

Herausgegeben von Gerhard Stäblein und Wilhelm Wöhlke

Schriftleitung: Dieter Jäkel

Heft 32

Arbeitsberichte
aus der Forschungsstation
Bardai/Tibesti

V

Abschlußbericht

(63 Figuren und Abbildungen, 84 Photos, 4 Tabellen, 5 Karten)

1982

Im Selbstverlag des Instituts für Physische Geographie der Freien Universität Berlin

ISBN 3-88009-031-3

Berliner Geographische Abhandlungen, Heft 32

Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti V, Abschlußbericht

BERLINER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN

Herausgegeben von Gerhard Stäblein und Wilhelm Wöhlke

Schriftleitung: Dieter Jäkel

Heft 32

Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti

V

Abschlußbericht

(63 Figuren und Abbildungen, 84 Photos, 4 Tabellen, 5 Karten)

1982

Im Selbstverlag des Instituts für Physische Geographie der Freien Universität Berlin

ISBN 3-88009-031-3

Inhaltsverzeichnis

Vorwort (D. Jäkel)	5
Hagedorn, H.: Die Forschungsstation Bardai – ihre wissenschaftlichen Voraussetzungen und Grundlagen	7
Hagedorn, H.: Geomorphologische und geologische Beobachtungen aus dem Gebiet von Guezenti und Omou, NE-Tibesti	13
Rønneseth, O.: Verlassene Siedlungen im Tibesti-Gebirge	27
Rostankowski, P.: Höhenflucht aus den Weizengärten des Tarso Yéga (Tibesti-Gebirge, Zentrale Sahara)	63
Bruschek, G. J.: Zur Geologie des Zentraltibesti (Tarso Musue, Tarso Idri, Tarso Tori, Tarso Voon, Soborom, Tarso Tiri)	85
Salachourian, M. H.; Tehrani, S. R. H. M.: Eine photogeologische Luftbilddauswertung nördlich und südlich des Enneri Dilenao im Tibesti-Gebirge, Zentrale Sahara, Tschad	99
Jäkel, D.: Bemerkungen zur geologischen Alterseinstufung des Tibesti-Vulkanismus und des „Bardai-Sandsteines“ nach Kalium-Argon-Datierungen	133
Jäkel, D.; Geyh, M. A.: ¹⁴ C-Daten aus dem Gebiet der Sahara, hervorgegangen aus Arbeiten der Forschungsstation Bardai und des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung in Hannover	143
Jäkel, D.: Verzeichnis der aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti erschienenen großmaßstäbigen Karten, Aufsätze (A), Mitteilungen (M) und Monographien (Mo)	167
Übersichtskarte:	177
Beilagen:	
1. Karte 1:150 000: Geologie des Zentraltibesti (Tarso Musue, Tarso Idri, Tarso Tori, Tarso Voon, Soborom, Tarso Tiri) von G. Bruschek	
2. Karte 1:50 000: Photogeologische Karte des Gebietes nördlich vom Enneri Dilenao (Tibesti-Gebirge, Zentral-Sahara, Tschad) von M. H. Salachourian	
3. Karte 1:50 000: Photogeologische Karte des Gebietes südlich vom Enneri Dilenao (Tibesti-Gebirge, Zentral-Sahara, Tschad) von R. S. H. M. Tehrani	
4. Karte 1:53 500: Hydrologische Karte des Enneri Zoumri-Bardagué in der Umgebung von Bardai	

Vorwort

Im März 1976 erschien das vierte Heft der Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti in den Berliner Geographischen Abhandlungen (Heft 24). Es sollte das letzte sein: die Ausarbeitung der Felduntersuchungen dauerte aber noch an, so daß ein fünftes Heft vorgesehen werden mußte. Trotz erheblicher finanzieller Schwierigkeiten, die den Druck immer wieder verzögerten, kann es nun vorgelegt werden.

Dieses Berichtsheft stellt gewissermaßen den Schlußstein der 1964 in Bardai begonnenen und 1974 aus politischen Gründen beendeten Felduntersuchungen im Tibestigebirge dar. Dem Begründer und Betreuer der Außenstelle Bardai des Geomorphologischen Laboratoriums der Freien Universität Berlin, Herrn

PROF. Dr. JÜRGEN HÖVERMANN,

widmen wir diese Veröffentlichung aus Anlaß der Vollendung seines 60. Lebensjahres in besonderer Wertschätzung. Seiner Initiative ist es zu verdanken, daß 52 wissenschaftliche Mitarbeiter im Tibesti forschen konnten und zahlreiche, vor allem ausländische Gäste die Forschungsstation Bardai besuchten. Ergebnis dieser fördernden Tätigkeit sind der Abschluß von 7 Staatsexamensarbeiten, 10 Diplomarbeiten, 15 Doktorarbeiten und 4 Habilitationsschriften, sowie zahlreiche Veröffentlichungen, die in diesem Heft S. 168-176 aufgelistet sind. Als Beilagen enthalten sie insgesamt 30 Karten im Maßstab 1:4000 bis 1:200 000 (S. 167-168 und Übersichtskarte, S. 177).

Da aufgrund der interdisziplinären Zusammenarbeit ein breites geowissenschaftliches Spektrum bearbeitet wurde, ist eine beachtliche Informationsbreite entstanden. Das bis 1964 nur wenig bekannte Gebiet des Tibesti gilt deshalb heute als eines der besten untersuchten Gebirge der Sahara. Berücksichtigt man die Abgeschiedenheit und Unwegsamkeit dieses Gebietes und die politischen Umstände, in der sich die Region seit mehr als 10 Jahren befindet, so erhält jeder Beitrag darüber ein besonderes Gewicht. Seit 1969 erhielt kein Wissenschaftler mehr die Erlaubnis, im Tibesti außerhalb der näheren Umgebung Bardais zu arbeiten. Ab April 1974 konnte auch die Außenstelle Bardai aus sicherheitspolitischen Gründen nicht mehr in Anspruch genommen werden. Eine Veränderung dieser Situation ist nicht in Sicht. Deshalb schien es jetzt angeraten, auch das Material zu veröffentlichen, das durch neue Felduntersuchungen der Autoren hätte noch vervollständigt werden sollen.

Die Feldarbeiten für die Beiträge dieses Heftes liegen aus den oben angeführten Gründen weit auseinander bzw. waren sie gar nicht mehr möglich. So konnten sich Salachourian und Tehrani bei der photogeologischen Auswertung und Erstellung der geologischen Karten nur auf die Geländeerfahrung der Kollegen N. W. ROLAND und P. STOCK sowie anderer Mitarbeiter stützen. Die Fertigstellung der Karten erfolgte 1975. Ihr Druck mußte aber immer wieder aus finanziellen Gründen verschoben werden, so daß er erst 1979 realisiert werden konnte. Durch diese Verzögerung kam es aus kartographischer Sicht zu Qualitätseinbußen, da einzelne Deckplatten nicht beständig genug waren. Der Beitrag von G. BRUSCHEK basiert auf Geländearbeiten der Jahre 1965 bis 1967. Ebenso wurde das Material für den Aufsatz von H. HAGEDORN 1965 aufgenommen. Er kam als einziger aller Mitarbeiter der Außenstelle Bardai auf einer Kamelreise in das Nordosttibesti, weshalb seine Beobachtungen eine besondere Bereicherung darstellen.

Die Arbeit von O. RÖNNESETH geht auf die Feldkampagne 1967/68 zurück, die von P. ROSTANKOWSKI auf das Jahr 1968. Die Probenentnahme für die Grundwasserdaten erfolgte 1971 und 1973, sowie auf Expeditionen nach Libyen 1974 und 1977.

Enge Zusammenarbeit mit Prof. Dr. M. A. GEYH, dem Leiter des ^{14}C -Labors des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung Hannover, besteht seit 1968. Den Problemen der Altersdatierung des Probenmaterials der Mitarbeiter der Außenstelle Bardai stand er stets hilfsbereit und fördernd gegenüber. Nicht weniger als 320 Altersbestimmungen nach der ^{14}C -Methode und 106 Tritiumanalysen an Grundwasserproben wurden in seinem Labor durchgeführt. Diese Daten werden auf den Seiten 149-165 zusammen mit denen aus anderen Laboratorien erstellten Werten hier noch einmal als Tabelle veröffentlicht, damit sie zu Vergleichs- und statistischen Zwecken allgemein zugänglich werden.

Wie stets bei Veröffentlichungen der Forschungsstation Bardai in den Berliner Geographischen Abhandlungen, so wird auch in diesem Heft ein Verzeichnis der aus ihr hervorgegangenen Aufsätze, Mitteilungen und Monographien abgedruckt (S. 168-176). Ein Verzeichnis der einzelnen Publikationen beigelegten großmaßstäbigen Karten ist beigelegt (S. 167-168, Übersichtskarte, S. 177). Es wird damit dem vielseitig geäußerten Wunsch von

Kollegen entsprochen, eine möglichst vollständige Liste aller Publikationen der Forschungsstation Bardai zu erstellen. Sie liegt nun vor. In den nächsten Jahren wird sicherlich noch die eine oder andere Arbeit aus dem im Rahmen des Forschungsprogramms Bardai gesammelten Material hervorgehen.

Finanziert wurde das Programm von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Senator für Wissenschaft und Kunst (bis 1974) des Landes Berlin. Insgesamt wurden für Reise- und Sachmittel einschließlich der Errichtung der Station, der Beschaffung und Unterhaltung der nötigen Geländefahrzeuge und Wartung durch Mechaniker sowie Druckkosten der in den Berliner Geographischen Abhandlungen gedruckten Veröffentlichungen etwa 1,75 Millionen Deutsche Mark aufgewandt.

Für diese Unterstützung gilt den genannten Institutionen besonderer Dank.

Dank gebührt auch den Mitarbeitern des Geomorphologischen Laboratoriums und des Instituts für Physische Geographie (ehemals II. Geographisches Institut) der Freien Universität Berlin für ihren Einsatz und das Verständnis für die Belange der im Rahmen der Außenstelle Bardai anfallenden Arbeiten. Insbesondere danken wir für die Reinzeichnung der Vorlagen zu diesem Heft den Kartographen Ing. grad. J. SCHULZ und R. WILLING sowie für Übersetzungen Frau A. BECK und Dr. Margot BÖSE.

Berlin, im April 1982

Dieter Jäkel

Anschriften der Autoren dieses Heftes:

Dipl.-Geol. Gerd J. Bruscek,
Heckerdamm 21 b, D-1000 Berlin 13

Prof. Dr. Horst Hagedorn,
Geogr. Institut der Universität Würzburg,
Am Hubland, D-8700 Würzburg

Prof. Dr. Mebus A. Geyh,
Nieders. Landesamt für Bodenforschung,
Stilleweg 2, D-3000 Hannover 51

Prof. Dr. Dieter Jäkel,
Institut für Physische Geographie
der Freien Universität Berlin,
Grunewaldstraße 35, D-1000 Berlin 41

Dr. Ottar Rønneseth,
Erfjordgatan 49, N-4000 Stavanger

Prof. Dr. Peter Rostankowski,
Osteuropa-Institut der Freien Universität Berlin,
Garystraße 55, D-1000 Berlin 33

Dipl.-Geol. Mohammed Hossein Salachourian,
Freie Universität Berlin –
Institut für Angewandte Geologie –
Fernerkundung,
Malteserstraße 74-100 (Haus D),
D-1000 Berlin 46

Dipl.-Geol. Seyd Resa Hadj Mohssen Tehrani,
Freie Universität Berlin –
Institut für Angewandte Geologie –
Fernerkundung,
Malteserstraße 74-100 (Haus D),
D-1000 Berlin 46

Die Forschungsstation Bardai – ihre wissenschaftlichen Voraussetzungen und Grundlagen

von Horst Hagedorn

Mit diesem Heft kommen die wissenschaftlichen Arbeiten aus der Forschungsstation Bardai zu einem gewissen Abschluß. Über den organisatorischen Ablauf der Forschungsarbeiten, die Zahl der Wissenschaftler, die ein breites, überwiegend geowissenschaftliches Spektrum vertreten, die große Fülle der Publikationen und Dokumentationen ist an anderer Stelle (u. a. JÄKEL, 1974 und 1977) ausführlich berichtet worden, so daß sich an dieser Stelle weitere Ausführungen dazu erübrigen. Es sei in diesem Zusammenhang nur darauf hingewiesen, daß sich auch am Schluß dieses Bandes eine vollständige Liste der Publikationen aus der Forschungsstation Bardai befindet und Auskunft über die Forschungsarbeiten gibt. Es ist sicherlich auch noch nicht der Zeitpunkt gekommen, um in einer Retrospektive über die Arbeit der Forschungsstation und ihre Forschungsergebnisse ein Urteil oder eine Bewertung abzugeben; sie steht auch dem Autor als unmittelbar Beteiligten nicht zu. Wenn trotzdem ein Blick auf das wissenschaftliche Werk der Station geworfen werden soll, kann dieses nur als Versuch gewertet werden, die wissenschaftlichen Grundideen und Leitgedanken, die der Station zugrunde lagen, aufzuspüren und freizulegen. Damit wird allerdings auch ein Maßstab geliefert, an dem das Ergebnis der Arbeit gemessen werden kann.

Ein weiterer Punkt bei einem solchen Blick zurück erscheint mir bedeutsam und mitteilenswert. Wie war es möglich, eine große Zahl Wissenschaftler zu interdisziplinärer Arbeit unter sehr schwierigen äußeren Bedingungen zu bewegen und immer neue Forschungsperspektiven zu eröffnen, ohne dabei den Forschungsgegenstand – das Tibesti-Gebirge mit seinem Umland – zu wechseln? Die Antwort hierauf ist sicherlich für alle diejenigen von großem Interesse, die vergleichbare Forschungsunternehmungen planen oder durchführen. Welches waren nun aber die wissenschaftlichen Voraussetzungen und Grundgedanken, die zur Gründung der Forschungsstation führten?

In der Festschrift zum 60. Geburtstag von HANS MORTENSEN 1954 gab JÜRGEN HÖVERMANN einen vorläufigen Bericht über seine 1953 durchgeführte Forschungsreise nach Erithrea und Nordabessinien. Am Beginn dieses Berichtes schreibt er: „Probleme der Quartärmorphologie in den Tropen haben heute mehr als nur lokales Interesse. Die Fortschritte der Kenntnisse über den Formenschatz und die Klimaverhältnisse des Pleistozäns in Europa ermöglichen und erfordern eine Ausweitung der Untersuchungen auf tropische Gebiete. Denn erst die Kenntnis der pleistozänen Klimaverhältnisse und der unter ihrem Einfluß entstandenen Oberflächenformen in allen Klimagürteln der Erde schafft die Voraussetzung für die kausale Analyse der Zusammenhänge zwischen Klima und Klimaänderungen einerseits und dem Formenschatz der Erdoberfläche andererseits. Darüber hinaus kann man erwarten, durch die Vermehrung der regionalen Kenntnisse eine breitere Grundlage oder sogar neue Gesichtspunkte für die Abschätzung der Art, des Ausmaßes und der Ursachen der pleistozänen Klimaumschwünge zu erhalten“ und wenige Zeilen weiter „Naturgemäß ist das bevorzugte Ziel solcher Forschungsreisen Afrika; denn hier finden sich ohne wesentliche Längenenunterschiede gegenüber Europa alle tropischen Klimagürtel einschließlich der tropischen Hochgebirgsklimate in naher Nachbarschaft“ (HÖVERMANN, 1954, S. 87).

In diesen Sätzen kommt der Grundgedanke des Forschungsschwerpunktes von HÖVERMANN zum Ausdruck, der letztlich zur Gründung der Forschungsstation Bardai führte. Impliziert in diese Ausgangsideen ist der Gedanke, daß nur durch eine genaue Erforschung des Verlaufes von bestimmten Höhengrenzen Aussagen über das Klima sowie des Paläoklimas und deren Bedeutung für Formungsprozesse gemacht werden können. Dabei spielte eine Rolle, daß nach den Befunden aus Abessinien und bestärkt durch Beobachtungen in Iran, HÖVERMANN der Auffassung vom gleichsinnigen Verlauf aller Höhengrenzen in den

unterschiedlichsten Klimazonen nicht mehr beipflichten konnte und insbesondere für die Untergrenze der Periglazialzone einen gegenläufigen Trend in den Trockengebieten zu erkennen glaubte. Hiermit wurde das Problem der klimamorphologischen Höhenstufen deutlich angesprochen und als zentraler Forschungsgegenstand erkannt. Mit dem hypsometrischen Formenwandel geht eine zonale Verschiebung je nach klimatischen Gegebenheiten einher, die zu einem weiteren Problemkreis führt, den H. MORTENSEN (1927) für die Wüsten als erster angesprochen hat, nämlich die innere Gliederung eines als einheitlicher Landschaftstyp dargestellten Großraumes. Es stellte sich somit die Frage, die für die klimatische Geomorphologie auch insgesamt von großer Bedeutung ist: Welche Formungsvorgänge und daraus resultierende Formen hängen direkt oder indirekt von welchen Klimafaktoren oder Kombinationen derselben ab, und welchen Regeln folgt das Verbreitungsmuster der Formengruppen?

