ANIONEN				
	1012,4 mg/l	28,59 mmol/l	32,66 meq/l	
IONENBILANZFEHLER (2,5 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = n.b.	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 74,0	Mn = n.b.	Ni = n.b.	Pb = 135,0
Sr = 584,0	Zn = 18,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 1,09 mmol/l bzw. 6,1 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: weich

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ 0,17 mg/l NH₄⁺ 0,15 mg/l SiO₂ 8,9 mg/l Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse wegen des Fehlers wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 5601 aa				
Probenahme	Ort:	SKS - Nr.:	S 56 MUD	
Uhrzeit:	16:00	Datum:	13.09.95	
Original - Nr.:	Ho 950913-4	Geogr. Koordinaten:	39°35'N 102°14'E	
Entnahmetiefe:	0,10 m	Entnahmestelle:	Seeufer	
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus subsalinem Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer			
Färbung (visuell):	farblos	Farblon:	-	
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	-	
Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne	
Physikalische Parameter	Temperatur:	27,2 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	10,1	O ₂ -Gehalt (mg/l):	13,2
	Leitfähigkeit:	2,27 mS/cm	Sättigung:	193 %

Proben - Nr.: S 5701 ba

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[meq %]
Na ⁺	470,0	20,44	20,44	82,2
K ⁺	48,2	1,23	1,23	4,9
Ca ²⁺	10,4	0,26	0,52	2,1
Mg ²⁺	32,7	1,35	2,70	10,8
SUMME	561,3	23,28	24,89	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[meq %]
Cl ⁻	558,0	15,74	15,74	*
SO ₄ ²⁻	663,0	6,90	13,80	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	1221,0	22,64	29,54	*
KATIONEN + ANIONEN				
	1782,3 mg/l	45,92 mmol/l	54,43 meq/l	
IONENBILANZFEHLER (8,5 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 36,0	Ba = n.b.	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 69,0	Mn = 13,0	Ni = n.b.	Pb = 75,0
Sr = 384,0	Zn = 8,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 0,9983 g/cm³
 Gesamthärte (GH): 1,61 mmol/l bzw. 9,0 °dGH
 Abdampfdruckstand: 2,5 g/l
 Beurteilung der GH: weich

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ 0,06 mg/l NH₄⁺ 0,13 mg/l SiO₂ 5,45 mg/l Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse wegen des Fehlers wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 5701 ba				
Probenahme	Ort:	SKS - Nr.:	S 57 DUN	
Uhrzeit:	16:00	Datum:	13.09.95	
Original - Nr.:	Ho 950913-3	Geogr. Koordinaten:	39°35'N 102°15'E	
Entnahmetiefe:	0,10 m	Entnahmestelle:	Seeufer	
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hyposalinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer			
Färbung (visuell):	farblos	Farblon:	-	
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	minimal	
Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne	
Physikalische Parameter	Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	10,0	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	5,42 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: S 5801 dd

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	36000,0	1565,91	1565,91	95,0
K ⁺	1320,0	33,76	33,76	2,0
Ca ²⁺	76,2	1,90	3,80	0,2
Mg ²⁺	568,0	23,37	46,74	2,8
SUMME	37964,2	1624,94	1650,21	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	22700,0	640,28	640,28	*
SO ₄ ²⁻	90200,0	939,02	1878,04	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	112900,0	1579,30	2518,32	*

KATIONEN + ANIONEN 150864,2 mg/l 3204,24 mmol/l 4168,53 meq/l
 IONENBILANZFEHLER (20,8 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 60,0	Ba = 104000,0	Ba = 71,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 81,0	Mn = 116,0	Ni = n.b.	P = 16600,0	Pb = n.b.
Sr = 3140,0	Zn = n.b.				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C:	1,1383 g/cm ³	Abdampfdruckstand:	181,2 g/l
Gesamthärte (GH):	25,27 mmol/l bzw. 141,7 °dGH	Beurteilung der GH:	sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO ₃ ⁻	1,31 mg/l	NO ₂ ⁻	0,11 mg/l	NH ₄ ⁺	0,27 mg/l	SiO ₂	6,75 mg/l	Sulfid	n.a.
------------------------------	-----------	------------------------------	-----------	------------------------------	-----------	------------------	-----------	--------	------

Anmerkungen

- n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
- * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 5801 dd

Probenahme	Ort:	Dundejaran	SKS - Nr.:	S 58 DUN
	Uhrzeit:	16:00	Datum:	13.09.95
	Original - Nr.:	Ho 950913-2	Geogr. Koordinaten:	39°35'N 102°15'E
	Entnahmetiefe:	0,1 m	Entnahmestelle:	See-Ufer
	Klassifizierung:	Seewasserprobe aus einem hypersalinen Tümpel, als Saline genutzt		
Sensorik	Färbung(visuell):	farblos	Farblton:	-
	Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	-
	Geruch:	ohne	Geschmack:	stark salzig
Physikalische Parameter	Temperatur:	27,2 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	9,1	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	135,0 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: S 5901 ba

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	448,0	19,49	19,49	81,7
K ⁺	32,9	0,84	0,84	3,5
Ca ²⁺	11,7	0,29	0,58	2,5
Mg ²⁺	35,7	1,47	2,94	12,3
SUMME	528,3	22,09	23,85	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	581,0	16,39	16,39	*
SO ₄ ²⁻	273,0	2,84	5,68	*
NO ₃ ⁻	4,5	0,07	0,07	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	868,5	19,3	22,14	*

KATIONEN + ANIONEN 1386,8 mg/l 41,39 mmol/l 45,99 meq/l
 IONENBILANZFEHLER (3,7 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 53,0	B = n.b.	Ba = 38,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 89,0	Mn = 10,0	Ni = n.b.	P = 394,0	Pb = 159,0
Sr = 1000,0	Zn = 13,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C:	n.g.	Abdampfdruckstand:	n.g.
Gesamthärte (GH):	1,76 mmol/l bzw. 9,9 °dGH	Beurteilung der GH:	weich

VOR - ORT - ANALYTIK

NO ₃ ⁻	n.b.	NO ₂ ⁻	0,03 mg/l	NH ₄ ⁺	0,11 mg/l	SiO ₂	5,07 mg/l	Sulfid	n.b.
------------------------------	------	------------------------------	-----------	------------------------------	-----------	------------------	-----------	--------	------

Anmerkungen

- n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
- * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 5901 ba

Probenahme	Ort:	Womenjaran	SKS - Nr.:	S 59 WOM
	Uhrzeit:	18:00	Datum:	12.09.95
	Original - Nr.:	Ho 950912-1	Geogr. Koordinaten:	39°35'N 102°16'E
	Entnahmetiefe:	0,1 m	Entnahmestelle:	See-Ufer
	Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hyposalinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer		
Sensorik	Färbung(visuell):	farblos	Farblton:	-
	Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	-
	Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter	Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	10,1	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	3,1 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: S 6001 ca

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	3390,0	147,46	147,46	66,2
K ⁺	275,0	7,03	7,03	3,1
Ca ²⁺	395,0	9,86	19,72	8,7
Mg ²⁺	632,0	26,00	52,00	23,0
SUMME	4692,0	190,35	226,21	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	4900,0	138,21	138,21	*
SO ₄ ²⁻	9400,0	97,85	195,70	*
NO ₃ ⁻	n.b.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	14300,0	236,06	333,91	*

KATIONEN + ANIONEN	18920,0 mg/l	426,41 mmol/l	560,12 meq/l
IONENBILANZFEHLER	(19,2 %)*		

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 34,0	B = 14400,0	Ba = 16,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 55,0	Mn = 192,0	Ni = n.b.	P = 12400,0	Pb = n.b.
Sr = 5320,0	Zn = n.b.				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 35,86 mmol/l bzw. 201,1 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ 0,06 mg/l NH₄⁺ 0,08 mg/l SiO₂ n.a. Sulfid n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 6001 ca

Probenahme	Ort: Nuortu	SKS - Nr.:	S 60 NUO
	Uhrzeit: -	Datum:	07.09.95
	Original - Nr.:	Geogr. Koordinaten:	39°35'N 102°22'E
	Entnahmestelle: -	See - Ufer	See - Ufer
Sensorik	Klassifizierung: -	Seewasserprobe aus mesosalinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer	
	Färbung (visuell): farblos	Färbung:	-
	Trübung (visuell): klar	Bodensatz:	etwas Sand
	Geruch: ohne	Geschmack:	mäßig salzig
Physikalische Parameter	Temperatur: -	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert: 8,6	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit: 23,4 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: S 6101 ba

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	669,0	29,10	29,10	87,5
K ⁺	12,6	0,32	0,32	1,0
Ca ²⁺	29,8	0,74	1,48	4,5
Mg ²⁺	28,3	1,16	2,32	7,0
SUMME	739,7	31,32	33,22	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	695,0	19,60	19,60	*
SO ₄ ²⁻	696,0	7,25	14,50	*
NO ₃ ⁻	n.b.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	1391,0	26,85	34,1	*

KATIONEN + ANIONEN	2130,7 mg/l	58,17 mmol/l	67,32 meq/l
IONENBILANZFEHLER	(1,3 %)*		

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	B = n.b.	Ba = n.b.	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 16,0
Cu = n.b.	Fe = 80,0	Mn = 32,0	Ni = n.b.	P = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 948,0	Zn = 13,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 1,90 mmol/l bzw. 10,7 °dGH Beurteilung der GH: weich

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ 0,08 mg/l NH₄⁺ 0,22 mg/l SiO₂ 6,33 mg/l Sulfid n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 6101 ba

Probenahme	Ort: Großer See, Duchojaran	SKS - Nr.:	S 61 DUO
	Uhrzeit: -	Datum:	07.09.95
	Original - Nr.:	Geogr. Koordinaten:	39°35'N 102°23'E
	Entnahmestelle: -	See - Ufer	See - Ufer
Sensorik	Klassifizierung: -	Seewasserprobe aus hyposalinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer	
	Färbung (visuell): farblos	Färbung:	-
	Trübung (visuell): klar	Bodensatz:	organische Reste
	Geruch: ohne	Geschmack:	schwach fade
Physikalische Parameter	Temperatur: -	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert: 8,6	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit: 4,25 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: S 6102 ba

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	989,0	43,02	43,02	88,8
K ⁺	24,2	0,62	0,62	1,3
Ca ²⁺	16,4	0,41	0,82	1,7
Mg ²⁺	48,5	1,99	3,98	8,2
SUMME	1078,1	46,04	48,44	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	1010,0	28,49	28,49	*
SO ₄ ²⁻	1030,0	10,72	21,44	*
NO ₃ ⁻	n.b.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	2040,0	39,21	49,93	*
KATIONEN + ANIONEN	3118,1 mg/l	85,25 mmol/l	98,37 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	(1,5 %)*			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 51,0	B = n.b.	Ba = 23,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = 24,0	Fe = 72,0	Mn = n.b.	Ni = n.b.	P = 745,0	Pb = n.b.
Sr = 916,0	Zn = 16,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 2,40 mmol/l bzw. 13,5 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: mittel hart

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse wegen des Fehlers wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben - Nr.: S 6102 ba

Probenahme	Ort:	Duohejaran	SKS - Nr.:	S 61 DUO
	Uhrzeit:	12:30	Datum:	11.09.95
	Original - Nr.:	Ho 950911-3	Geogr. Koordinaten:	39°35'N 102°23'E
	Entnahmetiefe:	0,1 m	Entnahmestelle:	See - Ufer
Sensorik	Klassifizierung:	Sewasserprobe aus hyposalinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer		
	Färbung(visuell):	-	Farblös:	-
	Trübung(visuell):	-	Bodensatz:	-
	Geruch:	-	Geschmack:	-
Physikalische Parameter	Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	-	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	-	Sättigung:	-

Proben - Nr.: S 6201 aa

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	360,0	15,66	15,66	75,5
K ⁺	23,3	0,60	0,60	2,9
Ca ²⁺	18,4	0,46	0,92	4,4
Mg ²⁺	43,5	1,79	3,58	17,2
SUMME	445,2	18,51	20,76	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	374,0	10,55	10,55	*
SO ₄ ²⁻	311,0	3,24	6,48	*
NO ₃ ⁻	n.b.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	685,0	13,79	17,03	*
KATIONEN + ANIONEN	1130,2 mg/l	32,3 mmol/l	37,79 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	(9,9 %)*			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 133,0	B = n.b.	Ba = 25,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = 25,0	Fe = 110,0	Mn = 18,0	Ni = n.b.	P = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 400,0	Zn = 27,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 2,25 mmol/l bzw. 12,6 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: mittel hart

VOR - ORT - ANALYTIK
 NO₃⁻ n.a. NO₂⁻ n.a. NH₄⁺ 0,1 mg/l SiO₂ 7,38 mg/l Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse wegen des Fehlers wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben - Nr.: S 6201 aa

Probenahme	Ort:	Duohejaran	SKS - Nr.:	S 62 DUO
	Uhrzeit:	-	Datum:	07.09.95
	Original - Nr.:	Ho 950907-14	Geogr. Koordinaten:	39°35'N 102°23'E
	Entnahmetiefe:	-	Entnahmestelle:	See - Ufer
Sensorik	Klassifizierung:	Sewasserprobe aus subsalinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer		
	Färbung(visuell):	farblös	Bodensatz:	ohne
	Trübung(visuell):	schwach	Geschmack:	ohne
	Geruch:	ohne		
Physikalische Parameter	Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	1,577
	pH-Wert:	9,2	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	2,6 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: S 6301 aa

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	327,0	14,22	14,22	80,6
K ⁺	17,1	0,44	0,44	2,5
Ca ²⁺	20,1	0,50	1,00	5,7
Mg ²⁺	24,0	0,99	1,98	11,2
SUMME	388,2	16,15	17,64	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	362,0	10,21	10,21	*
SO ₄ ²⁻	277,0	2,88	5,76	*
NO ₃ ⁻	1,6	0,03	0,03	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	640,6	13,12	16,00	*

KATIONEN + ANIONEN	1028,8 mg/l	29,27 mmol/l	33,64 meq/l
IONENBILANZFEHLER	(4,9 %)*		

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 154,0	Ba = n.b.	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = 20,0	Fe = 193,0	Mn = 37,0	Ni = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 1449,0	Zn = 29,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 1,49 mmol/l bzw. 8,4 °dGH Beurteilung der GH: weich

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.a. NO₂⁻ n.a. NH₄⁺ 0,19 mg/l SiO₂ > 2,0 mg/l Sulfid n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben - Nr.: S 6301 aa

Probenahme	Ort:	Zhunaogeqin	SKS - Nr.:	S 63 ZHU
	Uhrzeit:	-	Datum:	07.09.95
	Original - Nr.:	Ho 950907-6	Geogr. Koordinaten:	39°35'N 102°26'E
	Entnahmestelle:	-	Ernahmestelle:	See - Ufer
Sensorik	Klassifizierung:	Sewasserprobe aus subseinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer	Farblon:	-
	Färbung(visuell):	farblös	Bodensatz:	leicht sandig
	Trübung(visuell):	schwach	Geruch:	schwach fade brackig
	Geruch:	schwach fischig	Geschmack:	schwach fade brackig
Physikalische Parameter	Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	1,140
	pH-Wert:	9,0	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	1,9 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: S 6401 ba