Für die Beantwortung dieser Frage, die ein Füllhorn weiterer Fragen darstellt, ist neben sehr genauen Einzeluntersuchungen und Einsatz naturwissenschaftlicher Methoden auch vieler Nachbardisziplinen ein methodischer Ansatz notwendig, den HÖVERMANN in jüngster Zeit mit „landschaftskundlicher Geomorphologie“ bezeichnet hat, eine Bezeichnung, die nach ihm auf PASSARGE zurückgeht. Dieser Ansatz macht eine komplexe Landschaftsanalyse auf der Grundlage der Naturfaktoren notwendig, was eine interdisziplinäre Zusammenarbeit am gleichen Objekt unabdingbar mit sich bringt.

Diese eben skizzierten Grundgedanken waren der Ausgangspunkt für die erste Forschungsreise von J. HÖVERMANN und dem Verfasser in das Tibesti-Gebirge im Jahre 1962, auf der die Idee längerfristiger Forschungsarbeiten in diesem Raum geboren wurde (HÖVERMANN, 1963). Das Tibesti-Gebirge als höchstes Gebirge in einer voll- bis hyperariden Zone mußte nach allen Überlegungen der Raum sein, in dem vor allem der erste der oben genannten Problemkreise am besten zu studieren sein würde. Die Materialfülle und der geringe Bekanntheitsgrad des Gebirges und seines Umlandes forderten zu umfangreicheren Forschungen geradezu heraus. Wenn man bedenkt, daß eine erste wissenschaftliche Gesamterkundung des Raumes aus dem Jahre 1932 von der Mission DALLONI (1934) stammt und danach, von wenigen Reconnaissancestudien abgesehen, nur die geologischen Missionen unter der Leitung von WACRENIER (1958) und die Arbeit von VINCENT (1963)

über den Raum neuere Kenntnisse erbrachten, wird verständlich, welche Informationslücken regionaler und grundsätzlicher Art noch gefüllt werden konnten.

Nach der Gründung der Forschungsstation, die von dem Wissenschaftsjournalisten Uwe GEORGE erst kürzlich in GEO (1982, H. 3) mit der Gründung der neuen deutschen Antarktisstation verglichen wurde, was hinsichtlich der logistischen Probleme und den möglichen wissenschaftlichen Erkenntnissen durchaus zutreffend ist, begann für das Tibesti-Gebirge eine Ära umfangreicher Forschungsarbeiten, die u. a. auch vom größten Teil der einheimischen Touboubevölkerung mit großem Interesse verfolgt wurden.

Aus den geschilderten Fragestellungen ergibt sich, daß im Zeitraum der Forschungsaufgaben der Station die Geomorphologie im Mittelpunkt stand. Als erste Aufgaben wurden die Analyse des Reliefs und seine Entwicklung, das Studium der Prozeßgefüge und ihr Verbreitungsmuster in Angriff genommen. Dazu wurden sofort meteorologische Stationen eingerichtet, um über die geplante Dauer der Forschungen ein Bild über das gegenwärtige Klima zu erhalten. Ergänzend dazu wurden vegetationskundliche Aufnahmen begonnen, die sowohl für Aussagen über das aktuelle Klima als auch bei eventuell möglichen palynologischen Funden unbedingt notwendig waren. Damit entwickelte sich schon mit der ersten Arbeitsgruppe eine interdisziplinäre Arbeit, die für die gesamten weiteren Forschungen beibehalten und mit zu den größten Garantien für den Erfolg der Forschungsstation wurde. Zu den ersten Arbeiten gehörten Untersuchungen an Terrassen, die entlang aller großen Enneris, wie die Täler der episodischen Flüsse im Tibesti genannt werden, in verschiedener Ausprägung und unterschiedlichen Alters vorgefunden werden. Erste tastende Versuche, aus ihnen ein Entwicklungsbild des Reliefs und Aussagen zum Paläoklima zu erhalten, sind aus den ersten Arbeitsberichten und Monographien zu ersehen. Es tauchte dabei schon frühzeitig das für Geologen und Geomorphologen gleich wichtige Problem der klimatischen und/oder tektonischen Entstehung der Terrassen auf; eine Frage, der in einem von jungem Vulkanismus geprägten Gebirge mit großer Sorgfalt nachgegangen werden mußte. Dazu war es aber auch notwendig, größere Detailkenntnisse über den Vulkanismus, die Tektonik, überhaupt die Geologie zu bekommen, was logischerweise zur Teilnahme von Geologen an den Arbeiten der Station führte.

Für die Lösung des genannten Problems waren auch genaue Angaben über die Höhenverhältnisse der Terrassen eine wichtige Voraussetzung. Da keine genauen Karten vorlagen, mußte diese Aufgabe von der Station durchgeführt werden, wodurch Kartographen und Geodäten in die Forschergruppen kamen.

Schon bei den ersten Felduntersuchungen wurden unzählige archäologische Spuren entdeckt, mit deren Hilfe eine altersmäßige Einordnung der jüngeren Terrassen zu erhoffen war. Für diese Aufgaben konnten Vor- und Frühgeschichtler begeistert werden. Es ist selbstverständlich, daß zu solchen Datierungsversuchen ^{14}C -Analysen hinzutreten mußten, was aber bei den anfänglich seltenen Funden organischen Materials recht schwierig war.

Alle hinzugezogenen Wissenschaftler der verschiedenen Disziplinen waren eine Konsequenz aus der grundsätzlichen in der Geomorphologie verankerten Fragestellung. Es ist selbstverständlich, daß diese anfangs als „Hilfswissenschaften“ benötigten Disziplinen aus der Fülle des Materials und in der ständigen Diskussion in der Gruppe eigene Fragestellungen entwickelten und zu völlig neuen, mit der Ausgangsfragestellung nur noch lose verbundenen Forschungsansätzen kamen. Es entwickelte sich so ein breites Forschungsspektrum, das auf sehr vielen Gebieten die Grundlagenforschung voranbrachte und eine Fülle neuer Ergebnisse erzielte. Die große Zahl der Publikationen aus der Forschungsstation Bardai ist Zeuge dieser Entwicklung.

Im 1. Arbeitsbericht wurde von HÖVERMANN (1967) ein erster Versuch der Abgrenzung von Höhenstufen unternommen. Es zeigten sich hier schon Konturen des Bildes, welches heute als gesicherte Erkenntnis gelten kann. Einzelne dieser Höhenstufen – besonders die periglaziale – wurde von anderen Forschern bestritten und die Formen anderen Prozessen zugeordnet (u. a. KAISER, 1970).

Auch bei den Terrassenuntersuchungen wurden verschiedene Systeme aufgestellt (z. B. JÄKEL, 1967; ERGENZINGER, 1969), was durch eine unterschiedliche Nomenklatur sehr deutlich wird. Dieses für einen Außenstehenden verwirrende Bild wurde nicht durch eine einheitliche Sprachregelung, was gleichzeitig eine gewisse Ausrichtung und Beschränkung der Forschung bedeutet hätte, gleichsam entwirrt und damit durchschaubar gemacht, wie es oft von Kritikern gefordert wurde. Die grundlegende Arbeitsidee war, jeden Forscher seine Arbeit machen zu lassen und das von ihm aus

seinen Befunden entwickelte Bild offen und für jeden sichtbar zu diskutieren. Nur so war es möglich, gleichsam alle erreichbaren Steine für das Mosaik zu bekommen, von denen einige vielleicht als nicht passend liegen geblieben wären, hätte man früh aus wenigen Steinen schon ein „Vorbild“ konzipiert. Erst aus der Diskussion schälte sich nach und nach die Kontur des Bildmosaiks heraus, wie es uns heute entgegentritt. Es sind noch viele Lücken da, aber der Gesamteindruck ist schon vorhanden.

Mit diesem Vorgehen, das nur durch die eingangs erwähnten weitreichenden Grundfragen und ein großes wissenschaftliches Engagement aller beteiligter Wissenschaftler möglich war, konnte aus einem nur in groben Umrissen bekannten Teilraum der zentralen Sahara der nach Auffassung vieler außenstehender Experten am besten erforschte in der größten Wüste der Erde werden. Dieses wird dokumentiert durch viele geologische, topographische und geomorphologische Detailkarten. Allein die große Liste der ^{14}C -Daten ist einmalig für einen Wüstenraum und erlaubt zusammen mit den paläoökologischen, palynologischen und paläontologischen Forschungsergebnissen eine sichere Rekonstruktion der Entwicklung des Großraumes Tibesti-Gebirge in der jüngeren geologischen Vergangenheit. Dabei konnten viele zunächst ungelöste, oft kontrovers diskutierte Fragen und Probleme aus vielen Arbeitsgebieten einer Lösung näher gebracht werden. Als ein Beispiel dafür sei der Bardai-Sandstein genannt. In seiner stratigraphischen Stellung sehr unterschiedlich beurteilt, konnte er in einem ersten Schritt von ROLAND (1971) gegliedert und seine mögliche Einordnung eingeschränkt werden. JÄKEL (in diesem Heft, S. 133-142) ist es nun gelungen, eine eindeutige Zuordnung zu geben.

Wie schon erwähnt, können hier nicht die Ergebnisse der einzelnen Forscher aus den verschiedenen Disziplinen ausgebreitet und bewertet werden. Erörtert werden soll aber noch, welche Antworten auf die eingangs als tragende Idee der Forschungsstation herausgestellten Grundfragen gefunden wurden. An den Arbeiten von HÖVERMANN (1967 a und b, 1972) aus der Forschungsstation wird der jeweilige Stand der Erkenntnis zu den Grundfragen erkennbar. Ergebnis nach Abschluß der Untersuchungen ist das Konzept der Höhenstufen, die sich durch ein charakteristisches Formengefüge auszeichnen, das Folge eines jeweils von klimatischen Faktorenkombinationen bestimmten Formungsprozesses ist. Diese Gruppierung umfaßt:

1. Eine Pedimentregion.
2. Eine Region mit Sand- und Kiesebenen mit Inselbergen, die durch Randfurchen von der Ebene getrennt sind.
3. Inselberglandschaften, in denen sich aus Flachmuldentälern oder Spülmulden bestehende Rumpfflächen tieferlegen.
4. Ein aerodynamisches Relief mit reinen Windformen.
5. Ein schuttreiches Höhenrelief mit Schottersohlen in den Tälern, das in den höchsten Erhebungen durch periglaziale Vorgänge gesteuert wird.

Diese Relieftypen ordnen sich in unterschiedlichen Stockwerken besonderer klimatischer Prägung an, und zugleich lassen sie eine meridionale Abfolge erkennen. Es ist ein dreidimensionaler Aufbau, in dem sich die einzelnen Formungsgruppen einordnen.

An der Mediterraneis herrschen Täler vor, die von Schrägflächen abgelöst werden (Pedimente). Geht man weiter nach Süden, heben sich diese Flächen von den tiefsten Gebieten ab, die jetzt aus Dünen oder Sandflächen bzw. äolischen Abtragungsformen bestehen; bald werden diese Pedimente fossil und nur durch Wasser- und Windwirkung weitergebildet, während sich in der Vertikalen ein Stockwerk intensiver Tiefenerosion anschließt (Region der Wüstenschluchten). Südlich des Wendekreises stellen sich dann Flächen eines anderen Typs ein mit Randfurchen-Inselbergen, ebenfalls fossilen Flächen, die heute nur als „Sand-schwemmebenen“ weitergebildet werden. Die tieferen Lagen nimmt hier wiederum das aerodynamische Relief ein. Nach Süden geht dann diese Zone in die rezente Inselberg-Rumpfflächenlandschaft über.

Die erwähnten fossilen Formen zeigen an, daß die Formungsregionen in der Vergangenheit sowohl in der Vertikalen als auch in der Horizontalen gewandert sind; es kommt also der Gedanke der Vorzeitformen in diesem dreidimensionalen Schema ebenfalls zum Tragen.

Dieses Konzept wurde mit dem gleichen methodischen Ansatz in Iran, Südwestafrika und Zentralasien angewendet und erwies sich als tragfähig für die innere Gliederung dieser verschiedenen Wü-

stenräume. Es hat Zustimmung von vielen Seiten erfahren (u. a. PEEL, 1979) und ist schon in die Lehrbücher der Geomorphologie eingegangen (u. a. LOUIS, 1979).

Die Forschungsstation Bardai war für Grundlagenforschung konzipiert und hat hier erfolgreich gearbeitet. Der Wunsch nach neuen grundlegenden Erkenntnissen, geweckt durch weitblickend gestellte Kernfragen, war Antrieb für alle Forscher, die in Bardai gearbeitet haben. Dabei mußten sie oft methodisches Neuland betreten und auch neuartige möglichst kosten- und arbeitssparende Arbeitstechniken entwickeln. Die dabei gemachten Erfahrungen und erworbenen Fähigkeiten ließen sie zu Experten werden, deren Rat inzwischen von vielen gesucht wird, die in Wüstengebieten praktische Aufgaben zu lösen haben. Es ist daher nicht verwunderlich, daß der größte Teil der in Bardai tätig gewesenenen Wissenschaftler als Gutachter oder Experten bei vielen Entwicklungsprojekten in den Ländern des Trockengürtels der Erde tätig werden und erfolgreiche Arbeit geleistet haben. Der anwendungsbezogene Aspekt kommt auch schon bei einigen Arbeiten aus dem Tibesti-Gebirge (z. B. Grundwasserfragen, Wirtschaftsweisen der Toubous usw.) selbst zum Tragen. Es zeigt sich hier erneut in aller Deutlichkeit, daß wohlverstandene freie Grundlagenforschung zumeist schon nach kurzer Zeit einen Anwendungsaspekt hat und „nutzbringend“ angewendet werden kann.

Abschließend soll noch einmal betont werden, daß die Basis für eine interdisziplinäre Forschungsarbeit in einem logistisch schwer zu betreuenden Raum eine an ein Kernfach gebundene weitreichende, wissenschaftlich tragfähige Fragestellung aus der Grundlagenforschung sein muß. Sie zu erarbeiten und in dem sich nach und nach ergebenden breiten Forscherspektrum weiterzuverfolgen, ohne dabei Innovationen und eigenständige Entwicklungen zu hemmen, bedarf es eines Wissenschaftlers mit großer organisatorischer Begabung, integrativen Fähigkeiten und großer wissenschaftlicher Weitsicht. Alle diese Eigenschaften finden sich in der Person von JÜRGEN HÖVERMANN, wodurch erst die Forschungsstation in ihrer materiellen und geistigen Existenz möglich wurde. Sie ist sein mit Erfolg verbundenes Werk.

Zusammenfassung

Im Rückblick über die Arbeit der Forschungsstation Bardai wird dargelegt, daß die langjährige interdisziplinäre Forschung nur möglich war, weil eine sehr tragfähige wissenschaftliche Grundkonzeption vorhanden war. Es war dieses einmal die Frage nach den vorzeitlichen Klimaverhältnissen und die daraus folgende kausale Analyse der Zusammenhänge zwischen Klima, Klimaänderungen und dem Formenschatz der Erdoberfläche. Eine weitere Grundfrage war: Welche Formungsvorgänge und daraus resultierende Formen hängen von welchen Klimafaktoren ab und welchen Regeln folgt das Verbreitungsmuster der Formengruppen? Hierzu wurde folgendes Konzept der Anordnung der Formengruppen in Höhenstufen erarbeitet:

1. Eine Pedimentregion.
2. Eine Region mit Sand- und Kiesebenen mit Inselbergen, die durch Randfurchen von der Ebene getrennt sind.
3. Inselberglandschaften, in denen sich aus Flachmuldentälern oder Spülmulden bestehende Rumpfflächen tieferlegen.
4. Ein aerodynamisches Relief mit reinen Windformen.
5. Ein schuttreiches Höhenrelief mit Schottersohlen in den Tälern, das in den höchsten Erhebungen durch periglaziale Vorgänge gesteuert wird.

Diese Relieftypen ordnen sich in unterschiedlichen Stockwerken besonderer klimatischer Prägung an, und zugleich lassen sie eine meridionale Abfolge erkennen.

Summary

Looking back on the work of the research station at Bardai/Tibesti, it is explained that the interdisciplinary work done there over a number of years was possible only because of a sound underlying concept which was centered on two questions. The first question concerned climatic history and, based on it, the causal relationship between climate, climatic change, and landforms.

The other question asked was which processes and resulting landforms are dependent on which climatic factors, and which rules govern the pattern of landforms.

With regard to the latter question a vertical zonation of landform types was identified, corresponding to the modifications of the arid climate

with altitude. The same landform types also occur in latitudinal arrangement. The types identified are

1. a pediment region;
2. a region of sand and gravel plains studded with inselbergs which are separated from the plains by moats (Randfurchen);
3. inselberg landscapes where shallow wash depressions or extremely shallow valleys form the surface of actively lowered etchplains;
4. an aerodynamically shaped relief of corrasive landforms, and
5. a mountain relief characterized by debris-covered slopes and gravelly valley floors. Its highest elevations are governed by periglacial processes.

Résumé

En résumant les travaux de la station de recherches à Bardai/Tibesti, on explique que les recherches interdisciplinaires y exercées pendant plusieurs années étaient seulement possible grâce à une conception fondamentale scientifique concentrée sur deux questions. La première question concernait l'histoire climatique et, en conséquence, l'analyse des relations entre le climat, les changements climatiques et les formes du relief. La deuxième question concernait les relations entre des facteurs climatiques, les processus formants le relief qui en dépendent, et les formes qui en résultent, ainsi que les règles qui déterminent la repartition des modelés.

Quant à la deuxième question, on a développé une conception qui dit que les modelés changent aux niveaux d'altitude différents de la même manière que le climat aride subit des modifications le long d'un profil Nord-Sud.

Les régions suivantes ont été identifiées:

1. Une région des pédiments;
2. Une région des plaines sableuses et graveleuses avec des inselbergs qui en sont séparés par des fossées (Randfurchen);
3. Des plaines d'aplanissement à inselbergs dont le réseau des vallées à pentes extrêmement douces est encore en fonction;
4. Un relief de corrasion éolienne;
5. Un relief de haute montagne avec des pentes couvertes de débris de des vallées aux fonds graveleux. Le relief des parties sommitales est influencé par des processus periglaciaires.

Literaturverzeichnis

- DALLONI, M. (1934): Mission au Tibesti (1930-31). – Mém. Acad. Sci., Inst. Fr., 61, 372 p.
- ERGENZINGER, P. (1969): Rumpfflächen, Terrassen und Seeablagerungen im Süden des Tibestigebirges. – Tagungsber. u. wiss. Abh. Deutsch. Geographentag, Bad Godesberg 1967, S. 412-427, Wiesbaden
- GEORGE, U. (1982): Die Brüder des Windes. – GEO, Nr. 3, Februar 1982, S. 9-43, Hamburg
- HÖVERMANN, J. (1954): Über glaziale und „periglaziale“ Erscheinungen in Erithrea und Nordabessinien. – Hans Mortensen zum 60. Geburtstag, S. 87 bis 112, Bremen-Horn
- HÖVERMANN, J. (1963): Vorläufiger Bericht über eine Forschungsreise ins Tibesti-Massiv. – Die Erde, Jg. 94, Heft 2, S. 126-135, Berlin
- HÖVERMANN, J. (1967 a): Hangformen und Hangentwicklung zwischen Syrte und Tschad. – Les congrés et colloques de l'Université de Liège, Vol. 40. L'évolution des versants, S. 139-156, Liège
- HÖVERMANN, J. (1967 b): Die wissenschaftlichen Arbeiten der Station Bardai im ersten Arbeitsjahr (1964/65). – Berliner Geogr. Abh., Heft 5, S. 7-10, Berlin
- HÖVERMANN, J. (1972): Die periglaziale Region des Tibesti und ihr Verhältnis zu angrenzenden Formungsregionen. – Göttinger Geogr. Abh., Heft 60 (Hans-Poser-Festschr.), S. 261-283, 4 Abb., Göttingen
- JÄKEL, D. (1967): Vorläufiger Bericht über Untersuchungen fluviatiler Terrassen im Tibesti-Gebirge. – Berliner Geogr. Abh., Heft 5, S. 39-49, 7 Profile, 4 Abb., Berlin
- JÄKEL, D. (1971): Erosion und Akkumulation im Enneri Bardagué-Arayé des Tibesti-Gebirges (zentrale Sahara) während des Pleistozäns und Holozäns. – Berliner Geogr. Abh., Heft 10, 55 S., 13 Abb., 54 Photos, 3 Tab., 1 Nivellement (4 Teile), 60 Profile, 3 Karten (6 Teile), Berlin
- JÄKEL, D. (1974): Organisation, Verlauf und Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeiten im Rahmen der Außenstelle Bardai/Tibesti, Republik Tschad. – FU Pressedienst Wissenschaft, Nr. 5/74, S. 6-14, 1 Karte, Berlin
- JÄKEL, D. (1977): The work of the field station at Bardai in the Tibesti Mountains. – Geogr. Journal 143, 61-72
- KAISER, K. (1970): Über Konvergenzen arider und „periglazialer“ Oberflächenformung und zur Frage einer Trockengrenze solifluidaler Wirkungen am Beispiel des Tibesti-Gebirges in der zentralen Ostsahara. – Abh. d. 1. Geogr. Inst. d. FU Berlin, Neue Folge, Bd. 13, S. 147-188, 15 Photos, 4. Fig., Dietrich Reimer, Berlin
- LOUIS, H. (1979): Allgemeine Geomorphologie. – 4. Aufl., 815 S., Berlin-New York
- PEEL, R. F. (1979): Geomorphological Observations in Western Tibesti 1961. – Stuttgarter Geogr. Studien, Bd. 93, S. 53-66, Stuttgart
- ROLAND, N. W. (1971): Zur Altersfrage des Sandsteines bei Bardai (Tibesti, Rép. du Tchad). – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., S. 496-506
- VINCENT, P. (1963): Les volcans tertiaires et quaternaires du Tibesti occidental et central: Sahara du Tchad. – Mém. Bur. Rech. Geol. Min., 23, 307 p., Paris
- WACRENIER, P. (1958): Notice explicative de la carte géologique provisoire du Borkou-Ennedi-Tibesti au 1:1 000 000. – A. E. F., Dir. Mines Geol., Brazzaville

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Horst Hagedorn,
Geogr. Institut der Universität Würzburg,
Am Hubland, D-8700 Würzburg

Geomorphologische und geologische Beobachtungen aus dem Gebiet von Guezenti und Omou, NE-Tibesti

von Horst Hagedorn¹

1. Einleitung

Die im folgenden mitgeteilten Beobachtungen zur Geologie und Geomorphologie aus dem Gebiet östlich des mittleren und unteren Enneri Yebbigué wurden im Mai und Juni 1965 gemacht. Durch die Möglichkeit, mich einer Goumierpatrouille anzuschließen, die von Aozou aus das Gebiet von Guezenti und Omou durchstreifte, waren die Voraussetzungen für einen ersten Besuch in diesem sonst sehr schwer zugänglichen Gebiet geschaffen. Diesem ersten Kennenlernen sollten später intensive und weiterführende Geländestudien folgen, was aber durch die weitere politische Entwicklung im Tibesti-Gebirge nicht durchgeführt werden konnte. Die Beobachtungen und Befunde sind daher sehr lückenhaft, und es müssen eine Menge Fragen offen bleiben. Es ist nur zu hoffen, daß in nicht allzu ferner Zeit eine Weiterarbeit möglich wird, um die aufgeworfenen Probleme zu lösen und das noch relativ unbekanntes Gebiet besser zu erforschen.

Über erste geologische und geographische Untersuchungen aus dem Gebiet östlich des Enneri Yebbigué berichtet DALLONI (1934). Im Rahmen der geologischen Übersichtskartierung des Tibesti-Gebirges durch WACRENIER (1958) und Mitarbeiter wird das Gebiet mit behandelt. Wie die eigenen Beobachtungen gezeigt haben, ist diese Darstellung jedoch so stark generalisiert, daß eine ausreichend genaue Information über die Verhältnisse nicht mehr möglich ist.

Bei der Bearbeitung des Vulkanismus durch VINCENT (1963) wird das Gebiet um Guezenti und Omou erwähnt, ohne daß jedoch sehr detaillierte Angaben gemacht werden. Alle späteren Übersichtskarten beziehen sich auf die genannten Arbeiten, geben aber z. T. abweichende Interpretationen.

Eine Bemerkung muß noch zur Namensgebung und deren Schreibweise gemacht werden. Beim Aufenthalt im Gelände wurden die einschlägigen Karten im Maßstab 1:200 000 und 1:1 Mill. benutzt. Dabei stellte sich heraus, daß die Namen für Enneri, Brunnen und sonstige topographische Punkte häufig vertauscht bzw. völlig anders waren nach Auskunft der Führer bzw. Oasenbewohner als auf den Karten angegeben. In den beigegebenen Figuren ist diesem Umstand Rechnung getragen worden. Bei der Schreibweise wurde die ursprünglich von DALLONI verwendete nach Möglichkeit übernommen. Sie kommt nach den Geländeerfahrungen den einheimischen Ausdrücken am nächsten.

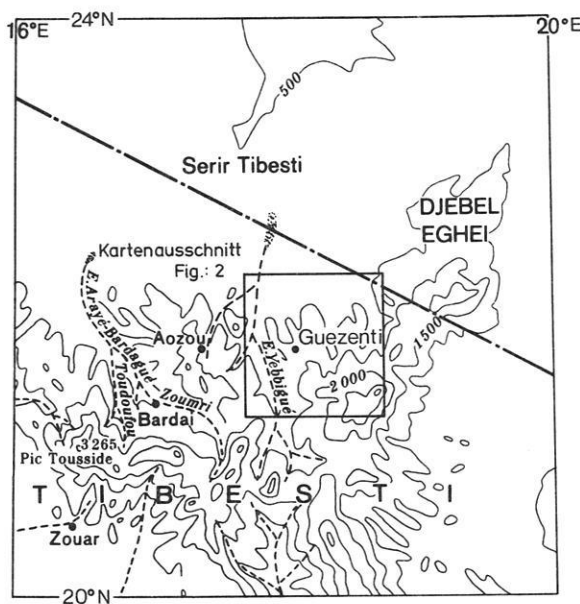


Fig.:1 ÜBERSICHTSKARTE

¹ Anschrift des Autors:
Prof. Dr. Horst Hagedorn,
Geogr. Institut der Universität Würzburg,
Am Hubland, D-8700 Würzburg

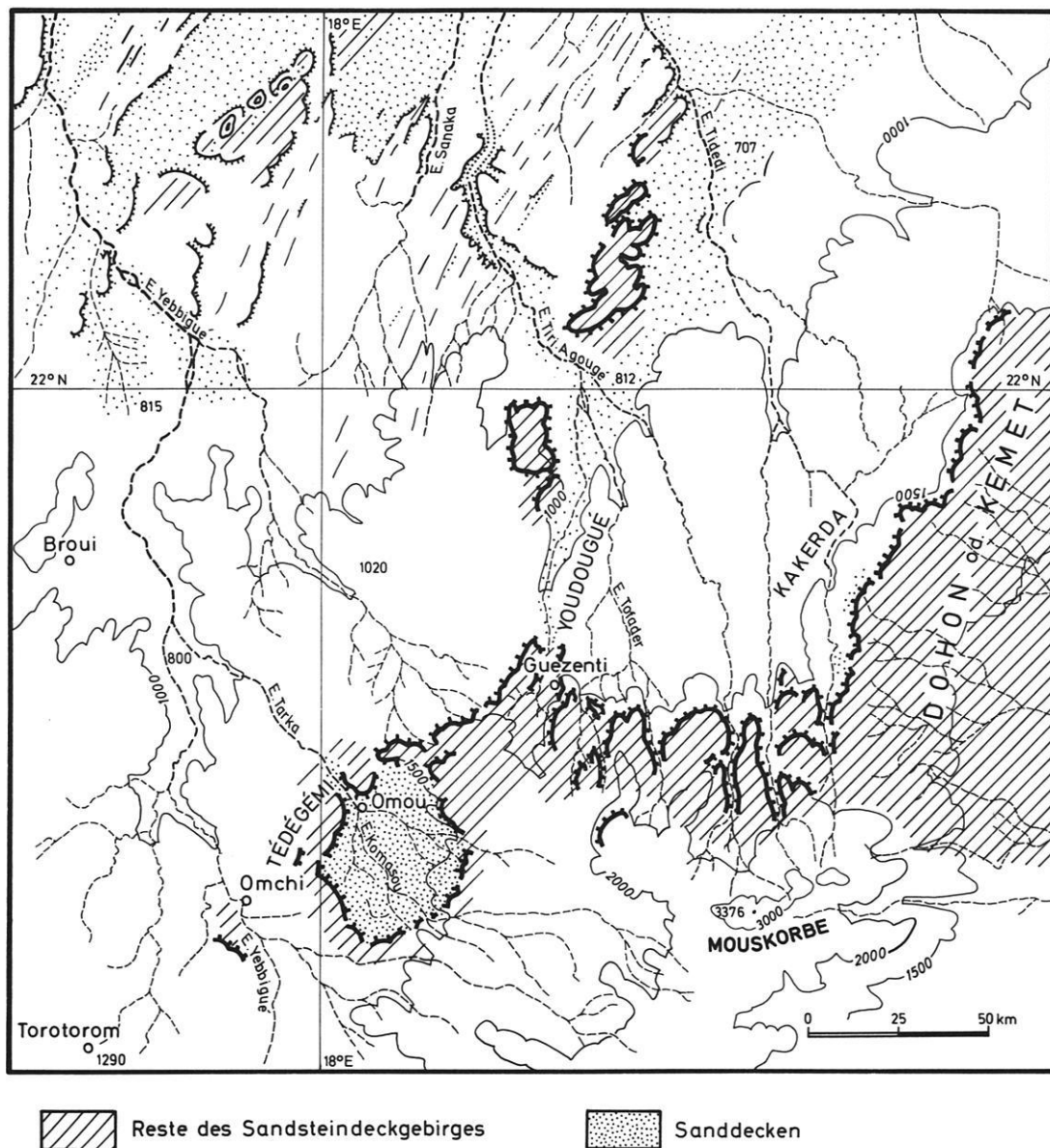
2. Lithologie und Stratigraphie

Flächenhaft den größten Raum nimmt im Arbeitsgebiet das Präkambrium ein. Das Präkambrium wurde erstmals von WACRENIER (1956) zweigeteilt in Tibestien inférieur und Tibestien supérieur, wobei eine Anlehnung an die Zweiteilung im Hoggar-Gebirge mit Suggarien bzw. Pharusien zu erkennen ist. Dieser Auffassung steht die Meinung von LELUBRE (1946) entgegen, der eine kontinuierliche Zunahme des Metamorphosegrades annimmt. Seine Ansicht stützt sich auf die Beobachtung, daß die NNE-SSW streichenden Faltenachsen

im Tibestien supérieur und im Tibestien inférieur die gleiche Richtung haben.

Das Tibestien inférieur im Sinne von WACRENIER (1956) tritt im Bereich von Guezenti und bei Tidedi auf. Es handelt sich dabei um Gneis und feldspatreiche Amphibolithe im Gebiet von Guezenti, während bei Tidedi Schiefer, Amphibolithe und auch Quarzite auftreten. Eingeschaltet sind Granite, die sich durch ihre spezielle Verwitterung deutlich von den anderen Gesteinen abheben; daneben sind Diorite zu beobachten. Am weitesten

Fig. 2



verbreitet auf der Nordabdachung ist das Tibestien supérieur, das aus Schiefen, Sandsteinen, Arkosen und eingeschalteten Rhyolithen besteht. Der Metamorphosegrad scheint allgemein gering zu sein, denn die ursprünglichen Sedimentstrukturen sind recht gut erhalten geblieben. In die Metamorphite drangen syn- und posttektonische Granite ein; Zinnstein- und Wolframitvererzungen finden sich lokal an Pegmatite gebunden in den Graniten.

Dem Präkambrium aufgelagert sind Sandsteine, die im Gebiet von Guezenti weit verbreitet sind. Es handelt sich bei den Sandsteinen um typische Kontinentalablagerungen, deren Mächtigkeit hier 300 m erreicht. Im Gegensatz zu den Sandsteinen auf der Südseite des Tibesti-Gebirges, die sich eindeutig in das Kambro-Ordovizium stellen lassen (WACRENIER 1956, KLITZSCH 1965), was noch durch eigene Fossilfunde erhärtet werden konnte, ist die stratigraphische Stellung der Sandsteine im Arbeitsgebiet umstritten. Dabei schwankt die Einstufung von Silur, (TILHO 1920, DALLONI 1934), Kambro-Ordovizium (HECHT, FÜRST, KLITZSCH 1963) bis zu „Nubischen Sandstein“ (WACRENIER 1958, VINCENT 1963) mit Stellung ins „Secondaire“ bzw. Kreide. Wegen der Unsicherheit der stratigraphischen Stellung wurde der Sandstein auch unbestimmt als „Bardai Sandstein“ bezeichnet (HAGEDORN 1971, ERGENZINGER 1966).