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	635,0	27,62	27,62	85,9
K ⁺	22,3	0,57	0,57	1,8
Ca ²⁺	14,4	0,36	0,72	2,2
Mg ²⁺	39,6	1,63	3,26	10,1
SUMME	711,3	30,18	32,17	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	680,0	19,18	19,18	*
SO ₄ ²⁻	662,0	6,89	13,78	*
NO ₃ ⁻	2,0	0,03	0,03	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	1344,0	26,1	32,99	*

KATIONEN + ANIONEN	2055,3 mg/l	56,28 mmol/l	65,16 meq/l
IONENBILANZFEHLER	(1,3 %)*		

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = n.b.	Ba = 45,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 62,0	Mn = 36,0	Ni = n.b.	P = 354,0	Pb = n.b.
Sr = 1190,0	Zn = 15,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 1,99 mmol/l bzw. 11,2 °dGH Beurteilung der GH: weich

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ 0,26 mg/l NH₄⁺ 0,27 mg/l SiO₂ 7,76 mg/l Sulfid n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben - Nr.: S 6401 ba

Probenahme	Ort:	Halsanjaran	SKS - Nr.:	S 64 HAI
	Uhrzeit:	16:00	Datum:	07.09.95
	Original - Nr.:	Ho 950907-8	Geogr. Koordinaten:	39°34'N 102°28'E
	Entnahmestelle:	-	Ernahmestelle:	See - Ufer
Sensorik	Klassifizierung:	Sewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer	Farblon:	-
	Färbung(visuell):	farblös	Bodensatz:	schwach sandig
	Trübung(visuell):	klar	Geruch:	schwach salzig
	Geruch:	ohne	Geschmack:	schwach salzig
Physikalische Parameter	Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	9,8	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	4,14 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: S 6501 aa

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE			
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]
Na ⁺	270,0	11,74	11,74
K ⁺	18,9	0,48	0,48
Ca ²⁺	35,2	0,88	1,76
Mg ²⁺	63,1	2,60	5,20
SUMME	387,2	15,7	19,18
ANIONEN			
Cl ⁻	448,0	12,64	12,64
SO ₄ ²⁻	328,0	3,42	6,84
NO ₃ ⁻	2,9	0,05	0,05
HCO ₃ ⁻	n.a.		
CO ₃ ²⁻	n.a.		
PO ₄ ³⁻	n.a.		
SUMME	778,9	16,07	19,54
KATIONEN + ANIONEN			
IONENBILANZFEHLER (0,9 %)*			
SUMME		31,77 mmol/l	38,72 meq/l

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b. Ba = 28,0 Cd = n.b. Co = n.b. Cr = n.b.
 B = n.b. Mn = n.b. Ni = n.b. P = 1870,0 Pb = 150,0
 Cu = n.b. Fe = 34,0 Zn = 11,0
 Sr = 527,0

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfrückstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 3,48 mmol/l bzw. 19,5 °dGH Beurteilung der GH: hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ 1,56 mg/l NO₂⁻ 0,1 mg/l NH₄⁺ 0,17 mg/l SiO₂ 1,65 mg/l Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben - Nr.: S 6501 aa			
Probenahme	Ort:	SKS - Nr.:	S 66 SUO
Uhrzeit:	16:00	Datum:	13.09.95
Original - Nr.:	Ho 950913-6	Geogr. Koordinaten:	39°34'N 102°14'E
Entnahmetiefe:	0,10 m	Entnahmestelle:	See-Ufer
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus subalpinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer		
Färbung (visuell):	farblos	F-arbton:	-
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Sensorik			
Temperatur: -			
pH-Wert: 9,1			
Leitfähigkeit: 2,45 mS/cm			
Physikalische Parameter			
gelöste Feststoffe (mg/l): -			
O ₂ -Gehalt (mg/l): -			
Sättigung: -			

Proben - Nr.: S 6601 aa

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE			
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]
Na ⁺	348,0	15,14	15,14
K ⁺	26,7	0,68	0,68
Ca ²⁺	19,3	0,48	0,96
Mg ²⁺	70,8	2,91	5,82
SUMME	464,8	19,21	22,60
ANIONEN			
Cl ⁻	454,0	12,81	12,81
SO ₄ ²⁻	350,0	3,64	7,28
NO ₃ ⁻	n.b.		
HCO ₃ ⁻	n.a.		
CO ₃ ²⁻	n.a.		
PO ₄ ³⁻	n.a.		
SUMME	804,0	16,45	20,09
KATIONEN + ANIONEN			
IONENBILANZFEHLER (5,9 %)*			
SUMME		35,66 mmol/l	42,69 meq/l

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 81,0 B = n.b. Ba = 23,0 Cd = n.b. Co = n.b. Cr = n.b.
 Cu = n.b. Fe = 64,0 Mn = 14,0 Ni = n.b. P = 937,0 Pb = n.b.
 Sr = 216,0 Zn = 15,0

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfrückstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 3,39 mmol/l bzw. 19,0 °dGH Beurteilung der GH: hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ n.b. NH₄⁺ 0,11 mg/l SiO₂ 1,03 mg/l Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben - Nr.: S 6601 aa			
Probenahme	Ort:	SKS - Nr.:	S 66 SUO
Uhrzeit:	16:00	Datum:	13.09.95
Original - Nr.:	Ho 950913-7	Geogr. Koordinaten:	39°34'N 102°14'E
Entnahmetiefe:	0,10 m	Entnahmestelle:	Seeufer
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus subalpinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer		
Färbung (visuell):	farblos	F-arbton:	-
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	sehr schwacher Bodensatz
Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Sensorik			
Temperatur: -			
pH-Wert: 9,3			
Leitfähigkeit: 2,75 mS/cm			
Physikalische Parameter			
gelöste Feststoffe (mg/l): -			
O ₂ -Gehalt (mg/l): -			
Sättigung: -			

Proben - Nr.: S 6602 aa

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	282,0	12,27	12,27	66,7
K ⁺	23,0	0,59	0,59	3,2
Ca ²⁺	13,2	0,33	0,66	3,6
Mg ²⁺	59,3	2,44	4,88	26,5
SUMME	377,5	15,63	18,40	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	356,0	10,04	10,04	*
SO ₄ ²⁻	290,0	3,02	6,04	*
NO ₃ ⁻	n.b.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	646,0	13,06	16,08	*

KATIONEN + ANIONEN 1023,5 mg/l 28,69 mmol/l 34,48 meq/l
IONENBILANZFEHLER (6,7 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = n.b.	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 26,0	Ni = n.b.	P = 2380,0	Pb = n.b.
Sr = 120,0	Zn = 16,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
Gesamthärte (GH): 2,77 mmol/l bzw. 15,5 °dGH Beurteilung der GH: mittel hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ 0,07 mg/l NH₄⁺ 0,10 mg/l SiO₂ 1,37 mg/l Sulfid n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
* = Unvollständige Wasseranalyse wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben - Nr.: S 6602 aa

Probenahme	Ort: Suobojaran	SKS - Nr.:	S 66 SUO
Uhrzeit:	-	Datum:	14.09.95
Original - Nr.:	Mi 950914-3	Geogr. Koordinaten:	39°34'N 102°14'E
Entnahmetiefe:	0,10 m	Entnahmestelle:	Seeufer
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus subalpinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer		
Färbung(visuell):	farblos	Farblon:	-
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
pH-Wert:	9,6	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
Leitfähigkeit:	2,24 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: S 6603 dd

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	18000,0	782,96	782,96	95,6
K ⁺	1200,0	30,69	30,69	3,7
Ca ²⁺	19,7	0,49	0,98	0,1
Mg ²⁺	56,0	2,30	4,60	0,6
SUMME	19275,7	816,44	819,23	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	9760,0	275,29	275,29	*
SO ₄ ²⁻	2700,0	28,11	56,22	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	12460,0	303,40	331,51	*

KATIONEN + ANIONEN 31735,7 mg/l 1119,84 mmol/l 1150,74 meq/l
IONENBILANZFEHLER (42,4 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 100,0	Ba = 55,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 15,0
Cu = 58,0	Fe = 55,0	Mn = n.b.	Ni = n.b.	P = 15000,0
Sr = 617,0	Zn = n.b.			Pb = 92,0

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,0583 g/cm³ Abdampfdruckstand: 76,0 g/l
Gesamthärte (GH): 2,79 mmol/l bzw. 15,6 °dGH Beurteilung der GH: mittel hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ n.b. NH₄⁺ 0,09 mg/l SiO₂ 1,74 mg/l Sulfid n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
* = Unvollständige Wasseranalyse wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben - Nr.: S 6603 dd

Probenahme	Ort: Saline bei Suobojaran	SKS - Nr.:	S 66 SUO
Uhrzeit:	12:00	Datum:	14.09.95
Original - Nr.:	Mi 950914-1	Geogr. Koordinaten:	39°34'N 102°14'E
Entnahmetiefe:	0,10 m	Entnahmestelle:	See-Ufer
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus einem hypersalinen Tümpel, als Saline genutzt		
Färbung(visuell):	farblos	Farblon:	-
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	stark salzig
Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
pH-Wert:	10,1	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
Leitfähigkeit:	71,6 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: S 6801 da

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[meq %]
Na ⁺	24450,0	1063,58	1063,58	95,2
K ⁺	1895,0	48,51	48,51	4,3
Ca ²⁺	18,6	0,46	0,92	0,1
Mg ²⁺	50,8	2,09	4,18	0,4
SUMME	26414,4	1114,64	1117,19	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[meq %]
Cl ⁻	13100,0	369,50	369,50	*
SO ₄ ²⁻	19400,0	201,96	403,92	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	32500,0	571,46	773,42	*

KATIONEN + ANIONEN 58914,4 mg/l 1686,10 mmol/l 1890,61 meq/l
 IONENBILANZFEHLER (18,2 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b. B = 64080,0 Ba = 265,0 Cd = 157,0 Co = n.b. Cr = 573,0
 Cu = 1209,0 Fe = n.b. Mn = 361,0 Ni = n.b. P = n.a. Pb = 1655,0
 Sr = 1108,0 Zn = n.b.

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,0521 g/cm³ Abdampfdruckstand: 68,8 g/l
 Gesamthärte (GH): 2,55 mmol/l bzw. 14,3 °dGH Beurteilung der GH: mittel hart

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 6801 da

Probenahme	Ort: kleiner See N von Sayinwusu	SKS - Nr.:	S 68 SAY
Uhrzeit:	ca. 15:30	Datum:	01.10.94
Original - Nr.:	Ho 941001-1	Geogr. Koordinaten:	39° 34' N 102° 19' E
Entnahmestelle:	Oberfläche	Entnahmestelle:	Seeufer
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Probe von Oberfläche nahe Ufer		
Färbung (visuell):	farblos	Farblon:	-
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	salzig
Physikalische Parameter		gelöste Feststoffe (mg/l):	-
		O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
		Leitfähigkeit: 64,3 mS/cm	-

Proben - Nr.: S 6901 ba

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[meq %]
Na ⁺	3647,6	158,66	158,66	74,6
K ⁺	276,5	7,07	7,07	3,3
Ca ²⁺	26,9	0,67	1,34	0,6
Mg ²⁺	549,3	22,60	45,20	21,5
SUMME	4500,3	189,00	212,27	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[meq %]
Cl ⁻	5100,0	143,85	143,85	*
SO ₄ ²⁻	3950,0	41,12	82,24	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	9050,0	184,97	226,09	*

KATIONEN + ANIONEN 13550,3 mg/l 373,97 mmol/l 438,36 meq/l
 IONENBILANZFEHLER (3,2 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 726,0 B = 11930,0 Ba = 413,0 Cd = 166,0 Co = n.b. Cr = 334,0
 Cu = 445,0 Fe = 39,0 Mn = 208,0 Ni = n.b. P = n.a. Pb = 1745,0
 Sr = 12690,0 Zn = n.b.

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,0060 g/cm³ Abdampfdruckstand: 15,2 g/l
 Gesamthärte (GH): 23,27 mmol/l bzw. 130,5 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 6901 ba

Probenahme	Ort: westl. See Sayinwusu	SKS - Nr.:	S 69 SAY
Uhrzeit:	-	Datum:	01.10.94
Original - Nr.:	Ho 941001-3	Geogr. Koordinaten:	39° 33' N 102° 19' E
Entnahmestelle:	Oberfläche	Entnahmestelle:	See, sehr flach
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Probe von Oberfläche nahe Ufer		
Färbung (visuell):	farblos	Farblon:	-
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	-
Physikalische Parameter		gelöste Feststoffe (mg/l):	-
		pH-Wert: 9,3	-
		Leitfähigkeit: 18,5 mS/cm	-

Proben - Nr.: S 7001 cc

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	6200,0	269,69	269,69	79,9
K ⁺	620,0	15,86	15,86	4,7
Ca ²⁺	25,1	0,63	1,26	0,4
Mg ²⁺	617,3	25,40	50,80	15,0
SUMME	7462,4	311,58	337,61	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	6940,0	195,71	195,71	55,9
SO ₄ ²⁻	5725,0	59,60	119,20	34,1
NO ₃ ⁻	28,3	0,46	0,46	0,1
HCO ₃ ⁻	764,0	12,51	12,51	3,6
CO ₃ ²⁻	661,0	11,01	22,02	6,3
PO ₄ ³⁻	0,4	0,004	0,012	0,0
SUMME	14118,7	279,294	349,912	100,0
KATIONEN + ANIONEN 21581,1 mg/l 590,874 mmol/l 687,522 meq/l				
IONENBILANZFEHLER 5,6 %				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.a.	Ba = n.a.	Cd = n.a.	Co = n.a.	Cr = n.a.
Cu = n.a.	Fe = 550,0	Mn = n.b.	Ni = n.a.	Pb = n.a.
Sr = n.a.	Zn = n.a.			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 1,0132 g/cm³ Abdampfdruckstand: 22,0 g/l
 Gesamthärte (GH): 26,03 mmol/l bzw. 146,0 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: S 7001 cc

Ort: östl. See Saymwusu	SKS - Nr.:	S 70 SAY
Uhrzeit: 12:00	Datum:	02.10.94
Original - Nr.: Ho 941002-1	Geogr. Koordinaten:	39° 33' N 102° 20' E
Entnahmetiefe: -1,20 m	Entnahmestelle:	Vertikalprofil V 70-1
Klassifizierung: Seewasserprobe aus mesosalinen Gewässer.		
Färbung(visuell): farblos	Färbton:	-
Trübung(visuell): klar	Bodensatz:	-
Geruch: ohne	Geschmack:	salzig
Temperatur: 14,7 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	
pH-Wert: 9,3	O ₂ -Gehalt (mg/l):	10,1
Leitfähigkeit: 26,0 mS/cm	Sättigung:	126%

Proben - Nr.: S 7002 cb

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	6240,0	271,43	271,43	80,3
K ⁺	570,0	14,58	14,58	4,3
Ca ²⁺	24,1	0,60	1,20	0,4
Mg ²⁺	618,0	25,43	50,86	15,0
SUMME	7452,1	312,04	338,07	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	6886,0	194,22	194,22	57,3
SO ₄ ²⁻	5417,0	56,39	112,78	33,3
NO ₃ ⁻	34,8	0,56	0,56	0,2
HCO ₃ ⁻	702,0	11,51	11,51	3,4
CO ₃ ²⁻	600,0	10,01	20,02	5,8
PO ₄ ³⁻	1,0	0,01	0,03	0,0
SUMME	13640,8	272,70	339,12	100,0
KATIONEN + ANIONEN 21092,9 mg/l 584,74 mmol/l 677,19 meq/l				
IONENBILANZFEHLER 0,2 %				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.a.	Ba = n.a.	Cd = n.a.	Co = n.a.	Cr = n.a.
Cu = n.a.	Fe = 420,0	Mn = n.a.	Ni = n.a.	Pb = n.a.
Sr = n.a.	Zn = n.a.			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: 1,0116 g/cm³ Abdampfdruckstand: 21,7 g/l
 Gesamthärte (GH): 26,03 mmol/l bzw. 146,0 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert

Proben - Nr.: S 7002 cb

Ort: östl. See Saymwusu	SKS - Nr.:	S 70 SAY
Uhrzeit: 12:00	Datum:	02.10.94
Original - Nr.: Ho 941002-2	Geogr. Koordinaten:	39° 33' N 102° 20' E
Entnahmetiefe: -0,1 m	Entnahmestelle:	Vertikalprofil V 70-1
Klassifizierung: Seewasserprobe aus mesosalinen Gewässer. Probe von Oberfläche etwa in Sternmitte		
Färbung(visuell): farblos	Färbton:	-
Trübung(visuell): klar	Bodensatz:	-
Geruch: ohne	Geschmack:	salzig
Temperatur: 14,9 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	
pH-Wert: 9,3	O ₂ -Gehalt (mg/l):	10
Leitfähigkeit: 25,9 mS/cm	Sättigung:	126%

Proben - Nr.: S 7201 da

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	17500,0	761,21	761,21	93,4
K ⁺	1640,0	41,94	41,94	5,2
Ca ²⁺	113,0	2,82	5,64	0,7
Mg ²⁺	70,0	2,88	5,76	0,7
SUMME	19323,0	808,85	814,55	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	2530,0	71,36	71,36	*
SO ₄ ²⁻	6380,0	66,42	132,84	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	8910,0	137,78	204,20	*
KATIONEN + ANIONEN 28233,0 mg/l 946,63 mmol/l 1018,75 meq/l				
IONENBILANZFEHLER (60,0 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)
 Al = 116,0 B = n.b. Ba = 18,0 Cd = n.b. Co = n.b. Cr = n.b.
 Cu = n.b. Fe = 201,0 Mn = 40,0 Ni = n.b. P = 43300,0 Pb = n.b.
 Sr = 1460,0 Zn = n.b.

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 5,70 mmol/l bzw. 32,0 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.a. NO₂⁻ n.a. NH₄⁺ 0,11 mg/l SiO₂ n.a. Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben - Nr.: S 7201 da			
Probenahme	Ort:	SKS - Nr.:	S 72 SUH
Uhrzeit:	Suhallu	Datum:	07.09.95
Original - Nr.:	Ho 950907-2	Geogr. Koordinaten:	39°34'N 102°22'E
Erntehemeltiefe:	10 cm	Erntehemeltiefe:	See - Ufer
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer		
Färbung(visuell):	farblos	Farblot:	-
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	ohne
Geruch:	ohne	Geschmack:	stark salzig
Physikalische Parameter	Temperatur:	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	Sättigung:	-
			77,2 mS/cm

Proben - Nr.: S 7301 da

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	62100,0	2701,20	2701,20	93,5
K ⁺	4610,0	117,90	117,90	4,1
Ca ²⁺	198,0	4,94	9,88	0,3
Mg ²⁺	749,0	30,82	61,64	2,1
SUMME	67657,0	2854,86	2890,62	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	15400,0	434,38	434,38	*
SO ₄ ²⁻	11800,0	122,84	245,68	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	1177,6	19,30	19,30	*
CO ₃ ²⁻	4315,2	71,91	143,82	*
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	32692,8	648,43	843,18	*
KATIONEN + ANIONEN 100349,8 mg/l 3503,0 mmol/l 3733,80 meq/l				
IONENBILANZFEHLER (54,8 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)
 Al = 32,0 B = 61500,0 Ba = 43,0 Cd = n.b. Co = n.b. Cr = n.b.
 Cu = n.b. Fe = 82,0 Mn = 51,0 Ni = n.b. P = 80500,0 Pb = 62,0
 Sr = 1540,0 Zn = n.b.

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 35,76 mmol/l bzw. 200,5 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ 3,04 mg/l NO₂⁻ 0,13 mg/l NH₄⁺ 0,47 mg/l SiO₂ n.a. Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Proben - Nr.: S 7301 da			
Probenahme	Ort:	SKS - Nr.:	S 73 TON
Uhrzeit:	Tongutu	Datum:	07.09.95
Original - Nr.:	Ho 950907-4	Geogr. Koordinaten:	39°34'N 102°24'E
Erntehemeltiefe:	-	Erntehemeltiefe:	See - Ufer
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer		
Färbung(visuell):	farblos	Farblot:	-
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	keiner
Geruch:	ohne	Geschmack:	stark salzig
Physikalische Parameter	Temperatur:	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	Sättigung:	-
			> 200 mS/cm

Proben - Nr.: S 7701 ba

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meg/l]	[meg. %]
Na ⁺	1230,0	53,50	53,50	69,0
K ⁺	81,7	2,09	2,09	2,7
Ca ²⁺	20,1	0,50	1,00	1,3
Mg ²⁺	255,0	10,49	20,98	27,0
SUMME	1586,8	66,58	77,57	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meg/l]	[meg. %]
Cl ⁻	2200,0	62,05	62,05	*
SO ₄ ²⁻	1440,0	14,99	29,98	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	3640,0	77,04	92,03	*
KATIONEN + ANIONEN IONENBILANZFEHLER	5226,8 mg/l (8,5 %)*	143,62 mmol/l	169,60 meq/l	

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 102,0	Ba = 182,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 157,0	Mn = 148,0	Ni = n.b.	Pb = 40,0
Sr = 3880,0	Zn = n.b.			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 10,99 mmol/l bzw. 61,6 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ 0,18 mg/l NH₄⁺ 0,07 mg/l SiO₂ n.a. Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Probenahme	Ort:	Hühewuzhuer	SKS - Nr.:	S 77 HUH
Uhrzeit:	17:00	Datum:	05.09.95	
Original - Nr.:	Ho 950905-6	Geogr. Koordinaten:	39°33'N 102°21'E	
Entnahmetiefe:	5 cm	Entnahmetiefe:	Ostuf	
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypsalinen Gewässer, Schöpfprobe von der Oberfläche nahe Ufer			
Färbung(visuell):	farblos	Farblon:	ohne	
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	mäßig salzig	
Geruch:	ohne	Geschmack:		
Physikalische Parameter	Temperatur: 21,4 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	-	
	pH-Wert: 10,0	O ₂ -Gehalt (mg/l):	7,4	
	Leitfähigkeit: 9,4 mS/cm	Sättigung:	100 %	

Proben - Nr.: S 7702 dd

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meg/l]	[meg. %]
Na ⁺	12000,0	521,97	521,97	94,4
K ⁺	846,0	21,64	21,64	3,9
Ca ²⁺	17,5	0,44	0,88	0,2
Mg ²⁺	98,4	4,05	8,10	1,5
SUMME				100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meg/l]	[meg. %]
Cl ⁻	12200,0	344,12	344,12	*
SO ₄ ²⁻	9700,0	100,98	201,96	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	21900,0	445,1	546,08	*
KATIONEN + ANIONEN IONENBILANZFEHLER	34861,9 mg/l (0,0 %)*	993,20 mmol/l	1098,67 meq/l	

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 48,0	Ba = 48800,0	Ba = 36,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 107,0	Mn = 97,0	Ni = n.b.	Pb = 5120,0	
Sr = 1170,0	Zn = n.b.				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 4,49 mmol/l bzw. 25,2 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ 1,7 mg/l NO₂⁻ n.b. NH₄⁺ 0,27 mg/l SiO₂ n.a. Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden)

Probenahme	Ort:	Hühewuzhuer	SKS - Nr.:	S 77 HUH
Uhrzeit:	15:30	Datum:	11.09.95	
Original - Nr.:	Ho 950911-5	Geogr. Koordinaten:	39°33'N 102°21'E	
Entnahmetiefe:	5 cm	Entnahmetiefe:	Seeufer	
Klassifizierung:	Seewasserprobe aus einem hypersalinen Tümpel, als Saline genutzt			
Färbung(visuell):	farblos	Farblon:	-	
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	-	
Geruch:	ohne	Geschmack:	stark salzig	
Physikalische Parameter	Temperatur: -	gelöste Feststoffe (mg/l):	-	
	pH-Wert: 10,0	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-	
	Leitfähigkeit: > 20 mS/cm	Sättigung:	-	

Proben - Nr.: S 7801 ca

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	4470,0	194,43	194,43	72,3
K ⁺	303,0	7,75	7,75	2,9
Ca ²⁺	47,7	1,19	2,38	0,9
Mg ²⁺	781,0	32,13	64,26	23,9
SUMME	5601,7	235,5	268,82	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	7960,0	224,52	224,52	*
SO ₄ ²⁻	1440,0	14,99	29,98	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	9400,0	239,51	254,50	*
KATIONEN + ANIONEN				
	15001,7 mg/l	475,01 mmol/l	523,32 meq/l	
IONENBILANZFEHLER (2,7 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.a.	Ba = n.a.	Cd = n.a.	Co = n.a.	Cr = n.a.
Cu = n.a.	Fe = 196,0	Mn = n.a.	Ni = n.a.	Pb = n.a.
Sr = n.a.	Zn = n.a.			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,0093 g/cm³ Abdampfdruckstand: 23,6 g/l
 Gesamthärte (GH): 33,32 mmol/l bzw. 186,9 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 7801 ca

Probenahme	Ort:	Hühwuzhuier	SKS - Nr.:	S 78 HUH
	Uhrzeit:	17:30	Datum:	05.09.95
	Original - Nr.:	Ho 950905-5	Geogr. Koordinaten:	39°32'N 102°21'E
	Entnahmetiefe:	5 cm	Entnahmestelle:	Nordufer
	Klassifizierung:	Seewasserprobe aus mesosalinen Gewässer, Schichtprobe von Oberfläche nahe Ufer		
Sensorik	Färbung (visuell):	farblos	Farblon:	-
	Trübung (visuell):	Klar	Bodensatz:	wenig
	Geruch:	schwach modrig	Geschmack:	salzig
Physikalische Parameter	Temperatur:	22,6 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	9,4	O ₂ -Gehalt (mg/l):	3,3
	Leitfähigkeit:	29,4 mS/cm	Sättigung:	50 %

Proben - Nr.: S 7901 da

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	135000,0	5872,17	5872,17	96,3
K ⁺	7900,0	202,04	202,04	3,3
Ca ²⁺	13,0	0,33	0,66	0,0
Mg ²⁺	324,0	13,33	26,66	0,4
SUMME	143237,0	6087,87	6101,53	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	88080,0	2484,49	2484,49	46,5
SO ₄ ²⁻	26245,0	273,21	546,42	10,2
NO ₃ ⁻	120,5	1,94	3,88	0,0
HCO ₃ ⁻	25960,0	425,44	425,44	8,0
CO ₃ ²⁻	56600,0	943,11	1886,22	35,3
PO ₄ ³⁻	3,9	0,041	0,123	0,0
SUMME	197009,4	4128,231	5346,573	100,0
KATIONEN + ANIONEN				
	340246,4 mg/l	10216,101 mmol/l	11448,103 meq/l	
IONENBILANZFEHLER 6,6 %				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.a.	Ba = n.a.	Cd = n.a.	Co = n.a.	Cr = n.a.
Cu = n.a.	Fe = 8640,0	Mn = 820,0	Ni = n.a.	Pb = n.a.
Sr = n.a.	Zn = n.a.			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 1,2428 g/cm³ Abdampfdruckstand: 334,4 g/l
 Gesamthärte (GH): 13,66 mmol/l bzw. 76,6 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert

Proben - Nr.: S 7901 da

Probenahme	Ort:	Badan	SKS - Nr.:	S 79 BAD
	Uhrzeit:	ca. 15:00	Datum:	02.10.94
	Original - Nr.:	Ho 941002-x-2	Geogr. Koordinaten:	39° 33' N 102° 21' E
	Entnahmetiefe:	Oberfläche	Entnahmestelle:	Salzwassensee
	Klassifizierung:	Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Probe von Oberfläche nahe am Ufer		
Sensorik	Färbung (visuell):	schwach	Farblon:	schwach rötlich
	Trübung (visuell):	schwach	Bodensatz:	-
	Geruch:	schwach fischig	Geschmack:	stark salzig
Physikalische Parameter	Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	9,6	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	140,1 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: S 7902 da

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	72000,0	3131,82	3131,82	96,0
K ⁺	4490,0	114,83	114,83	3,5
Ca ²⁺	77,9	1,94	3,88	0,1
Mg ²⁺	170,0	6,99	13,98	0,4
SUMME				100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	58700,0	1655,71	1655,71	*
SO ₄ ²⁻	50700,0	527,81	1055,62	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	109400,0	2183,52	2711,33	*
KATIONEN + ANIONEN 186137,9 mg/l 5439,10 mmol/l 5975,84 meq/l				
IONENBILANZFEHLER (9,3 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	B = 219000,0	Ba = 171,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 849,0	Mn = 382,0	Ni = n.b.	P = 45000,0	Pb = 85,0
Sr = 652,0	Zn = n.b.				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 8,93 mmol/l bzw. 50,1 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert, n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze), n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlers wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 7902 da

Probenahme	Ort: Badon	SKS - Nr.: S 79 BAD
	Uhrzeit: 15:30	Datum: 05.09.95
	Original - Nr.: Ho 950905-3	Geogr. Koordinaten: 39°33'N 102°21'E
	Entnahmetiefe: 0,10 m	Entnahmetstelle: See-Ufer
	Klassifizierung: Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, Schöp/probe von Oberfläche nahe Ufer	
Sensorik	Färbung (visuell): schwach	Farblton: rosa bis rötlich
	Trübung (visuell): schwach	Bodensatz: ohne
	Geruch: schwach erdig	Geschmack: stark salzig
Physikalische Parameter	Temperatur: 23,3 °C	gelöste Feststoffe (mg/l): -
	pH-Wert: 10,0	O ₂ -Gehalt (mg/l): 0,8
	Leitfähigkeit: 135,8 mS/cm	Sättigung: 14 %

Proben - Nr.: S 7903 dc

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	82900,0	3605,95	3605,95	95,8
K ⁺	5420,0	138,61	138,61	3,7
Ca ²⁺	94,7	2,36	4,72	0,1
Mg ²⁺	168,0	6,91	13,82	0,4
SUMME				100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	84800,0	2391,90	2391,90	*
SO ₄ ²⁻	65300,0	679,77	1359,54	*
NO ₃ ⁻	n.a.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	150100,0	3071,67	3751,44	*
KATIONEN + ANIONEN 238682,7 mg/l 6825,5 mmol/l 7514,54 meq/l				
IONENBILANZFEHLER (0,2 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	B = 253000,0	Ba = 181,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 774,0	Mn = 424,0	Ni = n.b.	P = 66300,0	Pb = n.b.
Sr = 636,0	Zn = n.b.				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 9,27 mmol/l bzw. 52,0 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert, n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze), n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlers wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 7903 dc