Eine genauere Untersuchung des „Bardaisandsteins“ wurde von ROLAND (1971, 1973) vorgelegt. Er gliedert den Sandstein auf der Nordabdachung in vier stratigraphische Einheiten. Es sind dieses von der Basis bis zum Hangenden:

- | | |
|--------------------------------|------|
| 1. der Basissandstein | BS |
| 2. der Quatre-Roches-Sandstein | QRS |
| 3. der Tabiriou-Sandstein | TS |
| 4. der Eli-Yé-Sandstein | EYS. |

Durch den Fund von *Pecopteris arborescens* SCHLOTH im Tabiriou-Sandstein (TS) konnte auch die stratigraphische Einordnung verbessert werden; denn in diesem Fund ist der TS in die Nähe der Karbon-Perm-Grenze zu stellen. Durch mehrfache Funde von *Dadoxylon* ist die zeitliche Einordnung der hangenden Sandsteine ebenfalls gegeben. In den Sandsteinen bei Omou südwestlich von Guezenti konnte oberflächennah *Dadoxylon* in großen Mengen von mir beobachtet werden; direkt bei Guezenti sind bisher noch keine Funde bekannt.

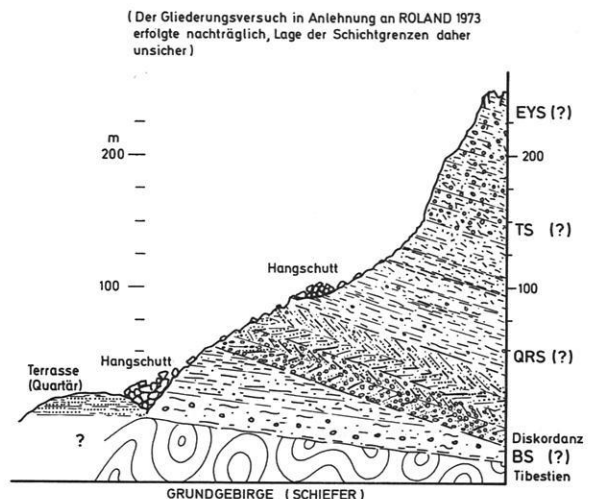
Die von ROLAND (1973) gegebene Beschreibung der charakteristischen Merkmale der einzelnen Sandsteinserien, auf die hier verwiesen wird, trifft im wesentlichen auch auf die Sandsteine in Guezenti, bei Omou und Omchi zu; es fehlt jedoch

zur Zeit noch eine Kartierung der räumlichen Ausdehnung der einzelnen stratigraphischen Einheiten. Eine von mir erstellte Überblicksaufnahme entlang der Reiseroute ergab zwar Hinweise auf die Verbreitung und Vollständigkeit des Profils; es muß jedoch noch eine räumlich detaillierte Untersuchung erfolgen. Ungeklärt ist zur Zeit auch noch das Verhältnis der Sandsteinserien von Omou und Guezenti zu den in das Kambro-Ordovizium gestellten Sandsteinen an der Ostflanke des nördlichen Tibesti (WACRENIER 1956, DE LESTANG 1965). KLITZSCH (1970) hält die einzelnen Sandsteinvorkommen für einen einheitlichen Komplex kambro-ordovizischen Alters, was aber für die Omou- und Guezentivorkommen in der Gesamtheit nicht zutrifft.

Von überregionalem Interesse für die Stratigraphie der Sandsteinserien dürfte die Beobachtung einer deutlichen Diskordanz in den liegenden Serien am Osthang des Guezentitales sein. Nach der Beobachtung könnte sie – mit allen Vorbehalten – zwischen dem Basis-Sandstein (BS) und dem Quatre-Roches-Sandstein (QRS) in der Gliederung nach ROLAND (1973) liegen (vgl. auch Fig. 3).

Die größte Verbreitung der Vulkanite im Tibesti-Gebirge liegt außerhalb des Untersuchungsraumes. Trotzdem können noch zahlreiche vulkanische Erscheinungen im Arbeitsgebiet nachgewiesen werden. Es sind zumeist Basalte, die in Deckenresten oder in Form von Basaltschloten anzutreffen sind. Nach VINCENT (1963) gehören die Vulkanite des Arbeitsgebietes überwiegend in die „première série noire“, also zur älteren Gruppe, die wohl in das frühe Tertiär zu stellen ist.

Fig.: 3 Feldaufnahme eines Profils am Osthang des Enneri Guezenti



Das Quartär ist im Arbeitsgebiet durch unverfestigte Terrassensedimente, Hangschuttdecken und Dünenfelder vertreten. Wie auch in anderen Tälern des Tibest-Gebirges können im Unterlauf der Haupttäler, z. B. im Enneri Dogé, Enneri Yebbigué und Enneri Guezenti mindestens drei Terrassen nachgewiesen werden, die sich nach der Höhenlage und den Terrassensedimenten gut un-

terscheiden lassen. Geplante Detailuntersuchungen konnten leider nicht mehr durchgeführt werden, so daß die Einordnung der Terrassen in das für das Tibesti-Gebirge erarbeitete Schema nicht eindeutig möglich ist. Es ist aber zu vermuten, daß die Genese und zeitliche Abfolge analog denen in den übrigen Tälern ist.

3. Beobachtungen zur Tektonik

Wie schon oben angedeutet ist das Gebiet östlich des Enneri Yebbigué tektonisch durch ein System von Bruchschollen gekennzeichnet. Die einzelnen Schollen sind entlang von NNE-SSW streichenden Hauptverwerfungen gehoben bzw. abgesenkt mit einer generellen Kippung der einzelnen Schollen nach ESE. Besonders deutlich wird dieses übergeordnete Schema an der gekippten Sandsteintafel des Tarso Dohon bzw. Kemet, die mauerartig entlang der Hauptverwerfung die vorgelagerte Scholle aus metamorphen Schiefen um einige hundert Meter überragt, wobei allerdings die so entstandene Schichtstufe schon erosiv angenagt worden ist und in flachen Buchten von der eigentlichen Verwerfungslinie zurückgewichen ist.

Die aus präkambrischen Gesteinen aufgebaute und sich nach Westen anschließende Scholle – das Gebiet von Kakerda-Ndoua – hat eine Breite von ca. 40 km und wird durch eine ebenfalls weit nach Norden zu verfolgende Hauptverwerfungslinie von der grabenähnlichen Scholle des Youdougé-Guezenti-Systems messerscharf abgesetzt.

In der Youdougé-Guezenti-Scholle tritt an der Westflanke Sandstein des Deckgebirges noch in größerem Umfang auf; diese Scholle ist also relativ zur Umgebung abgesunken und besitzt eine grabenähnliche Struktur. Mit einer Breite von ca. 25 bis 35 km ist sie schmaler als die oben beschriebene östlich anschließende; sie hat jedoch in etwa die gleichen Ausmaße wie die im Westen angrenzende Scholle bis zum Yebbigué-System. Diese letztere Scholle besteht wie die übrigen aus präkambrischen Gesteinen; Sandsteinreste des Deckgebirges sind nur im Süden bei Omchi in kleinen Resten vorhanden.

Die genannten Bruchschollen des Youdougé-Guezenti-Systems und von Kakerda sind im Süden vor ihrem Abtauchen unter die jungen vulkanischen Gesteinsmassen mit Sandsteinresten bedeckt, die südlich von Guezenti noch eine fast geschlossene Sedimentdecke bilden. Allerdings ist diese geschlossene Decke ebenfalls bruchtektonisch stark gestört, was in der Schluchtstrecke bei Guezenti gut zu sehen ist (Photo 1). Hier tritt auch an mehreren Stellen ein E-W streichender Gang auf, den schon DALLONI (1934) beschrieben hat. In diesen E-W streichenden Strukturlinien sieht DALLONI mit eine der Ursachen für das spezifische Relief im Oasenbereich von Guezenti.

Neben den NNE-SSW streichenden Hauptverwerfungslinien, in deren Richtung natürlich auch eine große Zahl untergeordneter Strukturlinien verläuft, tritt eine Schar tektonischer Linien auf, die im spitzen Winkel mit Streichrichtung N-S die erstgenannten Linien kreuzt. Hierdurch sind die beschriebenen Bruchschollen in ein Gewirr von kleineren Schollen zerlegt, die zumeist als Gräben und Horste die strukturellen Elemente des Reliefs prägen. In besonders charakteristischer Weise kommt dieses im Gebiet von Omou zum Ausdruck, wo durch das Schollenmosaik eine Einsenkung vorgezeichnet wurde, welche dann erosiv zu einem ausgeprägten intramontanen Becken ausgestaltet worden ist.

Die tektonischen Vorgänge, die zu dem beschriebenen Schollensystem geführt haben, sind ausweislich posteozyäner Basalte, die in den Gräben gefunden werden, schon sehr alt. Inwieweit es sich dabei um die Rejuvenation von präpaläozoischen oder paläozoischen Strukturlinien handelt, ist noch ungeklärt. Aus jungen Flußanzapfungen mit entsprechenden Störungen in den Terrassen kann gefolgert werden, daß die tektonischen Bewegungen im Pleistozän noch angedauert haben.

4. Das Gewässernetz

Das Arbeitsgebiet wird vom Enneri Yebbigué und dem Enneri Tidedi als Hauptabflußbahnen entwässert. Während sich das Enneri Yebbigué im Bereich der rezenten Endpfanne mit dem Enneri Aozou vereinigt, nimmt das weiter im Osten verlaufende Enneri Tidedi das gesamte Gewässernetz des Guezentgebietes auf. Auch das Enneri Guezenti selbst ist dem Enneri Tidedi tributär.

Das Gewässernetz zeigt in Dichte und Anlage eine starke Anlehnung an tektonische Lineamente. Aufgrund dieses Befundes hat u. a. ROLAND (1973) mit Hilfe der Luftbildanalyse für die wichtigsten Gesteinseinheiten die Gewässernetzdichten festgestellt und sie als Parameter zur Interpretation der Luftbilder benutzt.

Das dichteste Gewässernetz besitzt das metamorphe Tibestián, während in den Sandsteinen ein weniger dichtes ausgebildet ist. In der Richtung folgt das Gewässernetz weitgehend den großen Störungslinien und dem Klufnetz. Die häufigste

Richtung der großen Lineamente liegt bei NNE-SSW; streckenweise wird auch die N-S-Richtung angetroffen.

Dieser Haupttrichtung sind relative Maxima zugeordnet, die etwa um 30° nach beiden Seiten von der Haupttrichtung abweichen. Dieses spiegelt sich auch im Gewässernetz wider.

Auffällig ist jedoch, daß die generelle Richtung der großen Täler S-N ist, sie also die SSW-NNE streichenden Hauptstörungslinien im spitzen Winkel schneiden. Auch beim Eintritt in Verebnungen, die in der Störungsrichtung verlaufen, ändern die Flüsse ihre Laufrichtung nicht, sondern verlassen die Ebenen wieder, um im höheren Gebirge in ihrer alten Richtung weiterzufließen.

Auf Grund der oben schon beschriebenen Bruchtektonik kommt es zu Flußanzapfungen und Umlenkungen, die sich durch Gefällstufen und Talwasserscheiden zu erkennen geben.

5. Bau und Bild der Oberflächenformen

Der nördliche Gebirgsrand des Tibesti-Gebirges besteht – abgesehen vom nordöstlichen Ausläufer Djebel Eghei – im wesentlichen aus zwei abwechselnd auftretenden Formengruppen. Die eine ist relativ kurz und umfaßt die Sandsteinstufen, die nur an wenigen Stellen gegen die nördlich anschließenden Ebenen den eigentlichen Gebirgsrand bilden. Der längere Abschnitt des Gebirgsrandes liegt in den gleichen Schiefen und Graniten, die auch die Flächen im nördlichen Vorland tragen. Die Struktur des Grundgebirges ist in den morphologischen Großformen wiederzuerkennen. So tritt die Fläche, die das Vorland bildet, den großen Lineamenten folgend, in langen Trichtern weit in das Gebirge hinein. Häufig gebunden an härtere Gesteine, wie z. B. Quarzit, überragen eine große Zahl kleinerer und auch einzelne große Inselberge die Fläche.

Ein weiteres Element der Fläche sind die Endpfannen der großen Flüsse in der Nähe des Gebirgsrandes. So hat das Enneri Yebbigué eine Serie hintereinandergestaffelter Endpfannen, die, von Terrassenkörpern und flachen Schwemmkegeln begleitet, den Charakter der Fläche modifizieren. Die Fläche im Vorland des Gebirges überzieht unterschiedslos die verschiedenen Gesteine und Strukturen, womit sie als Rumpffläche zu bezeichnen ist. Sie fällt mit flacher Neigung nach Norden zur Serir Tibesti hin ein. Den Übergang

zwischen der Rumpffläche und dem Anstieg des Gebirges vermitteln steiler geneigte Flächen, die im Grundriß die Form zusammengewachsener flacher Kegel besitzen. Sie sind überwiegend im anstehenden Gestein ausgebildet. Diese als Pedimente zu bezeichnenden Formen sind besonders deutlich zu diagnostizieren, wo der Sandstein oder Schiefer den Gebirgsrand bilden. Im Granit ist der Übergang von der Rumpffläche zu den Pedimenten weniger scharf ausgeprägt.

Im weiteren Bereich des Untersuchungsgebietes greift die Fläche in breiten Buchten in das Gebirge hinein. Ein schönes Beispiel ist das Gebiet, das vom Enneri Sanaka entwässert wird. Vorgezeichnet sind solche Bereiche durch Tektonik und Lithologie; am Enneri Sanaka ist es Granit, der für den flächenhaften Abtrag sehr anfällig ist. Die Fläche wird überragt von pitoresken Blockhaufen und einzelnen Klippen, die aus dem die Fläche bedeckenden Granitgrus herausragen. Der Grus wird aktuell von den episodischen Niederschlägen verschwemmt und flächenhaft verteilt. Das sich anschließende äolische Wirkungsgefüge manifestiert sich im Ausblasen der Feinsedimente und deren Ablagerung als Sandschleppen und Sandrippelfeldern im Lee von Hindernissen (Blockhaufen). Die Form und das Prozeßgefüge gleichen denen der vom Südrand des Tibesti-Gebirges beschriebenen Sandschwemmebenen (HAGEDORN, 1971).

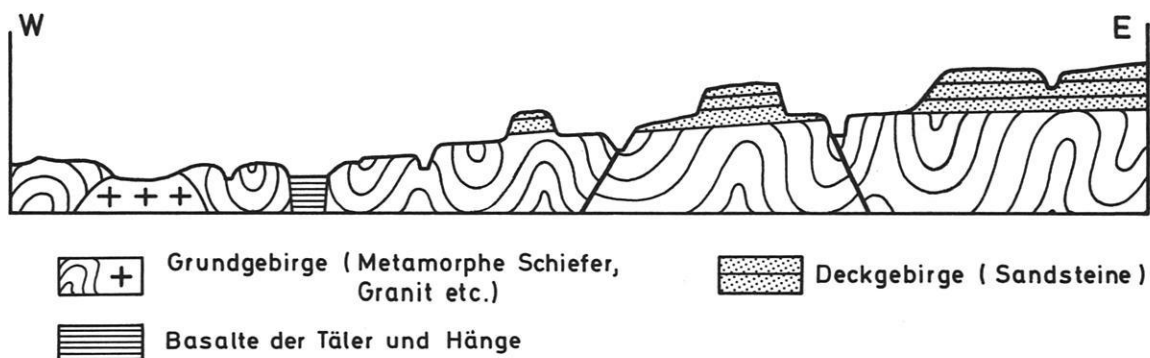
Die Bildung von Flächen im Gebirge ist jedoch nicht allein abhängig von günstigen strukturellen und lithologischen (Granit!) Bedingungen, wie das Beispiel der grabenähnlichen Struktur nördlich der Oase Guezenti zeigt. Hier ist eine von N nach S ansteigende Fläche gebildet worden, die streckenweise sowohl über Sandsteine als auch den kristallinen Untergrund hinweggreift. Sie endet im Süden als breite Talung in der halbkreisförmigen Bucht von Guezenti. Die steilen Wände des Sandsteins, der hier tektonisch stark gestört ist (Photo 1), werden von Schluchten zerschnitten, die weit in das höherliegende Sandsteinplateau hineingreifen und streckenweise bis in die hoch aufragenden vulkanischen Gebirgsbereiche zu verfolgen sind. Die Situation hat große Ähnlichkeit mit der im Becken von Zouar.

Die Dattelpalmoase Guezenti liegt in der halbkreisförmigen Bucht dicht an der Sandsteinstufe, wo in mehreren Schichtquellen Grundwasser zutage tritt (Photo 2). Der Oberflächenabfluß aus den Quellen ist nur kurz, da das Wasser bald in den sandig-kiesigen Sedimenten versickert. Wie weiter unterhalb liegende Brunnen bezeugen, fließt ein Grundwasserstrom im Enneri nur 1 bis 3 m unter der Oberfläche nach N, der auch durch eine reiche Akazienvegetation im Talgrund zu erkennen ist. Die Siedlungen der Oase liegen auf vegetationsfreien Terrassen, die bis unmittelbar an die Schluchten in der Sandsteinstufe heranreichen (Photo 2). Die Terrassen lassen sich mehrere Kilometer flußabwärts verfolgen, verschwinden dann aber unter Sanden, die hier die inzwischen zu einer Fläche verbreiterten Talung bedecken. Das Enneri Guezenti verläßt ca. 40 km unterhalb von Guezenti die grabenähnliche und zu einer langgezogenen Fläche verbreiterte Struktur und durchbricht die

hier in tieferer Lage liegende kleine Sandsteintafel und wird – wie im Tibesti üblich – umbenannt in Enneri Tiri Agougé.

Nur wenige Kilometer weiter nördlich kreuzt das von SSE kommende Enneri Tofader ebenfalls die Fläche im spitzen Winkel und vereinigt sich in einer weit in die Sandsteintafel eingreifenden Bucht mit dem Enneri Guezenti. Auch das Enneri Tidedi durchfließt aus dem höheren Gebirge kommend im spitzen Winkel die Fläche, um sie durch ein im N in das den Westrand der Fläche begleitende höhere Gebirge eingeschnittenes Tal wieder zu verlassen. Die genannten Flüsse verlaufen also nicht in der tektonisch vorgezeichneten, zur Fläche verbreiterten SSW-NNE streichenden Tiefenzone, sondern beharren im wesentlichen in der S-N-Richtung. Dieses ist auch bei anderen Flußsystemen im weiteren Untersuchungsgebiet der Fall und läßt den Schluß zu, daß sich ein altes, der Hauptabdachung des Gebirges folgendes Flußnetz vererbt hat und sich mit der Durchteufung des Deckgebirges bzw. dessen Erosion in das unterlagernde Grundgebirge in seiner ursprünglichen Richtung eingeschnitten hat. An diesem Prozeß hat die junge Bruchschollentektonik grundsätzlich nichts ändern können; nur regional in kurzen Flußabschnitten ist es zu Flußablenkungen gekommen. Wie schon oben ausgeführt, ist südlich Guezenti das aus Sandsteinen bestehende Deckgebirge noch fast lückenlos vorhanden und wird noch weiter südlich von jüngeren vulkanischen Ablagerungen bedeckt. Im Gegensatz zur mauerartigen Stufe im Gebiet von Dohon ist die Sandsteinstufe im weiteren Bereich von Guezenti stark zerlappt und die Decke in eine Anzahl von Restbergen und einzelne Felsburgen aufgelöst, wie es in der Fig. 4 schematisch dargestellt ist. Aktuell wird die Stufe durch

Fig.:4 Schematischer Schnitt durch die Sandsteinstufe im Bereich der Youdougé - Guezenti - Scholle



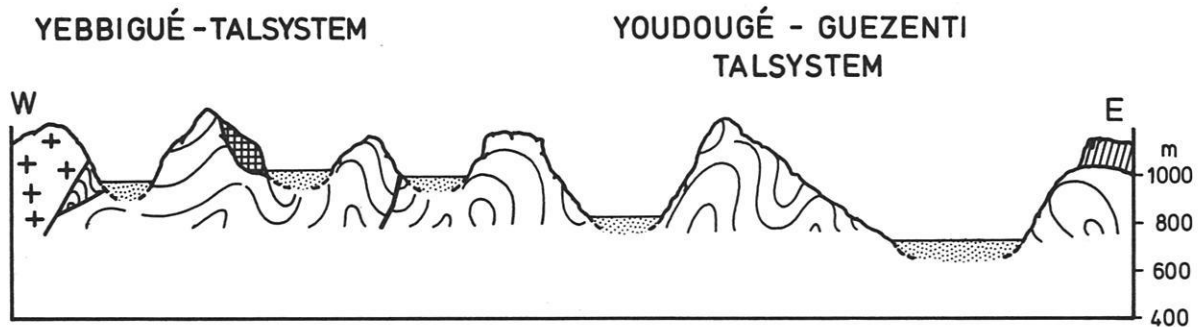


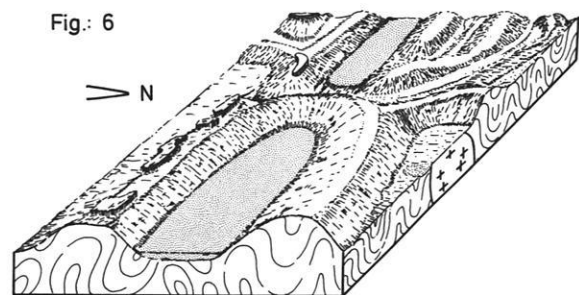
Fig.: 5 Schematisches Profil durch die unterschiedlich hoch gelegenen Talsysteme des YEBBIGUÉ und YOUDOUGÉ - GUEZENTI

gravitative Abstürze weitergeformt. Die teilweise recht mächtigen Absturzblöcke werden am Fuß der Hänge durch Salzverwitterung weiter zerlegt und von den episodischen Niederschlägen verspült; hinzu kommt die äolische Verlagerung des Feinmaterials. Wie die Erhaltung von Felszeichnungen und Krusten an den Sandsteinfelsen in der Umgebung von Guezenti zeigt, ist der aktuelle Verwitterungs- und Abtragungsvorgang in seiner Wirksamkeit relativ gering einzuschätzen. Etwas kräftiger wirkt die Abtragung an den Basalten, die in vielen Tälern auftreten. So ist auch der Anteil der Basaltschotter im rezenten Flußbett und auf der Hochwasserterrasse sehr hoch.

Während in den bisher beschriebenen Tälern die aus anderen Teilen des Tibesti-Gebirges bekannten Terrassen-Sequenzen (vgl. Photo 7) wiedergefunden werden konnten, ändert sich dieses in den Tälern entlang der Kamelpiste von Guezenti nach Omou. Die Piste quert die Wasserscheide zwischen dem Einzugsgebiet des Enneri Guezenti bzw. im größeren Rahmen des Enneri Tidedi und dem Enneri Yebbigué. Zunächst fällt auf, daß die Wasserscheide zumeist als Talwasserscheide ausgebildet ist, wobei die Flüsse zum Enneri Guezenti hin tiefer eingeschnitten und mit einer Gefällstufe gegen die Entwässerungsrichtung zum Enneri Yebbigué abgesetzt sind. Es handelt sich demnach um eine Anzapfung des Yebbigué-Systems durch die Nebenflüsse des Enneri Guezenti, was aus dem tektonischen Absinken der Youdougué-Scholle (grabenähnliche Struktur) verständlich wird. Die Fig. 5, 6 zeigen schematisch diese Verhältnisse. Diese Täler sind nun, wie auf Photo 4 zu sehen ist, mit gelben bis rot-gelben Feinsedimenten aufgefüllt, die mit scharfem Knick an die zumeist aus Schiefen bestehenden gestreckten Talhänge heranreichen. Die Spuren des rezenten Abflusses sind auf der ganzen Talbreite zu sehen, ohne daß ein

bevorzugtes Niedrig- oder auch Hochwasserbett zu erkennen ist. Lediglich in der Nähe einer Talwasserscheide wird manchmal die Ausbildung eines Talweges und die Ausbildung von Terrassen erkennbar (Photo 5). In solchen Fällen ist dann auch größerer Schutt vorhanden, der die hellen Feinsedimente bedeckt bzw. mit diesen vermischt ist.

Es erhebt sich die Frage, wie es zu diesem vom normalen Bild abweichenden Talverfüllungen gekommen ist. Nach den Geländebeobachtungen bestehen die gelben bis gelb-roten Feinsedimente überwiegend aus gut gerundeten Quarzsanden in der Art, wie sie aus den Sanddecken auf der Serir Tibesti bekannt sind. Sie unterscheiden sich deutlich von den grauen Sanden, die sonst in den fluvialen Ablagerungen in den Tälern des Tibesti-Gebirges angetroffen werden. Leider sind die von mir gesammelten Proben verloren gegangen, so daß eine genauere Analyse der Sedimente nicht mehr möglich ist. Sollten sich jedoch die Geländebefunde erhärten lassen, so ist zu vermuten, daß die Talverschüttungen aus äolischen Sanddecken hervorgegangen sind, die von außen in diesen Bereich, der zwischen 900 und 1200 m Höhe liegt, eingeweht worden sind. Nach der Periode der Einwehung muß eine Zeit mit Abspülungsvorgängen



Blockbild aus dem Bereich der Wasserscheide zwischen dem Einzugsgebiet des YEBBIGUÉ und des YOUDOUGÉ - GUEZENTI

gefolgt sein, wobei die Abspülfracht so groß gewesen sein muß, daß die Schleppkraft nur ausreichte, um den Sand in den Tälern zu verteilen, ohne ihn dann noch herauszutransportieren zu können. Eine Stütze erhält diese Vermutung durch fossile äolische Sande im Bereich der Talwasserscheiden und auf hochliegenden Flachhängen, die mit einer geringmächtigen Hangschuttdecke bedeckt sind (Photo 6). Rezent sind in dieser Höhe jedenfalls keine von außen kommenden äolischen Einwehungen zu beobachten. Die geringen erkennbaren äolischen Vorgänge werden durch Lokalwinde hervorgerufen, die überwiegend Staubmaterial bewegen.

Leider konnten keine fossilen Dünensanddecken an den Hängen entlang der Piste beobachtet werden; mir sind solche Deckenreste jedoch vom Messak-Kliff am Westrand des Murzuk-Beckens bekannt, wo in den Talterrassen ebenfalls hohe Sandanteile festgestellt werden konnten.

Sollte sich durch spätere Untersuchungen die hier vorgetragene Vermutung über die Herkunft der Feinsedimente als richtig erweisen, so hätte sie eine erhebliche Bedeutung für paläoklimatische Überlegungen. Es müßte nämlich gefolgert werden, daß eine erheblich stärkere Aridität als die heutige mit entsprechender äolischer Wirksamkeit bis in Höhen weit über 1000 m – die heutige liegt im Extremfall in einer Höhe von 800 m – vorhanden gewesen sein muß. Ihr wäre dann eine humide Phase mit Hangabspülungsprozessen gefolgt; sie hätte aber nicht ausgereicht, um das Feinmaterial aus den Tälern herauszutransportieren. Man hätte wohl auch mit relativ geringen, aber doch längerdauernden Niederschlägen zu rechnen. Mit diesen Überlegungen zu Möglichkeiten der Erklärung soll nur angedeutet werden, welche Schlußfolgerungen über die Klimaentwicklung aus solchen Befunden gezogen werden können, wenn sie abgesichert sind.

Abschließend sollen noch einige Beobachtungen aus dem intramontanen Becken von Omou mitgeteilt werden. Das Becken liegt in Sandsteinen und ist, wie weiter oben schon ausgeführt wurde, tektonisch vorgezeichnet worden. Zu seiner heutigen Gestalt haben verschiedene erosive Prozesse beigetragen, die sich durch entsprechende Formen heute noch zu erkennen geben. Das Becken wird entwässert durch das Enneri Komassou, das aus dem südlich anschließenden Gebirge kommt und einen bedeutenden oberflächennahen Grundwasserstrom besitzt, der die Grundlage für die Oase Omou darstellt. Die das Becken umgebenden Höhen bestehen aus Sandsteinen, die denen von Guezenti

gleichen. Oberflächennah gab es reichlich *Dadoxylonifunde*, die bezeugen, daß auch die jüngsten Sandsteinserien vertreten sind. Dem Beckenboden lagern verschiedene Basaltreste auf, deren Mindestalter in Analogie zu anderen Vorkommen höher als Pliozän sein muß (Photo 9). Aus der Verbreitung der Basalte ist zu schließen, daß das Becken im wesentlichen schon zu dieser Zeit seine heutige Ausdehnung gehabt haben muß.

Der zerlappte und buchtenreiche Rand des Beckens wird streckenweise begleitet von bis zu mehreren hundert Metern breiten Pedimenten, die den Übergang vom flachen Beckenboden zu der aufgelösten Sandsteinstufe bilden. Dabei haben diese Pedimente am Westrand, den ich etwas näher untersuchen konnte, eine Neigung von ca. 5° zum Becken hin, während der Sandstein mit etwa 4° bis 10° nach Westen – also entgegengesetzt – einfällt. Das Pediment ist voll im anstehenden Sandstein ausgebildet und teilweise mit grauen bis weißgelben Sanden bedeckt. Auf den sandfreien Partien ist kein Schutt vorhanden, von wenigen dunkelbraunen Krustenbruchstücken abgesehen (Photo 11). Die Pedimente sind im klassischen Sinne als Kegelformen zwischen den aus der Stufe heraus tretenden Tälern ausgebildet. Sie sind am unteren Ende beim Erreichen des Beckenbodens unterbrochen worden und bilden eine 2 bis 3 m hohe kleine Stufe; sie tauchen also nicht unter die Beckensedimente im Sinne einer Bahada unter. Ihnen vorgelagert sind Terrassenreste, die sich am Westrand des Beckens entlang hinziehen. Diese Terrassenreste sind zumeist durch eine kleine Kerbe vom Pediment getrennt. In den dadurch entstandenen Aufschlüssen sieht man, daß die Pedimente nicht unter die Terrassensedimente untertauchen. Aus dieser Beobachtung ergibt sich m. E. der Schluß, daß die Pedimente im wesentlichen Vorzeitformen sind. Eine geringfügige rezente Weiterbildung ist damit selbstverständlich nicht ausgeschlossen. Ein Problem ist die vollständige Schutfreiheit weiter Teile der Pedimente. Die erwähnte Sandbedeckung einiger Teile kann rezenten äolischen Lokaleffekten zugeschrieben werden; der Vorgang konnte unmittelbar im Gelände beobachtet werden. Der Sand entstammt dem Bett des Enneri Komassou und seiner Nebenflüsse; er unterscheidet sich wesentlich von den oben ausführlich beschriebenen gelb-roten sandigen Talfüllungen. Aus geringen Resten eines braunroten Schuttes, der im Winkel zwischen einem Tal und dem Steilhang oberhalb des Pediments gefunden wurde, ist vielleicht zu schließen, daß die Pedimente ursprünglich eine Schuttdecke

– möglicherweise auch eine Verwitterungsdecke – getragen haben könnten. Diese Vermutung wird etwas gestützt von braunen bis roten Sedimentlagen in den schon erwähnten Terrassen; sie könnten die korrelierten Sedimente einer abgetragenen Schutt- oder Verwitterungsdecke auf den Pedimenten sein. Hier deutet sich eine komplizierte polygenetische Entstehungsgeschichte an, der aber wegen fehlender weitergehender Befunde nicht nachgegangen werden kann. Daß die Pedimente am Rande des intramontanen Beckens von Omou keine Singularität sind, kann schon nach wenigen Kilometern an der Piste von Omou nach Omchi bestätigt werden. Hier sind im Gebiet von Tédégmi

zwei großartig entwickelte Pedimentgenerationen zu beobachten, die in ihrer Ausdehnung diejenigen im Becken von Omou weit übertreffen (Photo 12). Durch die enge Verknüpfung mit vulkanischen Ablagerungen besteht hier wahrscheinlich auch die Möglichkeit, die Genese der einzelnen Pedimentgenerationen zeitlich zu fassen. Leider konnten die dafür notwendigen Untersuchungen nicht mehr vorgenommen werden.

Im Yebbiguétal bei Omchi werden dann wieder die bekannten Terrassensequenzen angetroffen, wie sie ausführlich von GRUNERT (1974) aus dem Talverlauf um Yebbi-Bou beschrieben und erläutert worden sind.

6. Schlußbetrachtung

Die im Vorhergehenden mitgeteilten Beobachtungen wurden auf einer ersten Erkundungsreise in das vorgestellte Gebiet gemacht. Der Zweck der Reise war, Arbeitsmöglichkeiten herauszufinden und erste Vorstellungen über die geologischen und geomorphologischen Probleme zu gewinnen. Aufgrund der ersten Ergebnisse sollten gezielt Arbeiten angesetzt werden, um aufgeworfene Fragen zu klären und Beiträge zu überregionalen Problemen zu liefern. Erste Ansätze wurden mit Arbeitsgruppen im Enneri Yebbigué gemacht, die aber nur im oberen und mittleren Yebbigué mit hervorragenden Ergebnissen abgeschlossen werden konnten (GRUNERT, 1974). Die im Gebiet bei Omchi angesetzten Arbeiten wurden leider nicht zu Ende geführt und haben keinerlei verwertbare

Ergebnisse gebracht. Weitere Unternehmungen in das Gebiet von Omou und Guezenti, die sich systematisch an die Arbeiten im Enneri Yebbigué anschließen sollten, konnten aufgrund der politischen Verhältnisse, die später auch die gesamte Arbeit der Forschungsstation zum Erliegen brachten, nicht mehr durchgeführt werden. Ich hoffe aber, daß die vorgelegten vorläufigen Befunde und Beobachtungen gezeigt haben, welche interessanten Probleme in der Region auf eine Lösung warten und welche Bedeutung das Gebiet für paläoklimatische, geomorphologische und ökologische Grundsatzfragen in ariden Gebirgen hat. Es bleibt zum Schluß nur der Wunsch, daß die wissenschaftliche Arbeit in diesem Raum möglichst schnell wieder aufgenommen werden kann.