Probenahme	Ort: Badon	SKS - Nr.: S 79 BAD
	Uhrzeit: 16:30	Datum: 09.09.95
	Original - Nr.: Ho 950909-1	Geogr. Koordinaten: 39°33'N 102°21'E
	Entnahmetiefe: 0,2 - 0,4 m	Entnahmetstelle: Salzsee, unterhalb Chemokline
	Klassifizierung: Seewasserprobe aus hypersalinen Gewässer, aus def. Tiefe m. W.schöpfer ca. in Seemitte	
Sensorik	Färbung (visuell): schwach	Farblton: rosa
	Trübung (visuell): schwach	Bodensatz: ohne
	Geruch: mittel fischig	Geschmack: stark salzig
Physikalische Parameter	Temperatur: 23 °C	gelöste Feststoffe (mg/l): -
	pH-Wert: -	O ₂ -Gehalt (mg/l): -
	Leitfähigkeit: 154,0 mS/cm	Sättigung: -

Proben - Nr.: S 8101 aa

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE			
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]
Na ⁺	494,0	21,49	21,49
K ⁺	42,5	1,09	1,09
Ca ²⁺	18,0	0,45	0,90
Mg ²⁺	65,3	2,69	5,38
SUMME	619,8	25,72	28,86
ANIONEN			
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]
Cl ⁻	419,0	11,82	11,82
SO ₄ ²⁻	243,7	2,54	5,08
NO ₃ ⁻	17,0	0,27	0,27
HCO ₃ ⁻	600,4	9,84	9,84
CO ₃ ²⁻	70,9	1,18	2,36
PO ₄ ³⁻	0,2	0,002	0,006
SUMME	1351,2	25,652	29,376
KATIONEN + ANIONEN 1971,0 mg/l 51,372 mmol/l 58,236 meq/l			
IONENBILANZFEHLER 0,9 %			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = n.b.	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = n.b.	Mn = 7,0	Ni = 69,0	Pb = n.b.
Sr = 189,0	Zn = 103,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 0,9964 g/cm³ Abdampfdruckstand: 1,7 g/l

Gesamthärte (GH): 3,14 mmol/l bzw. 17,6 °dGH Beurteilung der GH: hart

Anmerkungen
n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: S 8101 aa

Ort:	Baden	SKS - Nr.:	S 81 BAD
Uhrzeit:	ca. 16:00	Datum:	02.10.94
Original - Nr.:	Ho 941002-x-1	Geogr. Koordinaten:	39° 32' N 102° 21' E
Entnahmestelle:	Oberfläche	Entnahmestelle:	Süßwassersee
Klassifizierung:	Sewasserprobe aus subalinen Gewässer, Probe von Oberfläche nahe am Ufer		
Färbung(visuell):	farblos	Farblon:	-
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	1.744
pH-Wert:	9,0	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
Leitfähigkeit:	2,5 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: S 8102 aa

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	385,0	16,75	16,75	74,6
K ⁺	18,3	0,47	0,47	2,1
Ca ²⁺	10,1	0,25	0,50	2,2
Mg ²⁺	57,6	2,37	4,74	21,1
SUMME	471,0	19,84	22,46	100,0
ANIONEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	389,0	10,97	10,97	*
SO ₄ ²⁻	253,0	2,64	5,28	*
NO ₃ ⁻	n.b.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	642,0	13,61	16,25	*
KATIONEN + ANIONEN 1113,0 mg/l 33,45 mmol/l 38,71 meq/l				
IONENBILANZFEHLER (16,0 %)*				

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 103,0	Ba = n.b.	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 10,0
Cu = n.b.	Fe = 86,0	Mn = 16,0	Ni = n.b.	Pb = 123,0
Sr = 127,0	Zn = 15,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g.

Gesamthärte (GH): 2,62 mmol/l bzw. 14,7 °dGH Beurteilung der GH: mittel hart

Abdampfdruckstand: n.g.

VOR - ORT - ANALYTIK

NO ₃ ⁻ n.b.	NO ₂ ⁻ 0,07 mg/l	NH ₄ ⁺ 0,05 mg/l	SiO ₂ 0,16 mg/l	Sulfid n.a.
-----------------------------------	--	--	----------------------------	-------------

Anmerkungen
n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
* = Unvollständige Wasseranalyse, wegen des Fehlers wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: S 8102 aa

Ort:	Baden	SKS - Nr.:	S 81 BAD
Uhrzeit:	14:35	Datum:	05.09.95
Original - Nr.:	Ho 950905-2	Geogr. Koordinaten:	39°33'N 102°22'E
Entnahmestelle:	5 cm	Entnahmestelle:	Seeufer
Klassifizierung:	Sewasserprobe aus subalinen Gewässer, Schöpfprobe von Oberfläche nahe Ufer		
Färbung(visuell):	farblos	Farblon:	-
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	ohne
Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Temperatur:	21,8 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	1.672
pH-Wert:	9,3	O ₂ -Gehalt (mg/l):	7,5
Leitfähigkeit:	2,7 mS/cm	Sättigung:	98 %

Proben - Nr.: G 4901 ba

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	420,0	18,27	18,27	52,2
K ⁺	13,9	0,36	0,36	1,0
Ca ²⁺	193,0	4,82	9,64	27,4
Mg ²⁺	83,0	3,42	6,84	19,4
SUMME	709,9	26,87	35,11	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	735,0	20,73	20,73	*
SO ₄ ²⁻	484,0	5,04	10,08	*
NO ₃ ⁻	4,7	0,08	0,08	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	1223,7	25,85	30,89	*

KATIONEN + ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]
KATIONEN + ANIONEN	1933,6	52,72	66,00

IONENBILANZFEHLER (6,4 %)*

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 80,0	Ba = n.b.	Ba = 121,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 57,0	Mn = 1040,0	Ni = n.b.	P = 203,0	Pb = n.b.
Sr = 2650,0	Zn = 71,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 8,24 mmol/l bzw. 46,2 °dGH
 Abtampfrückstand: n.g.
 Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻: 7,5 mg/l NO₂⁻: 0,16 mg/l NH₄⁺: 0,06 mg/l SiO₂: 14,9 mg/l Sulfid: n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen)
 können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: G 4901 ba

Probenahme	Ort: Lexiketu	SKS - Nr.:	S 49 LEX
Uhrzeit:	-	Datum:	11.10.95
Original - Nr.:	Ho 951011-3	Geogr. Koordinaten:	39°36'N 102°30'E
Entnahmetiefe:	ca. 0,10 m	Entnahmetiefe:	Wasserloch, GW
Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus offenem Brunnen, unmittelbar vor der Probenahme gegraben		
Färbung (visuell):	schwach	Farblösung:	bräunlich
Trübung (visuell):	schwach	Bodensatz:	etwas
Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter	Temperatur:	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	Sättigung:	-
			3,56 mS/cm

Proben - Nr.: G 5901 ba

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	279,0	12,14	12,14	49,8
K ⁺	7,5	0,19	0,19	0,8
Ca ²⁺	148,0	3,69	7,38	30,3
Mg ²⁺	56,5	2,36	4,72	19,1
SUMME	491,0	18,35	24,43	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	461,0	13,00	13,00	54,2
SO ₄ ²⁻	268,0	2,79	5,58	23,2
NO ₃ ⁻	7,8	0,13	0,13	0,5
HCO ₃ ⁻	300,0	4,92	4,92	20,5
CO ₃ ²⁻	11,4	0,19	0,38	1,6
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	1048,2	21,03	24,01	100,0

KATIONEN + ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]
KATIONEN + ANIONEN	1539,2	39,38	48,44

IONENBILANZFEHLER 0,9 %

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 53,0	B = n.b.	Ba = 89,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = 28,0	Fe = 171,0	Mn = 230,0	Ni = n.b.	P = n.a.	Pb = n.b.
Sr = 1400,0	Zn = 60,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 6,02 mmol/l bzw. 33,7 °dGH
 Abtampfrückstand: n.g.
 Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻: 4,7 mg/l NO₂⁻: n.b. NH₄⁺: 0,13 mg/l SiO₂: 10,2 mg/l Sulfid: n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen

Proben - Nr.: G 5901 ba

Probenahme	Ort: Wömenjaran	SKS - Nr.:	S 59 WOM
Uhrzeit:	18:00	Datum:	12.09.95
Original - Nr.:	Ho 950912-2	Geogr. Koordinaten:	39°35'N 102°16'E
Entnahmetiefe:	0,20 m	Entnahmetiefe:	Grabung 20 m westl. d. Sees
Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus offenem Brunnen, unmittelbar vor der Probenahme gegraben		
Färbung (visuell):	farblos	Farblösung:	-
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	-
Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter	Temperatur:	gelöste Feststoffe (mg/l):	1,994
	pH-Wert:	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	Sättigung:	-
			2,7 mS/cm

Proben - Nr.: G 6001 ba

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	787,0	34,23	34,23	44,5
K ⁺	84,5	2,16	2,16	2,8
Ca ²⁺	306,0	7,64	15,28	19,8
Mg ²⁺	308,0	12,67	25,34	32,9
SUMME	1485,5	56,70	77,01	100,0
ANIONIEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	1420,0	40,05	40,05	*
SO ₄ ²⁻	1390,0	14,47	28,94	*
NO ₃ ⁻	n.b.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	2810,0	54,52	68,99	*
KATIONEN + ANIONIEN	4295,5 mg/l	111,22 mmol/l	146,0 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	(5,5 %)*			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = 7620,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 50,0	Mn = 2400,0	Ni = n.b.	Pb = 69,0
Sr = 5300,0	Zn = 45,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 20,31 mmol/l bzw. 113,9 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ n.b. NO₂⁻ n.b. NH₄⁺ 0,08 mg/l SiO₂ n.a. Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen)
 können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: G 6001 ba		SKS - Nr.:	S 60 NUO
Probenahme Ort:	Nouertu	Datum:	11.09.95
Uhrzeit:	15:00	Geogr. Koordinaten:	39°35'N 102°22'E
Original - Nr.:	Ho 950911-4	Entnahmestelle:	Grabung 20m S d. Sees
Klassifizierung:	30 cm	Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus offenem Brunnen, unmittelbar vor der Probenahme gegraben
Färbung(visuell):	stark	Farblösung:	bräunlich
Trübung(visuell):	stark undurchsichtig	Bodensatz:	ja
Geruch:	ohne	Geschmack:	schwach fade
Physikalische Parameter		Temperatur:	-
		pH-Wert:	7,5
		Leitfähigkeit:	8,11 mS/cm
		gelöste Feststoffe (mg/l):	-
		O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
		Sättigung:	-

Proben - Nr.: G 7301 ac

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE				
KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Na ⁺	248,0	10,79	10,79	64,0
K ⁺	12,2	0,31	0,31	1,9
Ca ²⁺	51,8	1,29	2,58	15,3
Mg ²⁺	38,4	1,58	3,16	18,8
SUMME	350,4	13,97	16,84	100,0
ANIONIEN				
	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq. %]
Cl ⁻	346,0	9,76	9,76	*
SO ₄ ²⁻	260,0	2,71	5,42	*
NO ₃ ⁻	129,0	2,03	2,03	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	735,0	14,50	17,21	*
KATIONEN + ANIONIEN	1085,4 mg/l	28,47 mmol/l	34,05 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	(1,1 %)*			

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 60,0	Ba = n.b.	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 52,0	Mn = 10,0	Ni = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 1860,0	Zn = 20,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN
 Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 2,87 mmol/l bzw. 16,1 °dGH
 Abdampfdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: mittel hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻ 113,0 mg/l NO₂⁻ 0,56 mg/l NH₄⁺ 0,08 mg/l SiO₂ n.a. Sulfid n.a.

Anmerkungen
 n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen)
 können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: G 7301 ac		SKS - Nr.:	S 73 TON
Probenahme Ort:	Tonggutu	Datum:	07.09.95
Uhrzeit:	16:00	Geogr. Koordinaten:	39°34'N 102°24'E
Original - Nr.:	Ho 950907-5	Entnahmestelle:	Brunnen
Klassifizierung:	-	Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus Schachtbrunnen, Ausbau unbekannt
Färbung(visuell):	farblos	Farblösung:	-
Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	wenig Sand
Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter		Temperatur:	-
		pH-Wert:	8,3
		Leitfähigkeit:	2,91 mS/cm
		gelöste Feststoffe (mg/l):	1,740
		O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
		Sättigung:	-

Proben - Nr.: G 7701 ba

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	2180,0	94,83	94,83	83,0
K ⁺	120,0	3,07	3,07	2,7
Ca ²⁺	95,3	2,38	4,76	4,2
Mg ²⁺	140,0	5,76	11,52	10,1
SUMME	2535,3	106,04	114,18	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	2210,0	62,34	62,34	*
SO ₄ ²⁻	3780,0	39,35	78,70	*
NO ₃ ⁻	n.b.			
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	5990,0	101,69	141,04	*

KATIONEN + ANIONEN IONENBILANZFEHLER	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]
	8525,3 mg/l (10,5 %)*	207,73 mmol/l	255,22 meq/l

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 64,0	B = 3300,0	Ba = 52,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = 10,0	Fe = 31,0	Mn = 12,0	Ni = n.b.	P = 6920,0	Pb = 82,0
Sr = 2860,0	Zn = 50,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 8,14 mmol/l bzw. 45,6 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃: n.b. NO₂: 0,09 mg/l NH₄⁺: 0,08 mg/l SiO₂: n.a. Sulfid: n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: G 7701 ba

Probenahme	Ort:	Huhewuzhuier	SKS - Nr.:	S 77 FHU
	Unzeit:	-	Datum:	11,09,95
	Original - Nr.:	Ho 950911-6	Geogr. Koordinaten:	39°33'N 102°21'E
	Entnahmetiefe:	20 cm	Entnahmetiefe:	GW ca. 15 m vom See
	Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus offenem Brunnen, unmittelbar vor der Probenahme gegraben	Färbung (visuell):	stark
Sensorik	Trübung (visuell):	stark undurchsichtig	Bodensatz:	ja
	Geruch:	schwach erdig	Geschmack:	schwach salzig
Physikalische Parameter	Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	-
	pH-Wert:	8,5	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	13,9 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: G 7901 ba

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	111,0	4,83	4,83	55,0
K ⁺	6,3	0,16	0,16	1,8
Ca ²⁺	41,2	1,03	2,06	23,4
Mg ²⁺	21,2	0,88	1,76	19,8
SUMME	179,9	6,90	8,81	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	118,0	3,33	3,33	*
SO ₄ ²⁻	123,0	1,28	2,56	*
NO ₃ ⁻	61,5	0,99	0,99	*
HCO ₃ ⁻	n.a.			
CO ₃ ²⁻	n.a.			
PO ₄ ³⁻	n.a.			
SUMME	302,5	5,60	6,88	*

KATIONEN + ANIONEN IONENBILANZFEHLER	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]
	482,2 mg/l (12,3 %)*	12,50 mmol/l	15,69 meq/l

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = 731,0	B = n.b.	Ba = 46,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = 23,0
Cu = n.b.	Fe = 1028,0	Mn = 143,0	Ni = n.b.	P = 863,0	Pb = n.b.
Sr = 813,0	Zn = 16,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g. Abdampfdruckstand: n.g.
 Gesamthärte (GH): 1,91 mmol/l bzw. 10,7 °dGH Beurteilung der GH: weich