7. Zusammenfassung

Im Gebiet von Guezenti und Omou, NE-Tibesti, sind noch größere Sandsteinreste des Deckgebirges anzutreffen. Die aufgenommenen Profile erlauben eine erste grobe Zuordnung zu den stratigraphischen Einheiten nach ROLAND (1973). Das unterlagernde Grundgebirge besteht aus Schiefem mit eingeschalteten Graniten und Dioriten. Das ganze Gebiet ist entlang SSW-NNE streichender Verwerfungen in ein Bruchschollenmosaik zerlegt mit Horsten und grabenähnlichen Strukturen. Die Hauptverwerfungslinien werden von NS streichenden tektonischen Linien spitzwinklig gekreuzt, denen viele der Haupttäler folgen. Diese Richtungen dürften schon auf dem Deckgebirge angelegt worden sein und haben sich bei der Erosion

nach unten vererbt. Die jüngere Tektonik hat zu unterschiedlich hoch liegenden Talsystemen geführt, die durch flache Talwasserscheiden voneinander getrennt sind. Während in den Haupttälern die bekannte Terrassenfolge des Tibesti-Gebirges beobachtet werden konnte, sind im Wasserscheidenbereich zwischen Yebbigué und Youdougé-Guezenti-System die Täler mit rotgelben Feinsedimenten gefüllt, die auf der breiten undifferenzierten Talsohle mit scharfem Knick bis an die Talhänge heranreichen. Die Feinsedimente werden als Abspülsedimente älterer äolischer Einwehungen gedeutet, die höher hinaufgingen als die heutigen.

Im intramontanen Becken von Omou werden entlang der Westseite streckenweise fossile Pedimente gefunden, die im klassischen Sinne als Kegelformen ohne oder nur mit geringer Schuttbedeckung auftreten. Zwei großartig entwickelte Pedimentgenerationen konnten im Gebiet von Tédégémi an der Piste von Omou nach Omchi

beobachtet werden. Die wenigen Feldbeobachtungen zeigen, daß das Gebiet von Guezenti und Omou für die Bearbeitung stratigraphischer, geomorphologischer und paläoklimatologischer Probleme im Gebiet des Tibesti-Gebirges von großer Bedeutung ist.

Summary

In the Guezenti and Omou area, NE Tibesti, numerous sandstone remains of the overlying rock are still to be found. The investigated profiles may be classified approximately and provisionally according to the stratigraphic units after ROLAND (1973). The underlying basement consists of schist with intercalated granites and diorites. The entire area forms a block-faulted mosaic with horsts and graben-like structures along faults striking SSW-NNE. The main fault lines are transected at a sharp angle by tectonic lines striking NS which influence the course of many of the main valleys. The directions of these channels were probably cut into the overlying rocks and transferred downward during erosion. Recent tectonics have caused valley systems with varying heights, separated from one another by low valley divides. Whereas the main valleys show the familiar terrace sequence of the Tibesti Mts., in the divide area between Yebbigué

and the Youdougé-Guezenti system the valleys have accumulations of reddish-yellow fine sediments which extend along the broad undifferentiated valley floor as far as the sharp break of the slope. The fine sediments are interpreted as the alluvial resedimentation of older aeolian sediments, which reached a higher level than those today.

In places along the west side of the intramontane basin of Omou there occur fossil pediments, cone-shaped in the classical sense and with little or no debris cover. Two extremely well developed pediment generations were observed in the Tédégémi area, on the track from Omou to Omchi. The few available field investigations show that the Guezenti and Omou area is of great importance for research into stratigraphic, geomorphological and palaeoclimatological problems in the Tibesti Mountains.

Résumé

Dans la région de Guezenti et d'Omou, au nord-est du Tibesti, se trouvent encore de nombreux restes de grès des roches sur-jacentes. Les profils étudiés permettent une première classification approximative selon les unités stratigraphiques de ROLAND (1973). La roche de fond consiste en schistes avec des granites et des diorites intercalés. Le long de plusieurs failles qui ont la direction SSO-NNE, toute la région est divisée en une mosaïque de blocs faillés avec des horsts et des structures ressemblant aux fossés tectoniques. Les failles principales sont coupées en angle aigu par des lignes tectoniques qui ont la direction nord-sud et dont résulte la direction de beaucoup de vallées principales. Ces directions étaient probablement déjà tracées sur les roches sur-jacentes et se sont transmises vers le bas par l'érosion. La tectonique plus récente a donné naissance à des systèmes de vallées de niveaux différents, séparées par des cols de partage peu élevés. Tandis qu'on trouve dans les vallées principales la série des terrasses connues au Tibesti, dans

la région des cols de partage entre le système d'Yebbigué et d'Youdougé-Guezenti, les vallées sont remplies de sédiments fins rouge-jaunâtre; ceux-ci s'étendent sur tout le fond de la vallée large et indifférencié jusqu'à la brisure nette de la pente. Ces sédiments fins sont interprétés comme une résédimentation alluviale de sédiments éoliens plus vieux qui atteignaient un niveau plus élevé qu'aujourd'hui.

Dans le bassin d'entremont d'Omou, le long du côté ouest, on a trouvé par endroits des pédiments fossils qui – au sens classique – ont la forme de cônes parfois couverts d'une couche très mince de débris. On peut distinguer dans la région de Tédégémi, le long de la piste d'Omou à Omchi, deux générations de relief développées de manière extraordinaire. Les quelques observations sur les lieux montrent que la région de Guezenti et d'Omou est d'une grande importance pour l'étude de problèmes stratigraphiques, géomorphologiques et paléoclimatiques dans la région du Tibesti.

Literaturverzeichnis

- DALLONI, M. (1934): Mission au Tibesti (1930-31). – Acad. Sci. Inst. Fr. Mém. 61, 1934 et 62, 1935
- ERGENZINGER, P. (1966): Road log Bardai-Trou au Natron (Tibesti), in WILLIAMS, J. J., and KLITZSCH, E. (edit.), South-Central-Libya and Northern Chad. – P. E. S. L., Tripoli, p. 89-94
- FÜRST, M. (1965): Hammada-Serir-Erg. – Zeitschr. f. Geomorph., N. F., H. 9, p. 385-421
- GEYH, M. A., und JÄKEL, D. (1974): Spätpleistozäne und holozäne Klimageschichte Nordafrikas auf Grund zugänglicher 14-C-Daten. – Zeitschr. f. Geomorph., N. F., v. 18, p. 82-98
- GEZE, B. (1957): Reconnaissance volcanologique du Tibesti. – Gouvern. général de l'Afrique Equatoriale Française. – Bull. de la Dir. des Mines et de la Géol., v. 8, p. 119-125
- GRUNERT, J. (1974): Beiträge zum Problem der Talbildung in ariden Gebieten, am Beispiel des zentralen Tibesti-Gebirges (Rép. du Tchad). – Berliner Geogr. Abh., H. 22, 96 p.
- HAGEDORN, H. (1971): Untersuchungen über Relieftypen arider Räume an Beispielen aus dem Tibesti-Gebirge und seiner Umgebung. – Zeitschr. f. Geomorph., N. F., Suppl.-Bd. 11, 251 p.
- HAGEDORN, H., und JÄKEL, D. (1969): Bemerkungen zur quartären Entwicklung des Reliefs im Tibesti-Gebirge (Tchad). – Bull. Ass. Sénég. Quatern. Ouest-Afr., v. 23, p. 25-42
- HAGEDORN, H., und PACHUR, J. (1971): Observations on Climatic Geomorphology and Quaternary Evolution of Landforms in South Central Libya. – Symposium on the Geology of Libya, Fac. of Sc., Tripoli, p. 387-400
- HECHT, F., FÜRST, M., und KLITZSCH, E. (1963): Zur Geologie von Libyen. – Geol. Rundsch., H. 53, p. 413-470
- JÄKEL, D. (1971): Erosion und Akkumulation im Enneri Bardagué-Arayé des Tibesti-Gebirges (zentrale Sahara) während des Pleistozäns und Holozäns. – Berliner Geogr. Abh., H. 10, 55 p.
- KLITZSCH, E. (1965): Zur regionalgeologischen Position des Tibesti-Massivs. – Max-Richter-Festschrift, Clausthal-Zellerfeld, p. 111-125
- KLITZSCH, E. (1966): Comments on the Geology of the Central Parts of Southern Libya and Northern Chad, in WILLIAMS, J. J., and KLITZSCH, E. (edit.), South-Central Libya and Northern Chad – P. E. S. L., Tripoli, p. 1-18
- KLITZSCH, E. (1970): Die Strukturgeschichte der Zentralsahara. – Geol. Rundsch., H. 59, p. 459-527
- LELUBRE, M. (1946): Le Tibesti septentrional, Esquisse morphologique et structurale. – C. R. Acad. Sc. Colon., v. 6, p. 337-357
- LESTANG, J. de (1965): Communication sur le bassin des Erdis (Rép. du Tchad). – Zeitschr. Dtsch. Geol. Ges. 117, v. 2 and 3, p. 479-488
- OBENAU, K. P. (1971): Die Enneris Gonoa, Toudoufou, Oudingueur und Nemaqayeko im nordwestlichen Tibesti. – Berliner Geogr. Abh., H. 12, 70 p.
- PACHUR, H. J. (1974): Geomorphologische Untersuchungen im Raum Serir Tibesti. – Berliner Geogr. Abh., v. 17, 58 p.
- ROLAND, N. W. (1971): Zur Altersfrage des Sandsteins bei Bardai (Tibesti, République du Tchad). – N. Jb. Geol. Paläont., v. 8, p. 496-506
- ROLAND, N. W. (1973): Die Anwendung der Photointerpretation zur Lösung stratigraphischer und tektonischer Probleme im Bereich von Bardai und Aozou (Tibesti-Gebirge, Zentral-Sahara). – Berliner Geogr. Abh., H. 19, 48 p.
- STOCK, P. (1972): Photogeologische und tektonische Untersuchungen am Nordrand des Tibesti-Gebirges, Zentral-Sahara, Tchad. – Berliner Geogr. Abh., H. 14, 73 p.
- TILHO, J. (1920): The Exploration of Tibesti, Erdi, Borkou and Ennedi in 1912-1917. – Geogr. J., v. 56, p. 81-99, p. 161-182, p. 241-267
- VINCENT, P. (1963): Les volcans tertiaires et quaternaires du Tibesti occidental et central. – Thèse Mém. B. R. G. M., v. 23, 307 p.
- WACRENIER, P. (1956): Aperçu sur l'Antecambrien du Tibesti (Afrique Equatoriale Française). – 20. Intern. Geol. Congr., Assoc. Serv. Geol. Africanos, Mexico, p. 281-288
- WACRENIER, P., et al. (1958): Notice explicative de la Carte Géologique provisoire du Borkou, Ennedi, Tibesti au 1:1 000 000. – A. E. F., Direction des Mines et de la Géol., Brazzaville, 421 p.
- WALTHER, J. (1912): Das Gesetz der Wüstenbildung in Gegenwart und Vorzeit. – Quelle & Meyer, Leipzig, 421 p.



Photo 1: Die Sandsteinstufe an der Ostseite der halbkreisförmigen Bucht von Guezenti. Durch tektonische Bewegungen sind die Sandsteinschichten verstellt. Abgestürzte Sandsteinblöcke bedecken die Unterhänge und greifen am Hangfuß auf die als heller Streifen erkennbaren Terrassenakkumulationen über. Im Vordergrund das rezente Flußbett des Enneri Guezenti. Aufn.: Hagedorn



Photo 2: Die Dattelpalmoase Guezenti. Die Siedlung liegt auf einer vegetationsfreien höheren Terrasse. Im Hintergrund der Beginn der Schluchtstrecke. Aufn.: Hagedorn



Photo 3: Heftige Windböen, die den Talkessel von Guezenti herabwehen, wirbeln große Mengen Staub und Sand auf. Die in Abständen von 5 bis 10 Minuten aus den Schluchten und von den Hängen kommenden Böen setzten an den Beobachtungstagen (Anfang Juni) zwischen 2 und 3 Uhr am Nachmittag ein und hörten mit Sonnenuntergang auf. Diese als Bergwind zu bezeichnenden Böen sind eine Folge des Luftdruckunterschiedes, der sich im Laufe des Tages zwischen den stark aufgeheizten Sand- und Kiesflächen im Talkessel und den relativ kalten Schluchten und schattigen Stufenhängen, die nur kurze Zeit oder überhaupt nicht von der Sonne beschienen werden, aufbaut. Die Böen kündigen sich durch ein Geräusch an, das an rollende Eisenbahnzüge erinnert; es entsteht durch die Düsenwirkung der Schluchten.

Aufn.: Hagedorn

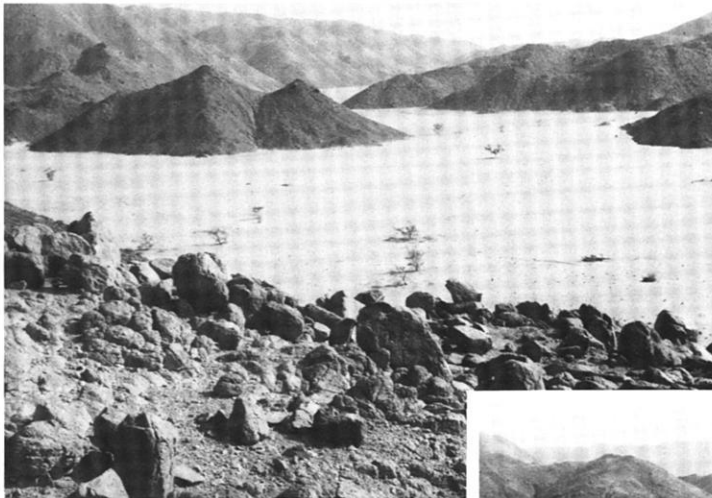


Photo 4: Talverschüttungen im Enneri Goroa zwischen Guezenti und Omou. Die Feinsedimente der Talsohle stoßen mit scharfem Knick an die gestreckten Hänge des Schiefergebirges oder der Basalthänge. Im Vordergrund Basaltschutt am Oberhang.

Aufn.: Hagedorn

Photo 5: Talverschüttung im Oberlauf des Enneri Sanaka nahe der Talwasserscheide zwischen dem Yebbigué- und Guezentisystem. Aufn.: Hagedorn





Photo 6: Mit Hangschutt bedeckte äolische Sande auf den Flachhängen im Bereich der Wasserscheidenregion zwischen den Flußsystemen der Enneris Yebbigué und Guezenti.
Aufn.: Hagedorn

Photo 7: Terrassenablagerungen in einem westlichen Nebental des Youdougué-Guezenti-Systems. Im Vordergrund ist eine mit einem äolischen Sandschleier bedeckte Schotterterrasse zu erkennen. Dem breiten, mit Feinsedimenten gefüllten rezenten Flußbett in der Bildmitte schließen sich Terrassenakkumulationen mehrerer höherer Niveaus an. Sie stoßen unmittelbar an die den Talhang bildenden Basalte und Schiefer an. Im Hintergrund die Sandsteinstufe bei Guezenti.

Aufn.: Hagedorn



Photo 8: Eine Talwasserscheide in der Nähe des intramontanen Beckens von Omou. Im Vordergrund Basalt, im Hintergrund präkambrische Schiefer mit Resten der in Türme und Pfeiler aufgelösten Sandsteindecke.

Aufn.: Hagedorn

Photo 9: Das intramontane Becken von Omou. In der Bildmitte die Siedlung auf einer höheren Terrasse des Enneri Komassou, dessen rezentes Hochwasserbett im Vordergrund zu sehen ist. Der in Türme und Pfeiler aufgelösten Sandsteinstufe der Beckenumrahmung sind niedrigere Hügel aus Basalten im Beckeninneren vorgelagert.