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃: 57,3 mg/l NO₂: 4,64 mg/l NH₄⁺: 0,1 mg/l SiO₂: n.a. Sulfid: n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: G 7901 ba

Probenahme	Ort:	Badan	SKS - Nr.:	S 79 BAD
	Unzeit:	16:00	Datum:	05,09,95
	Original - Nr.:	Ho 950905-4	Geogr. Koordinaten:	39°33'N 102°21'E
	Entnahmetiefe:	5 cm	Entnahmetiefe:	10 m südl. v. S 79
	Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus offenem Brunnen, unmittelbar vor der Probenahme gegraben	Färbung (visuell):	farblos
Sensorik	Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	ohne
	Geruch:	ohne	Geschmack:	ohne
Physikalische Parameter	Temperatur:	16,5 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	735
	pH-Wert:	8,1	O ₂ -Gehalt (mg/l):	1,5
	Leitfähigkeit:	1,04 mS/cm	Sättigung:	20 %

Proben - Nr.: G 8001 aa

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	296,0	12,88	12,88	68,1
K ⁺	54,0	1,38	1,38	7,3
Ca ²⁺	32,1	0,80	1,60	8,5
Mg ²⁺	37,1	1,53	3,06	16,1
SUMME	419,2	16,59	18,92	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	214,4	6,05	6,05	33,0
SO ₄ ²⁻	248,6	2,59	5,18	28,3
NO ₃ ⁻	22,8	0,37	0,37	2,0
HCO ₃ ⁻	408,3	6,69	6,69	36,5
CO ₃ ²⁻	n.b.			
PO ₄ ³⁻	1,0	0,01	0,03	0,2
SUMME	895,1	15,71	18,32	100,0

KATIONEN + ANIONEN 1314,3 mg/l 32,30 mmol/l 37,24 meq/l

IONENBILANZFEHLER 1,6 %

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	B = 1750,0	Ba = 16,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = n.b.	Mn = 5,0	Ni = n.b.	P = n.a.	Pb = 39,0
Sr = 760,0	Zn = 91,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 0,9981 g/cm³ Abdampfdruckstand: 1,2 g/l
 Gesamthärte (GH): 2,33 mmol/l bzw. 13,0 °dGH Beurteilung der GH: mittel hart

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: G 8001 aa

Ort:	Baden	SKS - Nr.:	S 80 BAD
Probenahme	Uhrzeit: 12:20	Datum:	03.10.94
Original - Nr.:	Ho 941003-1	Geogr. Koordinaten:	39° 33' N 102° 21' E
Entnahmetiefe:	ca. 1,0 m	Entnahmestelle:	Brunnen
Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus Schachbrunnen, mit Hobzertium verschalt		
Färbung (visuell):	farblos	Färbton:	-
Trübung (visuell):	klar	Bodensatz:	-
Geruch:	schwach fischig	Geschmack:	fade
Physikalische Parameter	Temperatur: -	gelöste Feststoffe (mg/l):	1,255
	pH-Wert: 8,7	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit: 1,8 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: G 8301 ba

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	324,0	14,09	14,09	62,7
K ⁺	11,4	0,29	0,29	1,3
Ca ²⁺	109,2	2,73	5,46	24,3
Mg ²⁺	31,6	1,30	2,60	11,7
SUMME	476,2	18,41	22,44	100,0

ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	272,0	7,67	7,67	34,0
SO ₄ ²⁻	306,2	3,19	6,38	28,2
NO ₃ ⁻	18,8	0,30	0,30	1,3
HCO ₃ ⁻	504,0	8,27	8,27	36,5
CO ₃ ²⁻	n.b.			
PO ₄ ³⁻	0,3	0,003	0,009	0,0
SUMME	1103,30	19,433	22,629	100,0

KATIONEN + ANIONEN 1577,5 mg/l 37,843 mmol/l 45,069 meq/l

IONENBILANZFEHLER 0,4 %

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	B = 282,0	Ba = n.b.	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 140,0	Mn = 5,0	Ni = 73,0	P = n.a.	Pb = n.b.
Sr = 1286,0	Zn = 100,0				

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 0,9973 g/cm³ Abdampfdruckstand: 1,1 g/l
 Gesamthärte (GH): 4,03 mmol/l bzw. 22,6 °dGH Beurteilung der GH: sehr hart

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: G 8301 ba

Ort:	Dahlezi.	SKS - Nr.:	S 83 DAH
Probenahme	Uhrzeit: 11:00	Datum:	11.09.94
Original - Nr.:	Ho 940911-1	Geogr. Koordinaten:	39° 33' 00" N 102° 29' 07" E
Entnahmetiefe:	-	Entnahmestelle:	frisches Wasserloch
Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus offenem Brunnen, unmittelbar vor der Probenschne gezapfen		
Färbung (visuell):	schwach	Färbton:	gelblich
Trübung (visuell):	schwach	Bodensatz:	-
Geruch:	schwach erdig	Geschmack:	schwach salzig
Physikalische Parameter	Temperatur: -	gelöste Feststoffe (mg/l):	1350
	pH-Wert: 7,7	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit: 1,93 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: G 8501 ab

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Na ⁺	446,0	19,40	19,40	19,40	19,40	19,40	80,8
K ⁺	0,1	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,0
Ca ²⁺	60,9	1,52	3,04	3,04	1,52	3,04	12,7
Mg ²⁺	18,9	0,78	1,56	1,56	0,78	1,56	6,5
SUMME	525,9	21,703	24,003	24,003	21,703	24,003	100,0
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[meq %]
Cl ⁻	567,0	15,99	15,99	15,99	15,99	15,99	*
SO ₄ ²⁻	455,0	4,74	9,48	9,48	4,74	9,48	*
NO ₃ ⁻	47,6	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	*
HCO ₃ ⁻	n.a.						
CO ₃ ²⁻	n.a.						
PO ₄ ³⁻	n.a.						
SUMME	1069,6	21,5	26,24	26,24	21,5	26,24	100,0
KATIONEN + ANIONEN	1595,5 mg/l	43,203 mmol/l	50,243 meq/l	50,243 meq/l	43,203 mmol/l	50,243 meq/l	
IONENBILANZFEHLER	(4,5 %)*						

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = n.b.	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 37,0	Mn = n.b.	Ni = n.b.	Pb = n.b.
Sr = 2070,0	Zn = 23,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: n.g.
 Gesamthärte (GH): 2,30 mmol/l bzw. 12,9 °dGH
 Abdruckdruckstand: n.g.
 Beurteilung der GH: mittel hart

VOR - ORT - ANALYTIK

NO₃⁻: 43,6 mg/l NO₂⁻: 0,06 mg/l NH₄⁺: 0,05 mg/l SiO₂: n.b. Sulfid: n.a.

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze) n.g. = nicht gemessen
 * = Unvollständige Wasseranalyse: wegen des Fehlens wichtiger Parameter (in der Regel bei den Anionen) können keine prozentualen Angaben gemacht werden

Proben - Nr.: G 8501 ab

Probenahme	Ort:	Heilshantou	SKS - Nr.:	X 85 HEI
	Uhrzeit:	14:00	Datum:	03.09.95
	Original - Nr.:	Ho 950903-2	Geogr. Koordinaten:	39°20'N 102°28'E
	Entnahmetiefe:	ca - 2 m GOK	Entnahmestelle:	Brunnen
	Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus Schachbrunnen, mit Steinen verschalt		
Sensorik	Färbung(visuell):	farblos	Farblton:	-
	Trübung(visuell):	klar	Bodensatz:	ohne
	Geruch:	ohne	Geschmack:	sehr schwach salzig
Physikalische Parameter	Temperatur:	-	gelöste Feststoffe (mg/l):	1,732
	pH-Wert:	8,3	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	2,87 mS/cm	Sättigung:	-

Proben - Nr.: G 8401 ab

LABORANALYTIK

HAUPTINHALTSSTOFFE

KATIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[mg/l]	[mmol/l]	[meq %]
Na ⁺	358,0	15,57	15,57	70,9	70,9	
K ⁺	13,9	0,36	0,36	1,6	1,6	
Ca ²⁺	63,1	1,58	3,16	14,3	14,3	
Mg ²⁺	35,2	1,45	2,90	13,2	13,2	
SUMME	470,2	18,96	21,99	100,0	100,0	
ANIONEN	[mg/l]	[mmol/l]	[meq/l]	[mg/l]	[mmol/l]	[meq %]
Cl ⁻	356,2	10,05	10,05	44,3	44,3	
SO ₄ ²⁻	316,1	3,29	6,58	29,1	29,1	
NO ₃ ⁻	91,5	1,48	1,48	6,5	6,5	
HCO ₃ ⁻	276,2	4,53	4,53	20,0	20,0	
CO ₃ ²⁻	n.b.					
PO ₄ ³⁻	0,4	0,004	0,012	0,1	0,1	
SUMME	1040,4	19,354	22,652	100,0	100,0	
KATIONEN + ANIONEN	1510,9 mg/l	38,314 mmol/l	44,642 meq/l	44,642 meq/l	38,314 mmol/l	44,642 meq/l
IONENBILANZFEHLER	1,5 %					

SPURENELEMENTE (µg/l)

Al = n.b.	Ba = 1422,0	Cd = n.b.	Co = n.b.	Cr = n.b.
Cu = n.b.	Fe = 410,0	Mn = 8,0	Ni = 34,0	Pb = n.b.
Sr = 2264,0	Zn = 11,0			

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Dichte bei 20°C: 0,9973 g/cm³
 Gesamthärte (GH): 3,03 mmol/l bzw. 17,0 °dGH
 Abdruckdruckstand: 2,1 g/l
 Beurteilung der GH: hart

Anmerkungen

n.a. = nicht analysiert n.b. = nicht bestimmbar (kleiner als die Bestimmungsgrenze)

Proben - Nr.: G 8401 ab

Probenahme	Ort:	Yaohaizi, Camp 1	SKS - Nr.:	X 84 YAO
	Uhrzeit:	17:10	Datum:	07.09.94
	Original - Nr.:	Ho 940907-1	Geogr. Koordinaten:	39°27'22"N 102°30'30"E
	Entnahmetiefe:	-1,4 mGOK	Entnahmestelle:	Brunnen bei Yaohaizi
	Klassifizierung:	Grundwasserprobe aus Schachbrunnen, mit Steinen verschalt		
Sensorik	Färbung(visuell):	farblos	Farblton:	-
	Trübung(visuell):	klar bis schwach	Bodensatz:	brauner Schluff
	Geruch:	ohne	Geschmack:	schwach salzig
Physikalische Parameter	Temperatur:	19,2 °C	gelöste Feststoffe (mg/l):	2600
	pH-Wert:	7,6	O ₂ -Gehalt (mg/l):	-
	Leitfähigkeit:	3,72 mS/cm	Sättigung:	-

Berliner Geographische Abhandlungen

Im Selbstverlag des Institutes für Geographische Wissenschaften der Freien Universität Berlin,
Malteserstr. 74-100, D-12249 Berlin, Tel. 0049|030|83870373 (Preise zuzüglich Versandkosten)

Hefte 1 bis 5: *vergriffen*

- Hefte 6: ROSTANKOWSKI, Peter (1969)
Siedlungsentwicklung und Siedlungsformen in den Ländern der russischen Kosakenheere. - 84 S., 15 Abb., 16 Bilder, 2 Karten.
ISBN 3-88009-005-X (DM 15,-)
- Hefte 7: SCHULZ, Georg (1969)
Versuch einer optimalen geographischen Inhaltsgestaltung der topographischen Karte 1 : 25 000 am Beispiel eines Kartenausschnittes. - 28 S. 6 Abb. im Text, 1 Karte im Anhang.
ISBN 3-88009-006-8 (*vergriffen*)
- Hefte 8: Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. II. Feldarbeiten 1965/66 (1969)
82 S., 15 Abb., 27 Fig., 13 Tafeln, 11 Karten.
ISBN 3-88009-007-6 (DM 15,-)
- Hefte 9: JANNSEN, Gert (1970)
Morphologische Untersuchungen im nördlichen Tarso Voon (Zentrales Tibesti). - 66 S., 12 Abb., 41 Bilder, 3 Karten.
ISBN 3-88009-008-4 (DM 15,-)
- Hefte 10: JÄKEL, Dieter (1971)
Erosion und Akkumulation im Enneri Bardague-Araye des Tibesti-Gebirges (zentrale Sahara) während des Pleistozäns und Holozäns. - Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti, 55 S., 13 Abb., 54 Bilder, 3 Tab., 1 Nivellement (4 Teile), 60 Profile, 3 Karten (6 Teile).
ISBN 3-88009-009-2 (*vergriffen*)
- Hefte 11: MÜLLER, Konrad (1971)
Arbeitsaufwand und Arbeitsrhythmus in den Agrarlandschaften Süd- und Südostfrankreichs: Les Dombes bis Bouches-du-Rhône. - 64 S., 18 Karten, 26 Diagramme, 10 Fig., zahlreiche Tabellen.
ISBN 3-88009-010-6 (*vergriffen*)
- Hefte 12: OBENAUF, K. Peter (1971)
Die Enneris Gonoa, Toudoufou, Oudingueur und Nemagayeko im nordwestlichen Tibesti. Beobachtungen zu Formen und Formung in den Tälern eines ariden Gebirges. - Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 70 S., 6 Abb., 10 Tab., 21 Photos, 34 Querprofile, 1 Längsprofil, 9 Karten.
ISBN 3-88009-011-4 (DM 20,-)
- Hefte 13: MOLLE, Hans-Georg (1971)
Gliederung und Aufbau fluvialer Terrassenakkumulation im Gebiet des Enneri Zoumri (Tibesti-Gebirge). - Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 53 S., 26 Photos, 28 Fig., 11 Profile, 5 Tab., 2 Karten.
ISBN 3-88009-012-2 (DM 10,-)
- Hefte 14: STOCK Peter (1972)
Photogeologische und tektonische Untersuchungen am Nordrand des Tibesti-Gebirges, Zentral-Sahara, Tchad. - Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 73 S., 47 Abb., 4 Karten.
ISBN 3-88009-013-0 (DM 15,-)
- Hefte 15: BIEWALD, Dieter (1973)
Die Bestimmungen eiszeitlicher Meeresoberflächentemperaturen mit der Ansatztiefe typischer Korallenriffe. - 40 S., 16 Abb., 26 Seiten Fig. und Karten.
ISBN 3-88009-015-7 (DM 10,-)
- Hefte 16: Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. III. Feldarbeiten 1966/67 (1972)
156 S., 133 Abb., 41 Fig., 34 Tab., 1 Karte.
ISBN 3-88009-014-9 (DM 45,-)
- Hefte 17: PACHUR, Hans-Joachim (1973)
Geomorphologische Untersuchungen im Raum der Serir Tibesti (Zentralsahara). - Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/ Tibesti. 58. S., 39 Photos, 16 Fig. und Profile, 9 Tab., 1 Karte.
ISBN 3-88009-016-5 (DM 25,-)
- Hefte 18: BUSCHE, Detlef (1973)
Die Entstehung von Pedimenten und ihre Überformung, untersucht an Beispielen aus dem Tibesti-Gebirge, Republique du Tchad. - Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 130 S., 57 Abb., 22 Fig., 1 Tab., 6 Karten.
ISBN 3-88009-017-3 (DM 40,-)
- Hefte 19: ROLAND, Norbert W. (1973)
Anwendung der Photointerpretation zur Lösung stratigraphischer und tektonischer Probleme im Bereich von Bardai und Aozou (Tibesti-Gebirge, Zentral-Sahara). - Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 48 S., 35 Abb., 10 Fig., 4 Tab., 2 Karten.
ISBN 3-88009-018-1 (DM 20,-)
- Hefte 20: SCHULZ, Georg (1974)
Die Atlaskartographie in Vergangenheit und Gegenwart und die darauf aufbauende Entwicklung eines neuen ErdAtlas. - 59 S., 3 Abb., 8 Fig., 23 Tab., 8 Karten.
ISBN 3-88009-019-X (DM 35,-)

Berliner Geographische Abhandlungen

Im Selbstverlag des Institutes für Geographische Wissenschaften der Freien Universität Berlin,
Malteserstr. 74-100, D-12249 Berlin, Tel. 0049|030|83870373 (Preise zuzüglich Versandkosten)

- Heft 21: HABERLAND, Wolfram (1975)
Untersuchungen an Krusten, Wüstenlacken und Polituren auf Gesteinsoberflächen der nördlichen und mittleren Sahara (Libyen und Tschad). - Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 71 S., 62 Abb., 24 Fig., 10 Tab.
ISBN 3-88009-020-3 (DM 50,-)
- Heft 22: GRUNERT, Jörg (1975)
Beiträge zum Problem der Talbildung in ariden Gebieten, am Beispiel des zentralen Tibesti-Gebirges (Rep. du Tchad). - Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 96 S., 3 Tab., 6 Fig., 58 Profile, 41 Abb., 2 Karten.
ISBN 3-88009-021-1 (DM 35,-)
- Heft 23: ERGENZINGER, Peter Jürgen (1978)
Das Gebiet des Enneri Misky im Tibesti-Gebirge, République du Tchad - Erläuterungen zu einer geomorphologischen Karte 1 : 200 000. - Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 60 S., 6 Tab., 24 Fig., 24 Photos, 2 Karten.
ISBN 3-88009-022-X (DM 40,-)
- Heft 24: Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. IV. Feldarbeiten 1967/68, 1969/70, 1974 (1976)
24 Fig., 79 Abb., 12 Tab., 2 Karten.
ISBN 3-88009-023-8 (DM 30,-)
- Heft 25: MOLLE, Hans-Georg (1979)
Untersuchungen zur Entwicklung der vorzeitlichen Morphodynamik im Tibesti-Gebirge (Zentral-Sahara) und in Tunesien. - Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 104 S., 22 Abb., 40 Fig., 15 Tab., 3 Karten.
ISBN 3-88009-024-6 (DM 35,-)
- Heft 26: BRIEM, Elmar (1977)
Beiträge zur Genese und Morphodynamik des ariden Formenschatzes unter besonderer Berücksichtigung des Problems der Flächenbildung am Beispiel der Sandschwennebenen in der östlichen Zentralsahara. - Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 89 S., 38 Abb., 23 Fig., 8 Tab., 155 Diagramme, 2 Karten.
ISBN 3-88009-025-4 (DM 25,-)
- Heft 27: GABRIEL, Baldur (1977)
Zum ökologischen Wandel im Neolithikum der östlichen Zentralsahara. - Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 111 S., 9 Tab., 32 Fig., 41 Photos, 2 Karten.
ISBN 3-88009-026-2 (*vergriffen*)
- Heft 28: BÖSE, Margot (1979)
Die geomorphologische Entwicklung im westlichen Berlin nach neueren stratigraphischen Untersuchungen. - 46 S., 3 Tab., 14 Abb., 25 Photos, 1 Karte.
ISBN 3-88009-027-0 (*vergriffen*)
- Heft 29: GEHRENKEMPER, Johannes (1978)
Rañas und Reliefgenerationen der Montes de Toledo in Zentralspanien. - 81 S., 68 Abb., 3 Tab., 32 Photos, 2 Karten.
ISBN 3-88009-028-9 (DM 20,-)
- Heft 30: STÄBLEIN, Gerhard (Hrsg.) (1978)
Geomorphologische Detailaufnahme. Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm I. - 90 S., 38 Abb. und Beilagen, 17 Tab.
ISBN 3-88009-029-7 (*vergriffen*)
- Heft 31: BARSCH, Dietrich & LIEDTKE, Herbert (Hrsg.) (1980)
Methoden und Anwendbarkeit geomorphologischer Detailkarten. Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm II. - 104 S., 25 Abb., 5 Tab.
ISBN 3-88009-030-0 (DM 17,-)
- Heft 32: Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. V. Abschlußbericht (1982)
182 S., 63 Fig. und Abb., 84 Photos, 4 Tab., 5 Karten.
ISBN 3-88009-031-9 (DM 60,-)
- Heft 33: TRETER, Uwe (1981)
Zum Wasserhaushalt schleswig-holsteinischer Seengebiete. - 168 S., 102 Abb., 57 Tab.
ISBN 3-88009-033-5 (DM 40,-)
- Heft 34: GEHRENKEMPER, Kirsten (1981)
Rezenter Hangabtrag und geoökologische Faktoren in den Montes de Toledo, Zentralspanien. - 78 S., 39 Abb., 13 Tab., 24 Photos, 4 Karten.
ISBN 3-88009-032-7 (DM 20,-)
- Heft 35: BARSCH, Dietrich & STÄBLEIN, Gerhard (Hrsg.) (1982)
Erträge und Fortschritte der geomorphologischen Detailkartierung. Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm III. - 134 S., 23 Abb., 5 Tab., 5 Beilagen.
ISBN 3-88009-034-3 (DM 30,-)
- Heft 36: STÄBLEIN, Gerhard (Hrsg.) (1984):
Regionale Beiträge zur Geomorphologie. Vorträge des Ferdinand von Richthofen-Symposiums, Berlin 1983. - 140 S., 67 Abb., 6 Tab.
ISBN 3-88009-035-1 (DM 35,-)

Berliner Geographische Abhandlungen

Im Selbstverlag des Institutes für Geographische Wissenschaften der Freien Universität Berlin,
Maltesserstr. 74-100, D-12249 Berlin, Tel. 0049|030|83870373 (Preise zuzüglich Versandkosten)

- Heft 37: ZILLBACH, Käthe (1984)
Geoökologische Gefügemuster in Süd-Marokko. Arbeit im Forschungsprojekt Mobilität aktiver Kontinentalränder. - 95 S., 61 Abb., 2 Tab., 3 Karten.
ISBN 3-88009-036-X (DM 18,-)
- Heft 38: WAGNER, Peter (1984)
Rezente Abtragung und geomorphologische Bedingungen im Becken von Ouarzazate (Süd-Marokko). Arbeit im Forschungsprojekt Mobilität aktiver Kontinentalränder. - 112 S., 63 Abb., 48 Tab., 3 Karten.
ISBN 3-88009-037-8 (DM 18,-).
- Heft 39: BARSCH, Dietrich & LIEDTKE, Herbert (Hrsg.) (1985)
Geomorphological Mapping in the Federal Republic of Germany. Contributions to the GMK priority program IV. - 89 S., 16 Abb., 5 Tab.
ISBN 3-88009-038-6 (DM 22,50)
- Heft 40: MÄUSBACHER, Roland (1985)
Die Verwendbarkeit der geomorphologischen Karte 1 : 25 000 (GMK 25) der Bundesrepublik Deutschland für Nachbarwissenschaften und Planung. Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm V. - 97 S., 15 Abb., 31 Tab., 21 Karten.
ISBN 3-88009-039-4 (DM 18,-)
- Heft 41: STÄBLEIN, Gerhard (Hrsg.) (1986)
Geo- und biowissenschaftliche Forschungen der Freien Universität Berlin im Werra-Meißner-Kreis (Nordhessen). Beiträge zur Werra-Meißner-Forschung I. - 265 S., 82 Abb., 45 Tab., 3 Karten.
ISBN 3-88009-040-8 (DM 28,-)
- Heft 42: BARSCH, Dietrich & LESER, Hartmut (Hrsg.) (1987)
Regionale Beispiele zur geomorphologischen Kartierung in verschiedenen Maßstäben (1 : 5 000 bis 1 : 200 000). Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm VI. - 80 S., 10 Abb., 9 Beilagen.
ISBN 3-88009-041-6 (DM 35,-)
- Heft 43: VAHRSON, Wilhelm-Günther (1987)
Aspekte bodenphysikalischer Untersuchungen in der libyschen Wüste. Ein Beitrag zur Frage spätpleistozäner und holozäner Grundwasserbildung. - 92 S., 12 Abb., 56 Fig., 7 Tab., 1 Karte.
ISBN 3-88009-042-4 (DM 18,-)
- Heft 44: PACHUR, Hans-Joachim & RÖPER, Hans-Peter (1987)
Zur Paläolimnologie Berliner Seen. - 150 S., 42 Abb., 28 Tab.
ISBN 3-88009-043-2 (*vergriffen*)
- Heft 45: BERTZEN, Günter (1987)
Diatomeenanalytische Untersuchungen an spätpleistozänen und holozänen Sedimenten des Tegeler Sees. - 150 S., 19 Fig., 2 Tab., 38 Abb., 7 Anlagen
ISBN 3-88009-044-0 (DM 30,-)
- Heft 46: FRANK, Felix (1987)
Die Auswertung großmaßstäbiger Geomorphologischer Karten (GMK 25) für den Schulunterricht. Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm VII. - 100 S., 29 Abb., Legende der Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 (GMK 25).
ISBN 3-88009-045-9 (DM 18,-)
- Heft 47: LIEDTKE, Herbert (Hrsg.) (1988)
Untersuchungen zur Geomorphologie der Bundesrepublik Deutschland - Neue Ergebnisse der Geomorphologischen Kartierung. Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm VIII. - 225 S., 77 Abb., 12 Tab.
ISBN 3-88009-046-7 (DM 60,-)
- Heft 48: MÖLLER, Klaus (1988)
Reliefentwicklung und Auslaugung in der Umgebung des Unterwerra-Sattels (Nordhessen). - 187 S., 55 Abb., 20 Tab., 2 Karten.
ISBN 3-88009-047-5 (DM 25,-)
- Heft 49: SCHMIDT, Karl-Heinz (1988)
Die Reliefentwicklung des Colorado Plateaus. - 183 S., 50 Abb., 17 Photos, 20 Tab., 2 Karten.
ISBN 3-88009-048-3 (DM 60,-)
- Heft 50: STÜVE, Peter (1988)
Die Schneeschmelze eines nordskandinavischen Einzugsgebietes ermittelt über die räumlich-zeitliche Variation des Strahlungs- und Energiehaushalts. - 119 S., 42 Abb., 13 Tab., 21 Karten.
ISBN 3-88009-050-1 (DM 30,-)
- Heft 51: BÖSE, Margot (1989)
Methodisch-stratigraphische Studien und paläomorphologische Untersuchungen zum Pleistozän südlich der Ostsee. - 114 S., 54 Abb., 17 Tab., 1 Bild.
ISBN 3-88009-051-3 (*vergriffen*)

Berliner Geographische Abhandlungen

Im Selbstverlag des Institutes für Geographische Wissenschaften der Freien Universität Berlin,
Malteserstr. 74-100, D-12249 Berlin, Tel. 0049|030|83870373 (Preise zuzüglich Versandkosten)

- Heft 52: WALTHER, Michael (1990)
Untersuchungsergebnisse zur jungpleistozänen Landschaftsentwicklung Schwansens (Schleswig-Holstein). - 143 S., 60 Abb., 4 Tab., 9 Fotos.
ISBN 3-88009-052-1 (DM 20,-)
- Heft 53: KARRASCH, Heinz (Hrsg.) (1990)
Prozeßabläufe bei der Landschafts- und Landesentwicklung: Methoden, Ergebnisse, Anwendungen. Festschrift für Wilhelm Wöhlke zum 65. Geburtstag. - 300 S., 121 Abb., 35 Tab.
ISBN 3-88009-053-X (DM 80,-)
- Heft 54: KRÖPELIN, Stefan (1993)
Zur Rekonstruktion der spätquartären Umwelt am Unteren Wadi Howar (Südöstliche Sahara/NW-Sudan). - 293 S., 53 Abb., 47 Tab., 92 Fotos und Fototafeln, 1 Satellitenbildmosaik.
ISBN 3-88009-054-6
- Heft 55: WÜNNEMANN, Bernd (1993)
Ergebnisse zur jungpleistozänen Entwicklung der Langseerinne Südangelns in Schleswig-Holstein. - 167 S., 59 Abb., 8 Tab., 15 Bilder.
ISBN 3-88009-056-4 (DM 20,-)
- Heft 56: JACOBSHAGEN, Volker, MÖLLER, Klaus & JÄKEL, Dieter (Hrsg.) (1993)
Hoher Meißner und Eschweger Becken. Geowissenschaftliche und vegetationskundliche Charakteristik einer Nordhessischen Landschaft. - 300 S., 94 Abb., 23 Tab., 5 Kartenbeilagen.
ISBN 3-88009-057-2 (DM 80,-)
- Heft 57: HOFMANN, Jürgen (1993)
Geomorphologische Untersuchungen zur jungquartären Klimaentwicklung des Helan Shan und seines westlichen Vorlandes (Autonomes Gebiet Innere Mongolei/VR China). - 187 S., 46 Abb., 23 Tab., 85 Photos, 7 Beilagen.
ISBN 3-88009-058-0 (DM 25,-)
- Heft 58: SCHULZ, Georg (1995)
Die pleistozäne Vergletscherung der Anden Perus und Boliviens abgeleitet aus Formen einer flächendeckend-integrativen Höhenlinienanalyse.
ISBN 3-88009-059-9 (DM 68,-)
- Heft 59: DE JONG, Carmen (1995)
Temporal and spatial interactions between river bed roughness, geometry, bedload transport and flow hydraulics in mountainstreams - examples from SquawCreek, Montana (USA) and Lainbach/Schmiedlaine, Upper Bavaria (Germany).
229 S., 225 Abb., 7 Tab.
ISBN 3-88009-060-2 (DM 60,-)
- Heft 60: ROWINSKY, Volkmar (1995)
Hydrologische und stratigraphische Studien zur Entwicklungsgeschichte von Brandenburger Kesselmooren.
155 S., 38 Abb., 28 Tab., 2 Photos, 7 Anlagen.
ISBN 3-88009-061-0 (DM 25,-)
- Heft 61: SCHMIDT, Jürgen (1996)
Entwicklung und Anwendung eines physikalisch begründeten Simulationsmodells für die Erosion geneigter landwirtschaftlicher Nutzflächen. - 148 S., 87 Abb., 34 Tab.
ISBN 3-88009-062-9 (DM 30,-)
- Heft 62: SCHNABEL, Susanne (1996)
Untersuchungen zur räumlichen Variabilität hydrologischer und erosiver Prozesse in einem kleinen Einzugsgebiet mit silvo - pastoraler Landnutzung (Extremadura, Spanien). - 130 S., 73 Abb., 41 Tab., 21 Photos.
ISBN 3-88009-063-7 (DM 30,-)
- Heft 63: BÖSE, Margot & HOFMANN, Jürgen (Hrsg.) (1998)
Forschungsergebnisse zur Klimageschichte und Reliefentwicklung Nordafrikas und Asiens. - Festschrift für Dieter Jäkel zum 65. Geburtstag. 11 Beiträge: 192 S., 85 Abb., 31 Fotos, 4 Tab.
ISBN 3-88009-064-5 (DM 50,-)
- Heft 64: HOFMANN, Jürgen (1999)
Geoökologische Untersuchungen der Gewässer im Südosten der Badain Jaran Wüste (Aut. Region Innere Mongolei/VR China) - Status und spätquartäre Gewässerentwicklung. 247 S., 61 Abb., 43 Tabellen, 13 Fototafeln, 5 Beilagen.
ISBN 3-88009-065-3 (DM 50,-)