Aufn.: Hagedorn





Photo 10: Der stufenrandnahe Teil eines Pediments am Westrand des intramontanen Beckens von Omou. Das Pediment ist im anstehenden Sandstein ausgebildet, der entgegengesetzt zur Neigungsrichtung des Pediments einfällt. Das Pediment ist nahezu völlig schutfrei. **Aufn.: Hagedorn**

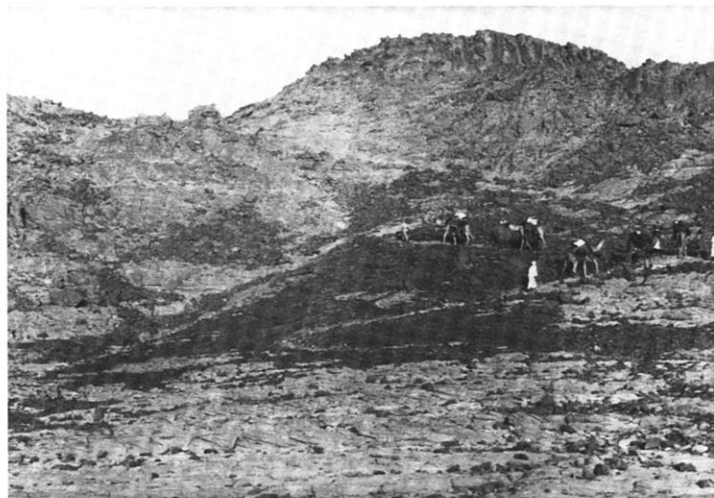


Photo 11: Übergang eines Pediments zum Stufenhang am Westrand des intramontanen Beckens von Omou. Der nicht sehr steile Hang wird von der Kamelpiste von Omou nach Omchi genutzt. Der anstehende Sandstein ist nur fleckenhaft mit einem dünnen Schutt-schleier aus scherbigem Verwitterungsschutt der abgesprengten Eisen-Mangan-Hartkruste bedeckt. **Aufn.: Hagedorn**



Photo 12: Zwei gut erkennbare Pediment-generationen im Gebiet von Tédégémi an der Kamelpiste von Omou nach Omchi. **Aufn.: Hagedorn**

Verlassene Siedlungen im Tibestigebirge

von Ottar Rønneseth*

1. Einleitung

Während meines Aufenthaltes an der Außenstelle des Geomorphologischen Laboratoriums der Freien Universität Berlin in Bardai im Winterhalbjahr 1967/68 stand die jüngere Klima- und Landschaftsentwicklung im Zentrum meiner Untersuchungen. Ich konzentrierte mich in meinen Untersuchungen in erster Linie auf die präislamischen Gräberfelder, wo sowohl die zunehmende Austrocknung als auch die sozialen Veränderungen seit etwa 500 v. Chr. deutlich zum Ausdruck kommen. In diesem Zusammenhang sind auch die verlassenen Siedlungen wichtig. Der vorliegende Aufsatz wird sich besonders mit diesem Phänomen beschäftigen. Auf die Gräber wird nur dort eingegangen werden, wo man mit ihrer Hilfe die mit der Besiedlung verbundenen Probleme näher erläutern kann.

Wenn man vom Nomadismus auf den Hochgebirgsflächen absieht, wohnen Menschen heute nur noch in den Oasen. In früheren Zeiten umfaßte hier die Besiedlung größere Flächen. Bis zu einem gewissen Zeitpunkt waren aber auch die umliegenden Gebirgs- und Talgegenden besiedelt. Diese wurden noch stärker vom Wüstwerden betroffen, sie wurden völlig entvölkert. Überall finden sich hier verlassene Siedlungen – auf den Flußterrassen, Pedimenten, an den Talhängen und sogar auf

den Plateaus isolierter Berge. Wann wurden die dortigen Siedlungen aufgegeben? In der vorliegenden Tibestiliteratur wurde das Problem bisher nicht behandelt.

Allein mit Hilfe der traditionellen archäologischen Methoden kann das Datierungsproblem nicht gelöst werden; denn jedenfalls für die Zeit mit oberirdisch sichtbaren Hüttenruinen handelt es sich bei den losen Funden immer um Oberflächenfunde, hauptsächlich um Mikrolithen aus Obsidian und Keramikscherben. Die erstere Fundgruppe kann kaum etwas über das Alter der Siedlungen aussagen, da die Mikrolithen noch viele Jahrtausende nach dem Epipaläolithikum im Gebrauch waren. Die Keramik dieser Zeit war bisher nicht aufgearbeitet (vgl. M. OKRUSCH, G. STRUNK-LICHTENBERG und B. GABRIEL, 1973, 261-267).

Auf mehreren Siedlungsplätzen wurden die Funde aufgesammelt und im Magazin des Geomorphologischen Laboratoriums für eine spätere Aufarbeitung aufbewahrt. Seit dem Umbau des Kellers ist aber das Material nicht aufzufinden. Die Besprechungen müssen deshalb auf den Aufzeichnungen, die ich in Tibesti machte, fußen, sowie auf einigen Funden, die privat aufbewahrt wurden, vor allem aber auf den für die ¹⁴C-Datierung mitgebrachten Proben¹.

* Für finanzielle Unterstützung danke ich der Rogaland distrikthøgskole Stavanger und Norges almenvitenskapelige forskningsråd.

¹ Die Proben wurden im ¹⁴C-Labor des Niedersächsischen Landesamts für Bodenforschung, Hannover, unter Leitung von Herrn Prof. Dr. M. A. GEYH bearbeitet. Für diese großzügige Unterstützung möchte ich ihm herzlich danken.

2. Gliederung der Siedlungsplätze aufgrund ihrer sichtbaren Überreste

2.1 Siedlungsplätze mit Steinansammlungen

Die ältesten sichtbaren Überreste von Unterküften konnten auf Sandschwemmebenen auf den Gebirgsrücken zwischen den Tälern festgestellt werden. Es handelt sich um Ansammlungen von faust- bis kopfgroßen Steinen (Photo 1). Die Steine haben ursprünglich anscheinend kleine Kreise mit Durchmessern von ca. 1,5 m gebildet, die durch das Wasser in Unordnung gebracht worden sind. Daß es sich um Siedlungsplätze handelt, bezeugt die Tatsache, daß nur an diesen Steinansammlungen Artefakte vorkommen. Es fanden sich nur Grobwerkzeuge aus Quarzit, und zwar eines Typs, den ich als Mousterien-Levallois bezeichnen möchte (vgl. M. DALLONI, 1934, 93 ff.). Mikrolithen und Keramik kamen nicht vor; und dies könnte bedeuten, daß diese Stellen vor der Einführung der Mikrolithentechnik verlassen wurden.

Bei den Steinansammlungen, die gruppenweise auf der Serir Tibesti so oft anzutreffen sind, handelt es sich um einen anderen Typ. Sie ähneln niedrigen Steinlesehäufen. Auch hier kommen Werkzeuge des erwähnten Typs vor, aber auch Pfeilspitzen der neolithischen Technik. B. GABRIEL (1977, 9 ff.), der sie näher untersuchte, hält sie für Feuerstellen von Nomaden. Seine ¹⁴C-Daten liegen zwischen ca. 5500 und 2000 v. Chr. Steinplätze genau desselben Typs kommen auch im Innern des Massivs vor, und zwar auf Sandschwemmebenen in Talerweiterungen, so daß jedenfalls diese kulturellen Hinterlassenschaften die Konstruktion eines Gegensatzes zwischen einer nomadisierenden Bevölkerung der Ebenen des Vorlandes und einer sesshaften Bevölkerung des Gebirges nicht erlauben (vgl. B. GABRIEL, 1973, 166, und 1977 a, 21). Abgesehen von diesen Steinplätzen gibt es keine sichtbaren Überreste von neolithischen Unterküften. Ihre Anzahl ist viel zu gering, als daß auf die Siedlungsdichte dieser Zeit geschlossen werden kann. Von Unterküften aus organischem Material sind keine Überreste zu erwarten. Das Fehlen von sichtbaren Kulturschichten braucht auch nicht zu bedeuten, daß sich die neolithischen Menschen nur für eine kurze Zeit an jeder Stelle aufgehalten haben. Die Kulturschichten können entweder weggerodiert oder von Sedimenten bzw. Schuttmassen überlagert worden sein. Es ist auch durchaus damit zu rechnen, daß viele der verlassenen Siedlungen mit Steinhütten schon lange vor der Steinhüttenzeit besiedelt waren; denn an vielen von ihnen finden

sich grobe Werkzeuge aus Quarzit und Mikrolithen. Vereinzelt kommen auch neolithische Keramikscherben vor. Auf diese Frage komme ich aber bald zurück.

2.2 Siedlungsplätze mit Hüttenruinen

Bei meinen Geländebegehungen fielen mir immer wieder die vielen verlassenen Siedlungen mit runden Steinhütten in der Höhenregion der Schluchten auf. Besonders zahlreich sind sie im Niveau zwischen ca. 1000 bis 1200 m über Meer (vgl. Abb. 1 und 2). Man sieht sofort, daß alle diese Siedlungen nicht gleich lange bewohnt gewesen sind, denn die am besten erhaltenen Hütten sind von einem anderen Typ als die weniger gut erhaltenen, und auch die Keramik ist anders. Versuchen wir zuerst ein Bild der zeitlichen Abfolge auf Grund der Hütten zu gewinnen.

Gruppe 1

Von den Hütten einiger Siedlungsplätze sind nur die Fundamentsteine erhalten. Der Durchmesser der Kreise beträgt bis zu 2 m, und die Steine sind zum Teil so schwer, daß sie kaum von einem Mann allein getragen werden können. Es versteht sich von selbst, daß die Hütten selbst aus organischem Material bestanden haben, aber vielleicht hat man es hier mit der Vorstufe der Steinhüttenperiode zu tun.

Gruppe 2

Die Wände der Hütten dieser Gruppe sind senkrecht und bestehen aus etwa kopfgroßen Steinen ohne Mörtel. Ihre Höhe beträgt etwa 1,5 m und der Durchmesser der Hütten 1,5 bis 3 m. Der Eingang ist nur etwa 1 m hoch. Die Feuerstelle befindet sich an der Wand und ist meistens nicht ohne Beseitigung des Sandes bzw. Tones erkennbar. Die verlassenen Siedlungen dieser Hüttengruppe sind am zahlreichsten. Sie kommen überall in den Tälern vor, sowohl auf der Talsohle als auch an Hängen. Die Wände sind mehr oder weniger zusammengefallen (Photo 2).

Gruppe 3

Die Höhe der Wände dieser Hütten beträgt etwa 1,7 m. Sie sind völlig erhalten (Photo 3). Das Dach scheint flach gewesen zu sein, denn die Wände neigen sich nach innen. Darum kann man von einer

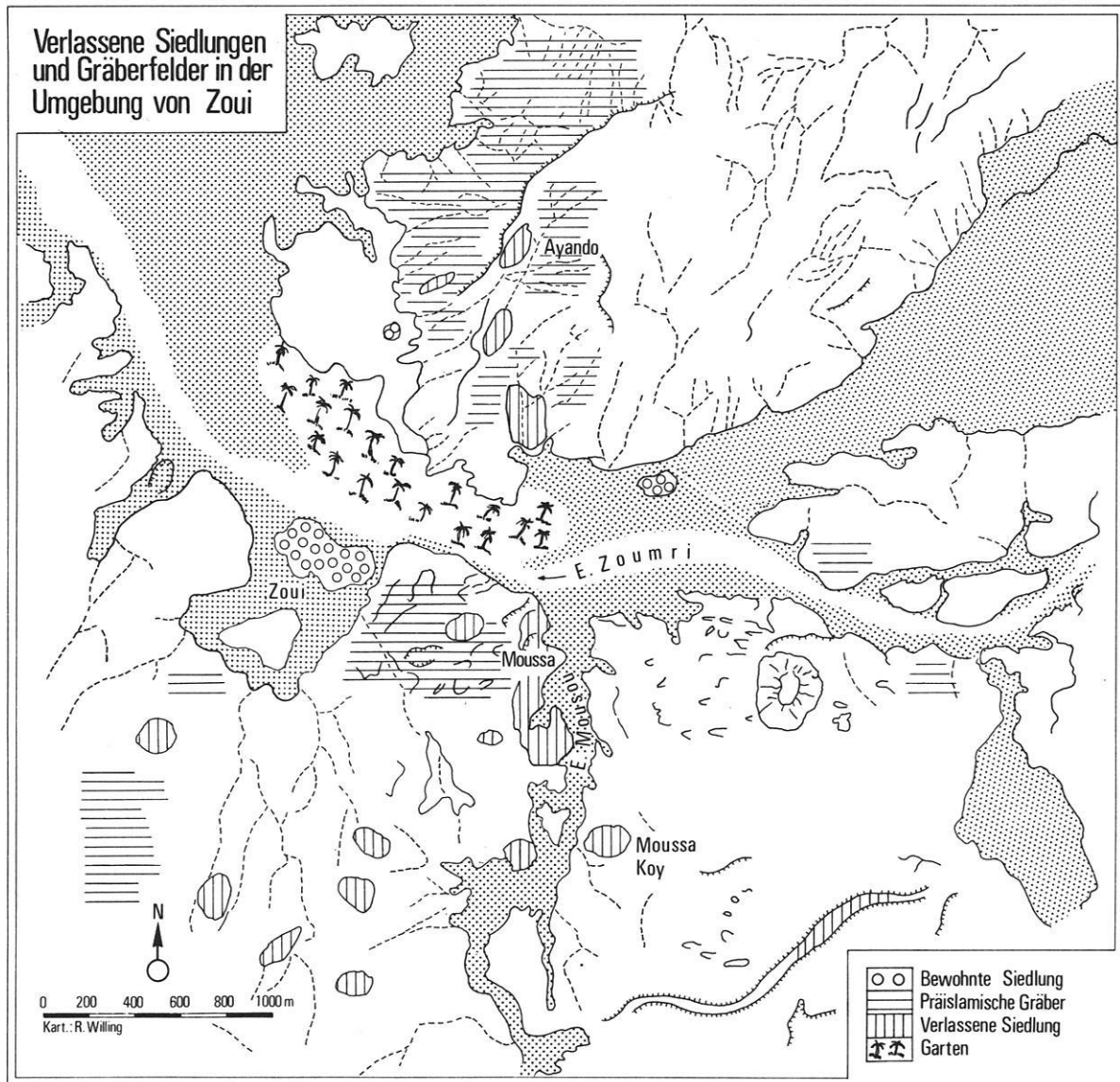


Abb. 1: Unterlage: Luftbild Nr. 6255. Maßstab ca. 1:20 000. Aufn. Aero Exploration, Frankfurt/M. 1965

konischen Hüttenform sprechen. Der Eingang ist etwa 1,5 m hoch, und der Durchmesser am Boden beträgt 1,5 bis 2 m. Auch hier befindet sich die Feuerstelle an der Wand, liegt aber hier frei und ist intakt. Sie ragt ca. 15 cm über dem Boden empor und der ca. 30 x 30 cm große Raum innerhalb der hochgestellten Steine ist voller Asche. Man merke sich den durch kleine Steine abgegrenzten Aufenthaltsplatz vor dem Eingang; denn er ist hier kreisförmig, während er bei den rezenten Steinhütten der Oasen viereckig ist und dort auch als Gebetsplatz benutzt wird.

Die Siedlungen mit Hütten dieses Typs sind deutlich später verlassen worden als die Siedlungen mit Hütten der Gruppe 1 und 2. Es handelt sich um den Hütentyp der jüngsten Besiedlung der Plateaus isolierter Berge.

Gruppe 4

Konischförmige Hüttenruinen haben vereinzelt auch verlassene Oasendörfer (Photo 4), aber normalerweise ist hier beim Mauern der Wände Mörtel benutzt worden. Die aufgegebenen Steinhütten sind dazu meistens von dem Typ der heute noch bewohnt.