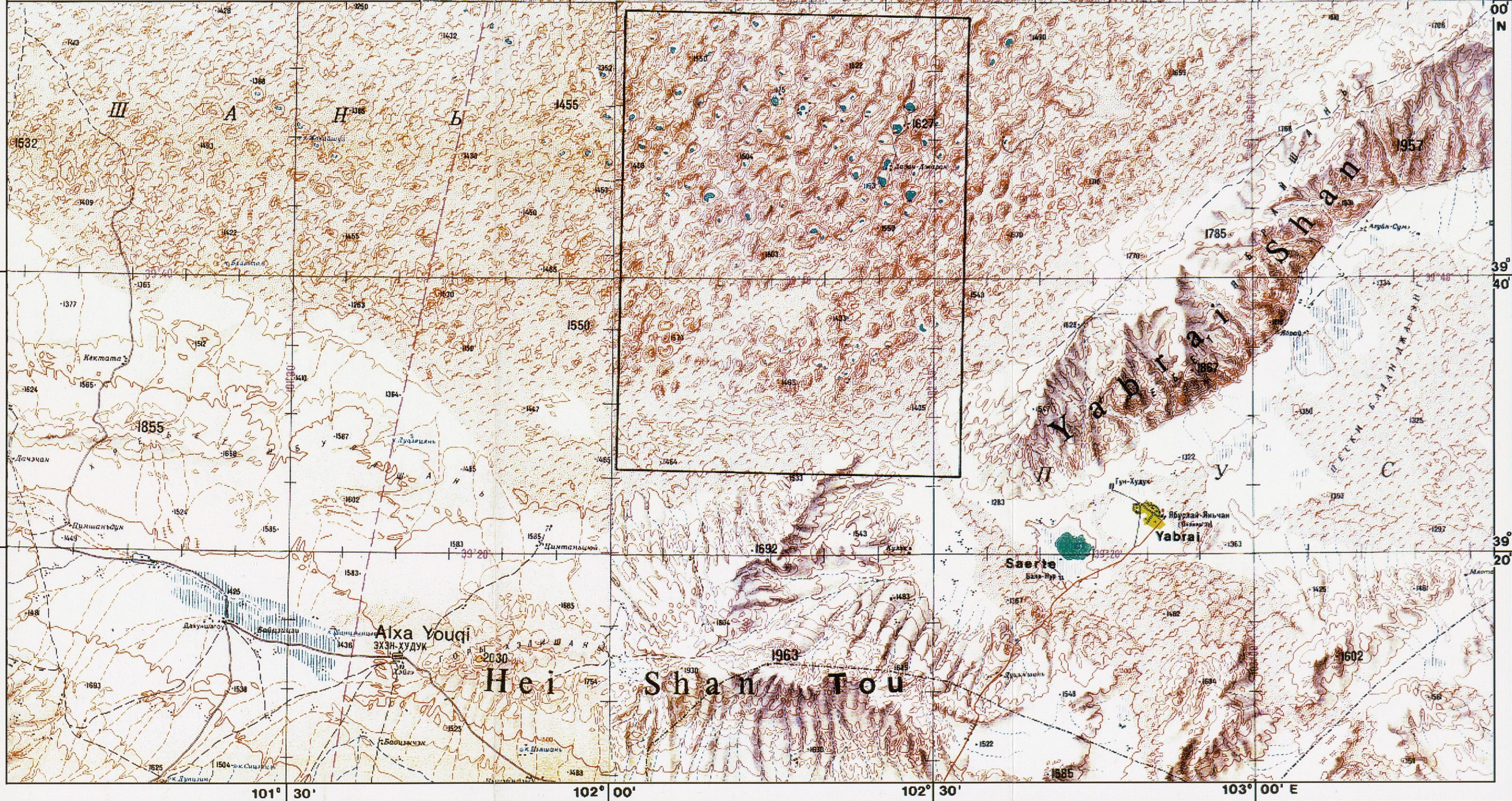
**Beilage 1: Topographische Karte 1 : 500 000
der südöstlichen Badain Jaran Wüste und
Umgebung**

Kartengrundlage

Sowjetische Generalstabskarte, Blätter J-48-A, J-47-B, K-47-Г
und K-48-B im Maßstab 1 : 500 000, Moskau, 1982.

Das Rechteck gibt die Lage des Untersuchungsgebietes und der
Karte in Beilage 4 an.

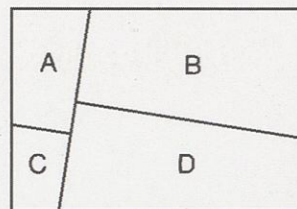
Höhenlinienäquidistanz 50 m (alle Höhenangaben in m ü.d.M.)



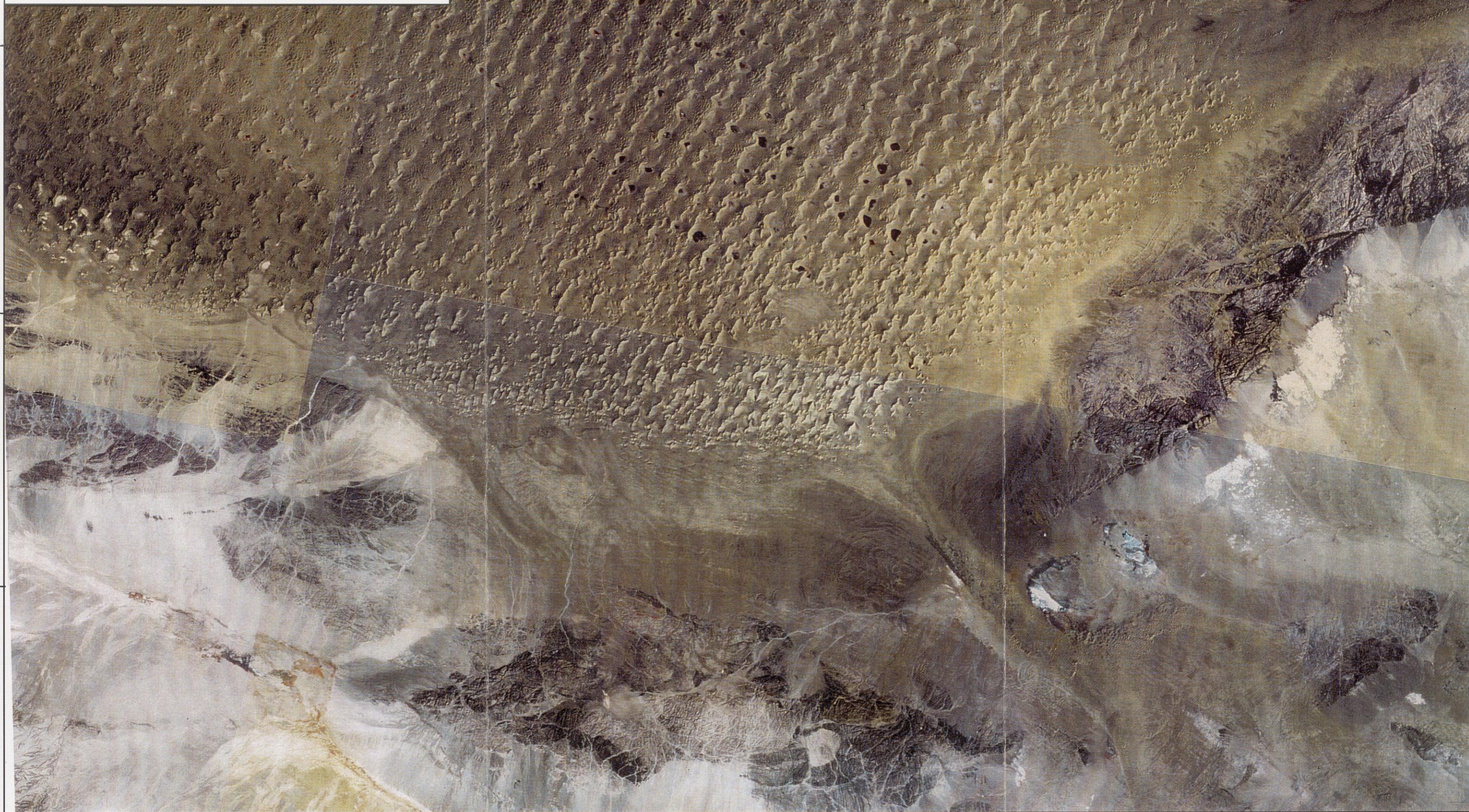
**Beilage 2: LANDSAT-Satellitenbildmosaik 1 : 500 000
der südöstlichen Badain Jaran Wüste und Umgebung**

Bilddaten

EOSAT (Earth Observation Satellite Company)
Geometrisch nicht korrigiertes LANDSAT-TM Mosaik
Thematic Mapper (LANDSAT 5)
Aufnahme-Entfernung 705 km.
Aufnahmedaten: A = 23.06.1991, B = 28.05.1990
C = 18.09.1988, D = 09.09.1987



0 10 Km



40°
00'
N

39°
40'

39°
20'

101° 30'

102° 00'

102° 30'

103° 00' E

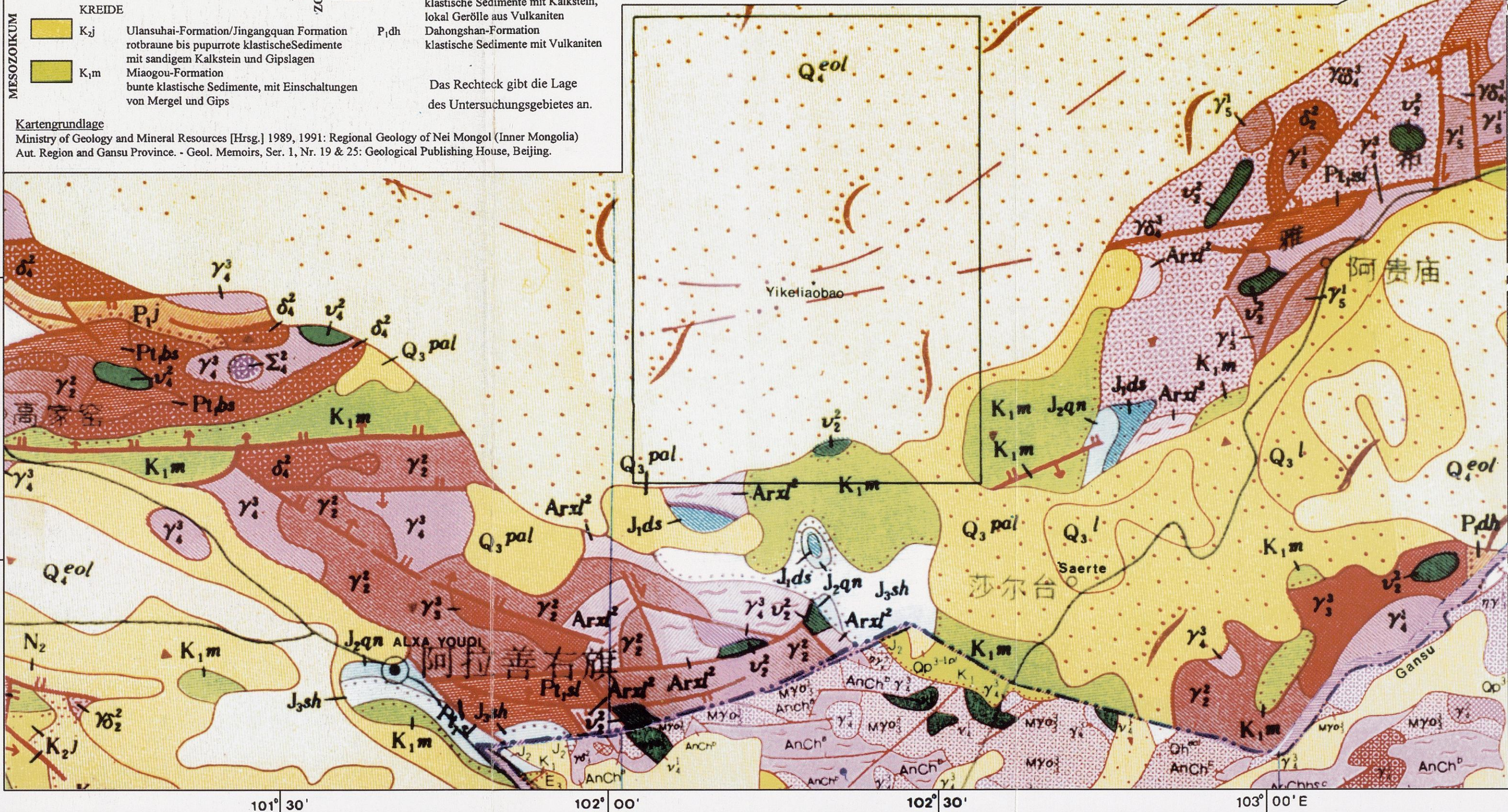
Beilage 3: Geologische Karte 1 : 500 000 der südöstlichen Badain Jaran Wüste und Umgebung

KÄNOZOIKUM	QUARTÄR		Holozän		MESOZOIKUM	JURA	
	Q ₄ eol	äolische Sande	J ₃ sh	Shazaohe-Gruppe			
	Q ₃ pal	proluviale Sedimente	J ₂ qn	Qingtujing-Gruppe			
TERTIÄR	Q ₃ l	lakustrine Sedimente	J ₁ ds	Dashankou-Gruppe			
	Q ₃ p	Sand und Kies, ungegliedert		purpurroter Sandstein mit kohlenstoffhaltigem Schiefer und Gips, sandige Konglomerate			
MESOZOIKUM	N ₂	Pliozän, ungegliedert	PALÄOZOIKUM	PERM			
	E ₃	Oligozän, ungegliedert		P _j	Jushitan-Formation		
MESOZOIKUM	KREIDE		P ₁ dh	Dahongshan-Formation			
	K ₂ j	Ulansuhai-Formation/Jingangquan Formation		Das Rechteck gibt die Lage des Untersuchungsgebietes an.			
	K ₁ m	Miaogou-Formation					

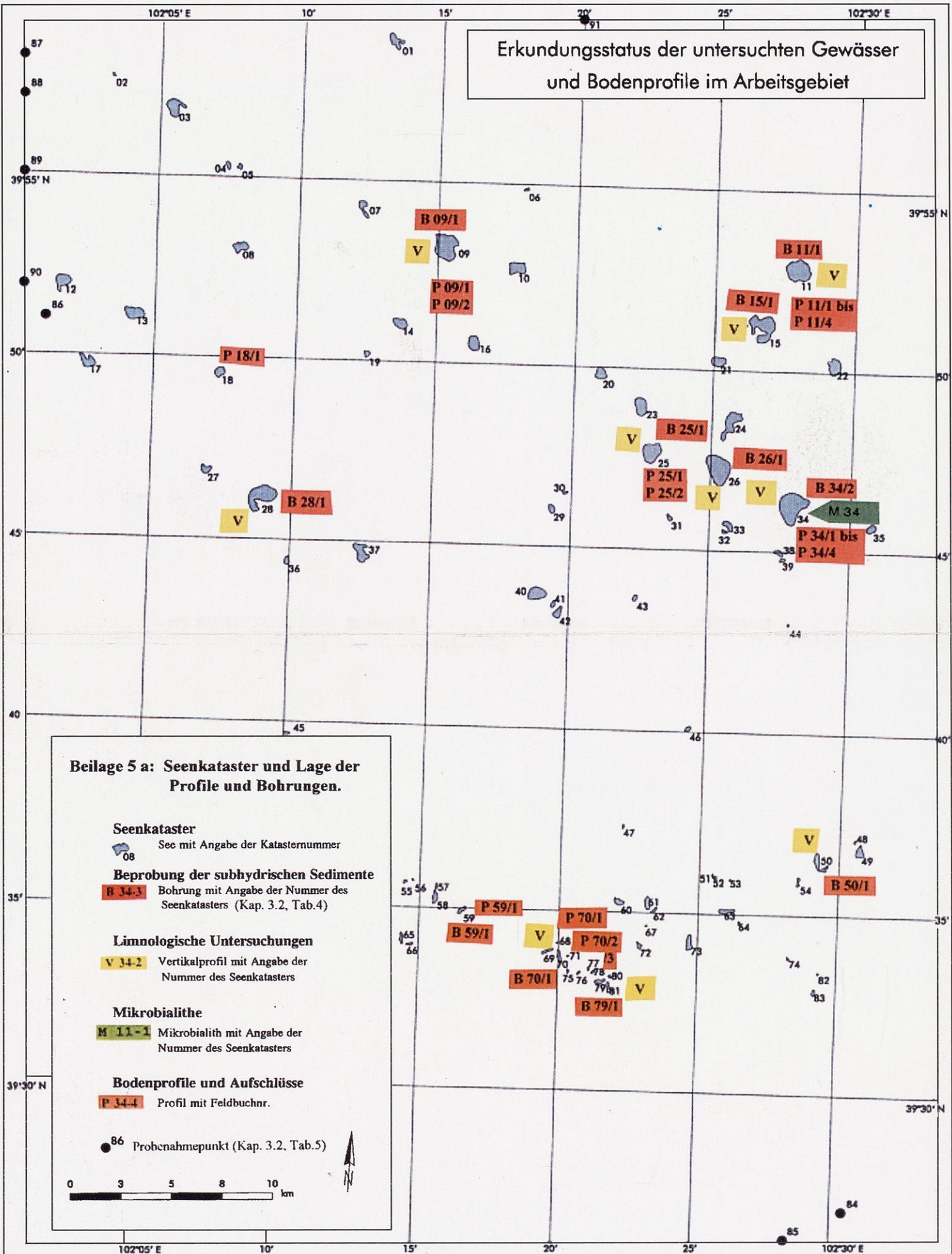
PROTEROZOIKUM	Pt ₁ sl	Shang'alxa-Gruppe
	Pt ₁ bs	Beishan-Gruppe
	Arxl ²	Xia'alxa-Gruppe
	AnCh ^h	Longshou Shan-Gruppe

Plutonite	Allgemeine Zeichen
Ultrabasische Gesteine	Migmatite
Σ Ultrabasische Gesteine	Geologische Grenze
Basische Gesteine	Diskordanz
v Gabbro	Störung
δ Diorit	Überschiebung
γδ Granodiorit	Querverschiebung
γ Granit	Störung, kartiert/vermutet
η Monzonit	Provinzgrenze
ηγ Granitoid	

Kartengrundlage
 Ministry of Geology and Mineral Resources [Hrsg.] 1989, 1991: Regional Geology of Nei Mongol (Inner Mongolia) Aut. Region and Gansu Province. - Geol. Memoirs, Ser. 1, Nr. 19 & 25: Geological Publishing House, Beijing.



Erkundungsstatus der untersuchten Gewässer und Bodenprofile im Arbeitsgebiet



Beilage 5 a: Seenkataster und Lage der Profile und Bohrungen.

Seenkataster

See mit Angabe der Katasternummer

Beprobung der subhydrischen Sedimente

B 34-3 Bohrung mit Angabe der Nummer des Seenkatasters (Kap. 3.2, Tab.4)

Limnologische Untersuchungen

V 34-2 Vertikalprofil mit Angabe der Nummer des Seenkatasters

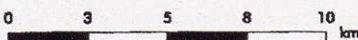
Mikrobialithe

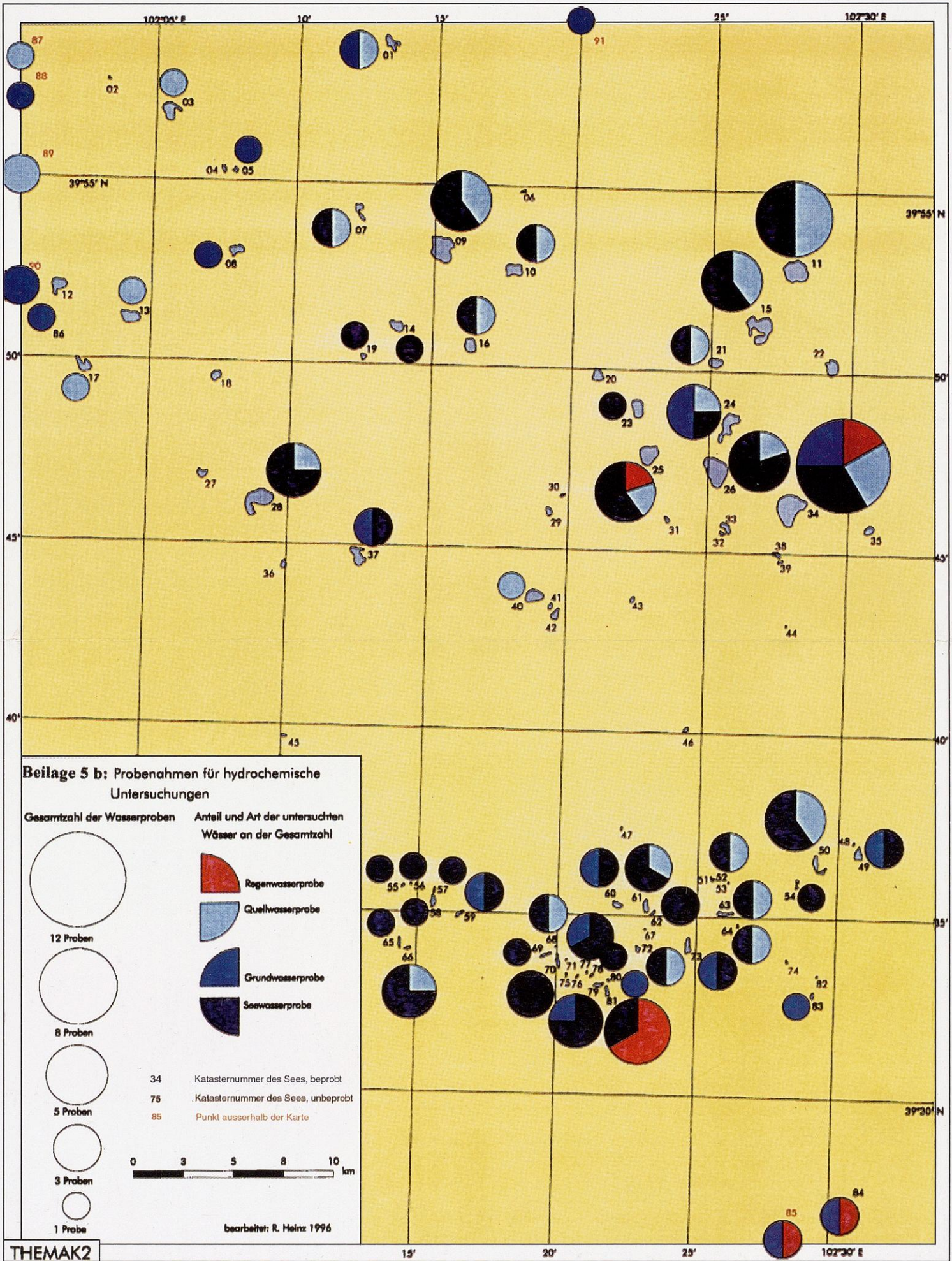
M 11-1 Mikrobialith mit Angabe der Nummer des Seenkatasters

Bodenprofile und Aufschlüsse

P 34-4 Profil mit Feldbuchnr.

● 86 Probenahmepunkt (Kap. 3.2, Tab.5)





Beilage 5 b: Probenahmen für hydrochemische Untersuchungen

Gesamtzahl der Wasserproben

12 Proben

8 Proben

5 Proben

3 Proben

1 Probe

Anteil und Art der untersuchten Wässer an der Gesamtzahl

Regenwasserprobe

Quellwasserprobe

Grundwasserprobe

Seewasserprobe

34 Katasternummer des Sees, beprobt

78 Katasternummer des Sees, unbeprob

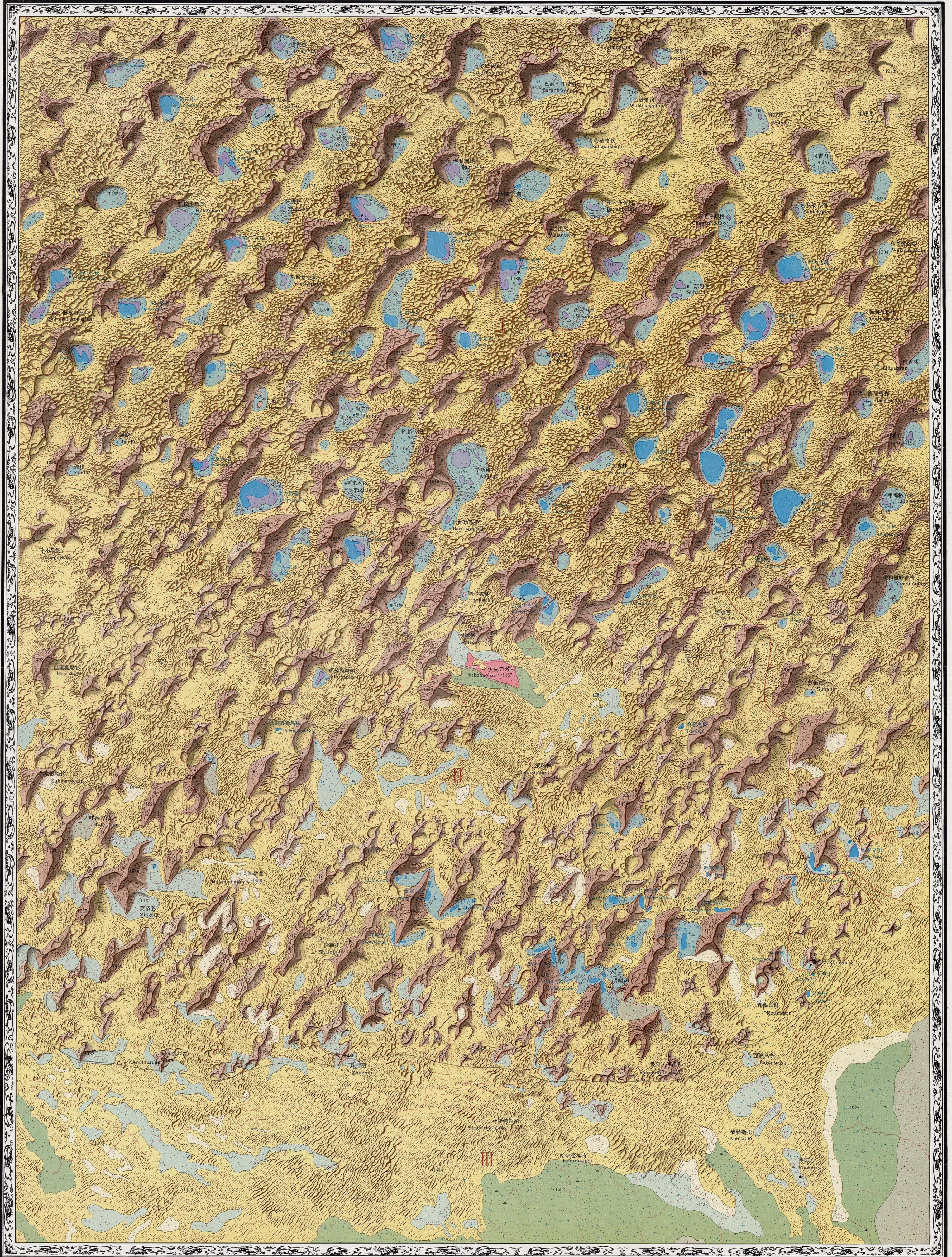
85 Punkt ausserhalb der Karte

0 3 5 8 10 km

bearbeitet: R. Heinz 1996

巴丹吉林高大沙山典型区景观图

MAP OF LANDSCAPE OF TYPICAL MEGADUNES IN BADAIN JARAN DESERT



- 一、沙漠 Desert Area
- (一) 沙丘活动程度类型 Types of Dune Mobility
- 流动沙地 Shifting Sandy Land
 - 半流动沙地 Semi-shifting Sandy Land
 - 半固定沙地 Semi-fixed Sandy Land
 - 固定沙地 Fixed Sandy Land
- (二) 沙漠形态类型 Landform Types of sandy desert
- 新月形沙丘及沙丘链 Barchans and Barchanoid Chains
 - 沙垄(线状沙丘) Longitudinal Dunes
 - 格状沙丘 Reticulate Dunes
 - 金字塔(星状)沙山 Star (Pyramid) Megadunes
 - 复合型链状及脊状沙山 Complex Transverse and Longitudinal Megadunes
 - 灌丛沙堆 Shrub Sand Mounds
 - 平沙地 Flat Sandy Land

- 二、戈壁与残丘 Gobi and Relic hills
- 戈壁 Gobi
 - 残丘(露头) Relic hills
- 三、主要植被 Dominant Vegetation
- 灌丛 Bushland

- 四、水域 Water Areas
- 井、泉 Well and Spring
 - 湖泊 Lake
 - 盐碱地 Salina
 - 现代干涸湖盆 Present bolsons

- 五、主要地貌类型区 Main Geomorphologic
- Ia >300
 - Iib 200-300
 - Iic 100-200

- 六、其它 Others
- 居民地 Settlements
 - 中德1988、1993年联合考察路线 Routes of the China Germany Expedition in 1988 and 1993

比例尺 SCALE 1:100000

0 5 10 (km)

编制: 中国科学院兰州沙漠研究所、德国柏林自由大学
 Compiler: The Lanzhou Institute of Desert Research, Chinese Academy of Sciences and The Free University of Berlin
 主编: 陆德华 D·叶克尔
 Chief Compiler: Dieter Jakes Lu Junhua
 编辑和制图: 陆德华 郭建胜
 Editor: Marmarkov Lu Junhua Guo Jiansheng
 印刷: 甘肃地质印刷厂
 Printer: Gansu Geographical Printing Company
 出版发行: 兰州大学出版社
 Publisher: Lanzhou University Publishing House
 ISBN7-311-00923-5/K·129
 1996年10月第1版第1次印刷
 印数 1-2000
 国内定价: 3.0元
 版权所有 违者必究
 All rights reserved