Diese haben einen Durchmesser von etwa 4 m, und die Höhe der senkrechten Wände beträgt etwa 1,5 m. Auch hier ist beim Mauern Mörtel benutzt worden. Wo noch Überreste des Daches erhalten sind, sieht man, daß es – wie bei den bewohnten Hütten – kuppelförmig gewesen ist und aus Ästen von Dumpalmen und Schilf (Gashi) bestanden hat (Photo 5). Die Feuerstelle liegt in der Mitte, und an der Außenseite ist die Wand – wie erwähnt – mit

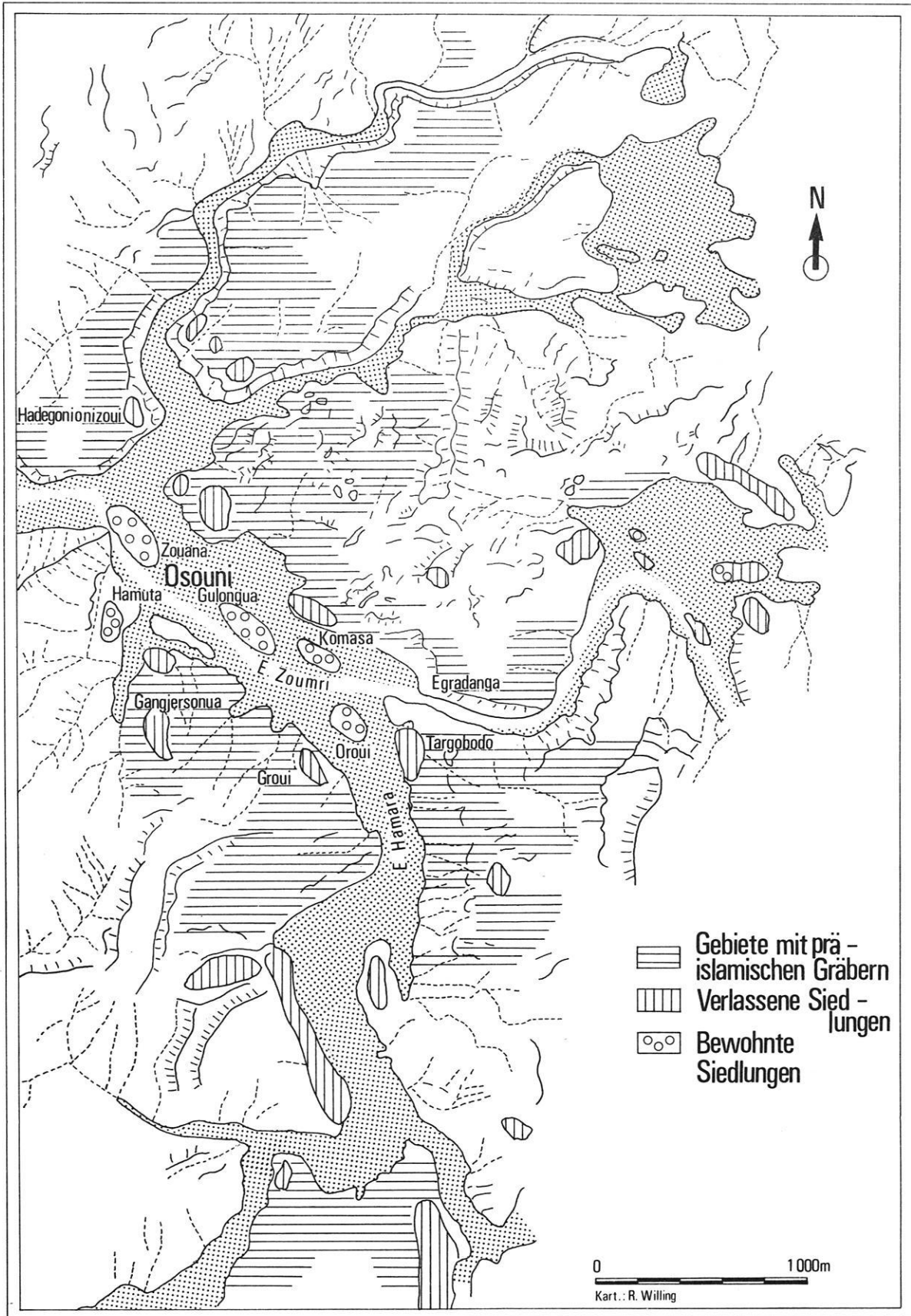


Abb. 2: Verlassene Siedlungen und Gräberfelder in der Umgebung von Osouni. Unterlage: Luftphoto 5248 und 5237. Maßstab ca 1: 20 000.

einem durch Steine abgegrenzten Gebetsplatz verbunden.

Die obersten Teile der Oasen, d. h. die Hänge, sind am meisten vom Wüsterwerden betroffen. Hier ist heute die ganze Besiedlung aufgegeben. Die dortigen Ruinen machen auch den ältesten Eindruck, und viele von ihnen sind durch Erosion zerstört worden. Die meisten noch bewohnten Steinhütten befinden sich auf der sogenannten Mittelterrasse. Aber dazwischen finden sich immer wieder Ruinen, und besonders am Rande der Oasen sind auf der Mittelterrasse ganze Dörfer verlassen.

Die Aufgabe dieser Dörfer scheint im Laufe der zwei, drei letzten Generationen stattgefunden zu haben. Normalerweise können die älteren Tubus erzählen, wann sie verlassen wurden. Solche Mittelterrassendörfer sind z. B. Moussa und Moussakoy am Südostrande der Oase Zoui. Nach dem Gewährsmann² wurde Moussakoy, das von den Clänen Foktia und Dederia bewohnt war, 1913 nach einem Angriff der Franzosen verlassen und das von dem Clan Kosseda bewohnte Moussa um 1890 durch einen Plünderungszug, der von Fezzan ausging (vgl. Abb. 1 und 3, Nr. 2 und 3).

Man hat es also in den Oasen mit einer Verwüstung zu tun, die noch im Gange ist. Sie begann am Berghang und setzte sich auf der darunterliegenden Mittelterrasse fort. Es hat eine Verschiebung der Besiedlung von oben nach unten in Richtung auf das Flußbett stattgefunden; denn in mehreren Dörfern ist nun auch die Niederterrasse besiedelt. Die

Hütten sind hier überwiegend viereckig, aus Ästen gebaut und mit Schilf bekleidet. Heute werden nur noch Hütten dieses Typs gebaut. Jedenfalls wurden während meines Aufenthaltes mehrere solche Hütten gebaut, aber keine einzige Steinhütte (Photo 6). Die andauernde Kontraktion der Oasenbesiedlung ist ein Problem für sich, worauf hier nicht weiter eingegangen werden soll. Im vorliegenden Zusammenhang interessieren in erster Linie die verlassenen Oasensiedlungen deshalb, weil ihre Keramik den Ausgangspunkt bei der zeitlichen Ordnung der Keramik der verlassenen Siedlungen außerhalb der Oasen bildete.

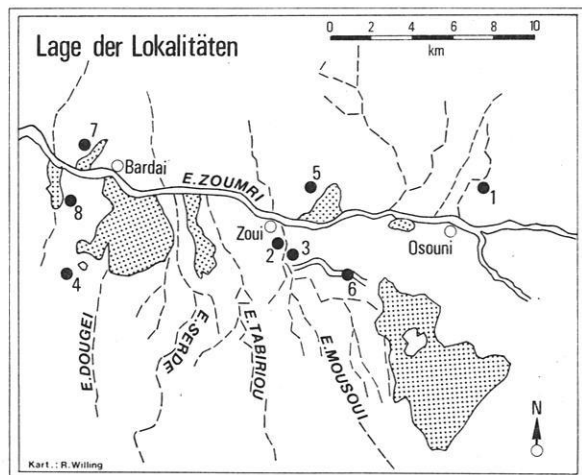


Abb. 3: Unterlage: Unkontrollierte Karte ca. 1:100 000 auf Grund eines Luftbildmosaiks (Geom. Lab. Berlin).

² Sidi Sougoumi, Zoui. 2. 10. 1967

3. Die Keramik der Siedlungsplätze

Auf den verlassenen Siedlungsplätzen finden sich Scherben verschiedener Keramiktypen. Obwohl es sich um Oberflächenfunde handelt, war jedenfalls eine grobe zeitliche Einteilung möglich. Dabei wurde von der Keramik ausgegangen, die bis in unsere Zeit im Gebrauch war und heute noch vereinzelt hergestellt wird.

3.1 Die junge Keramik

Wegen des Imports von billigen tschechischen emaillierten Metallgefäßen hat die Keramikherstellung im Tibestigebirge fast aufgehört. In Karra in der Oase Aouzou hatte ich Gelegenheit, der Her-

stellung beizuwohnen. Die Arbeit wurde von Hand ausgeführt, und zwar von einer alten Kamadja-Frau. Den Ton grub sie vor dem Dorfe aus, mischte ihn mit Sand und bearbeitete ihn auf einem trogförmigen Mahlstein. Sie baute das Gefäß aus Wülsten auf und glättete die Seiten, indem sie es zwischen ihren Handflächen drehte. Mit einem kleinen spitzen Holzspan versah sie die feineren Gefäße mit einem zickzackförmigen Dekor und setzte sie zum Trocknen in die Sonne. Das Brennen geschah in einer Grube, wobei Eselkot und Stroh als Heizung benutzt wurden. Nach dem Brennen waren einige Partien der Gefäßseiten grauschwarz, andere gelbgrau (Photos 7 und 8).

Scherben dieser Keramik wurden immer wieder an den Hüttenruinen der Gruppe 3 und 4 gefunden. Es handelt sich um eine sehr einfache Ware. Die Gefäßseiten sind immer unpoliert und rau. Die Wände sind meistens sehr dünn, 4 bis 5 mm, und der durchgehende Dekor ist die Zickzacklinie in verschiedener Ausformung (Abb. 5, 6, 7, 8). Am Mündungsrand haben einige Gefäße Grübchen, andere schrägsitzende Striche.

Ein Gefäß dieses Typs wurde in einem Sklavengrab gefunden. Da der Deckstein fehlte, kann es sich um ein nachträglich hingestelltes Opfergefäß handeln.

3.2 Die rote Keramik

Bei dieser Keramik handelt es sich um eine Qualitätsware. Sowohl die Außen- als auch die Innenseiten sind so sorgfältig poliert, daß sie glänzen. Da besonders die Außenseite einen okerhaltigen Ton-schlicküberzug hat, ist diese rötlicher. Darum nenne ich sie die rote Keramik. Die Scherben können in zwei typologisch verschiedene Gruppen eingeteilt werden: eine dunklere und eine hellere Gruppe. Die Scherben der ersteren Gruppe haben einen dichtführenden Wellenliniendekor (Abb. 11, Nr. 9). Die Wandstärke beträgt 5 bis 6 mm. Die Scherben der anderen Gruppe sind fast zweifach so dick und mit dichtsitzenden Grübchen dekoriert (Abb. 22, Nr. 1 u. 2). Beide Typen kommen an Ruinen der Gruppe 2 vor, aber da der erstere Typ außerdem auch an Ruinen der Gruppe 1 vorkommt, halte ich diese Keramik für älter. Merken wir uns, daß sich eine Scherbe dieser Keramik in der Steindecke eines Zylindergrabes fand. Da Scherben desselben Typs auch an den daneben gelegenen Hüttenruinen lagen, ist sie vermutlich auf das Grab gekommen, als man seine Oberfläche durch Auf-

werfen von kleinen Steinen ebnete. Diese Variante der Zylindergräber war schon um 100 v. Chr. im Gebrauch, kann sich aber noch mehrere Jahrhunderte gehalten haben.

3.3 Keramik mit Druckmusterdekor

Scherben dieser Gruppe habe ich nie in Verbindung mit Steinhütten gefunden, und ich halte sie deshalb für älter als die Steinhüttenperiode. Sie können in zwei Untergruppen eingeteilt werden: Dünnwandige und dickwandige Scherben. In dem Profil eines Siedlungsplatzes kamen sie in verschiedenen Schichten vor. Ich werde deshalb auf die zeitliche Einordnung dieser Keramik eingehen, wenn ich auf die Beschreibung der Stratigraphie dieses Siedlungsplatzes Helgeda komme.

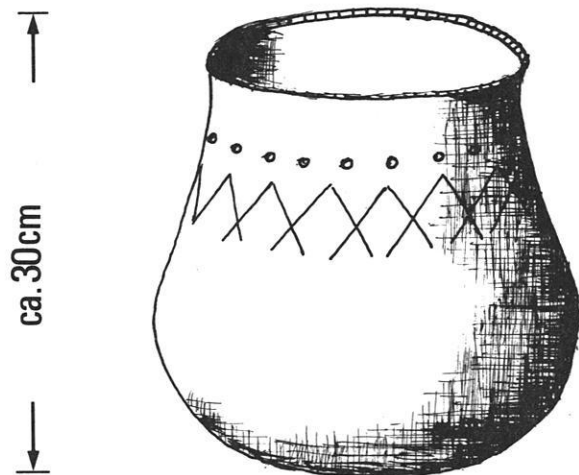


Abb. 4: Moderner Tontopf (Osouni).

4. Beispiele verlassener Siedlungen

4.1 Helgeda

Bei Helgeda handelt es sich um eine Inselberggruppe südwestlich des Bardaibeckens (21° 30' N, 17° E, ca. 1090 m ü. NN., Abb. 3, Nr. 4). Das Gelände fällt leicht gegen Osten ab und geht unterhalb der Berggruppe in eine Pedimentfläche über, die sich bis zur ca. 40 m tiefergelegenen Oberterrasse an das Enneri Dougei erstreckt. In dieser Berggruppe liegt der Siedlungsplatz. Es handelt sich um die einzige Stelle außerhalb des Seeterrass-

sengebietes mit stratigraphisch gesicherter Kulturschicht. Darum ist dieser Siedlungsplatz in klimamorphologischer Hinsicht aufschlußreich, besonders wenn man seine Befunde in Zusammenhang mit denen der nächsten Umgebung sieht. Besprechen wir zuerst diese.

Der Boden zwischen den ca. 30 m hohen Inselbergen besteht weitgehend aus freigespülten Felsflächen, besonders dort, wo das Oberflächenwasser seinen Hauptlauf durch die Berggruppe gefunden hat (Photo 9). Diese Felsflächen waren einst mit ab-

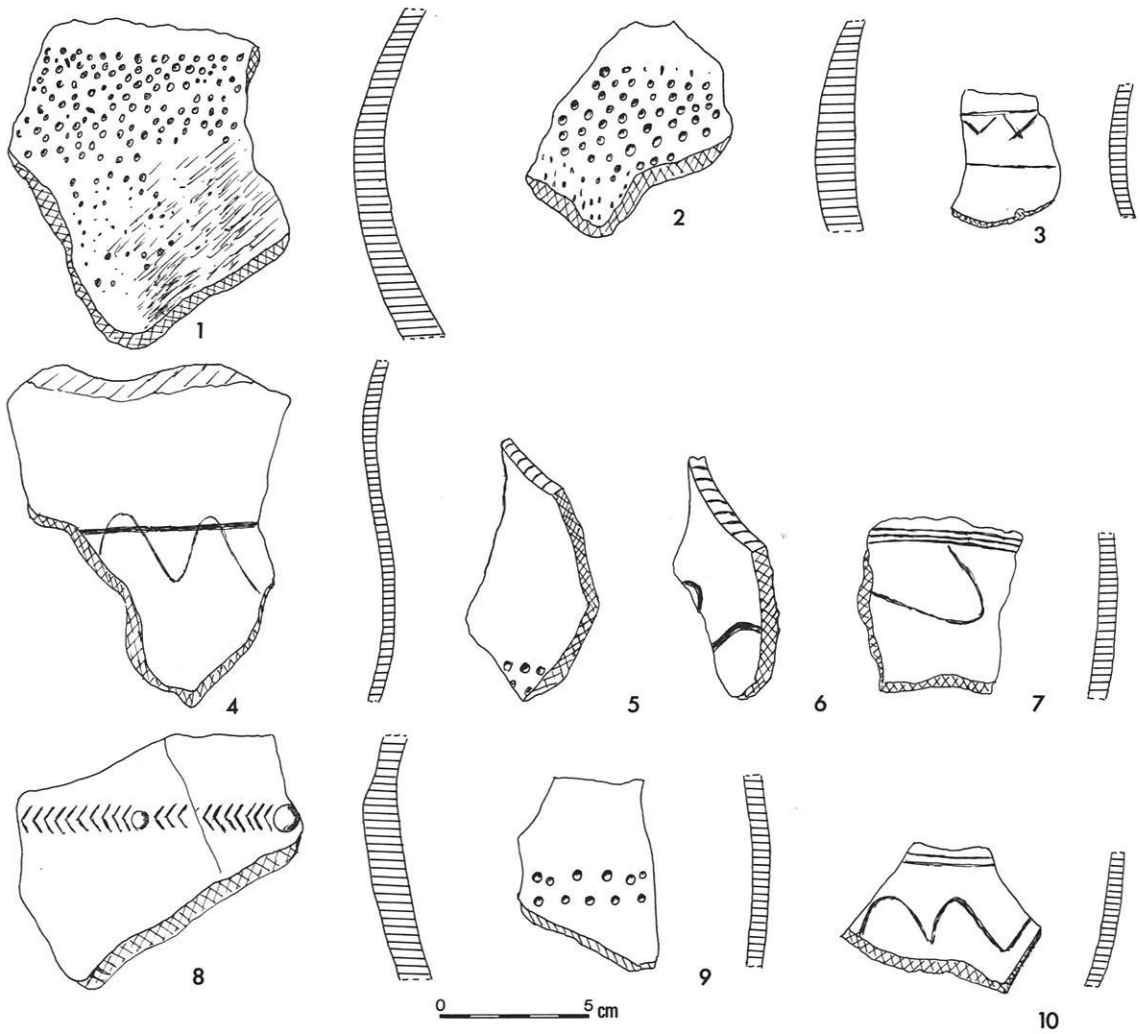


Abb. 5: Keramik der Wüstung Moussa (Zoui). 8 = rötlich, die anderen grauschwarz mit helleren Flächen.

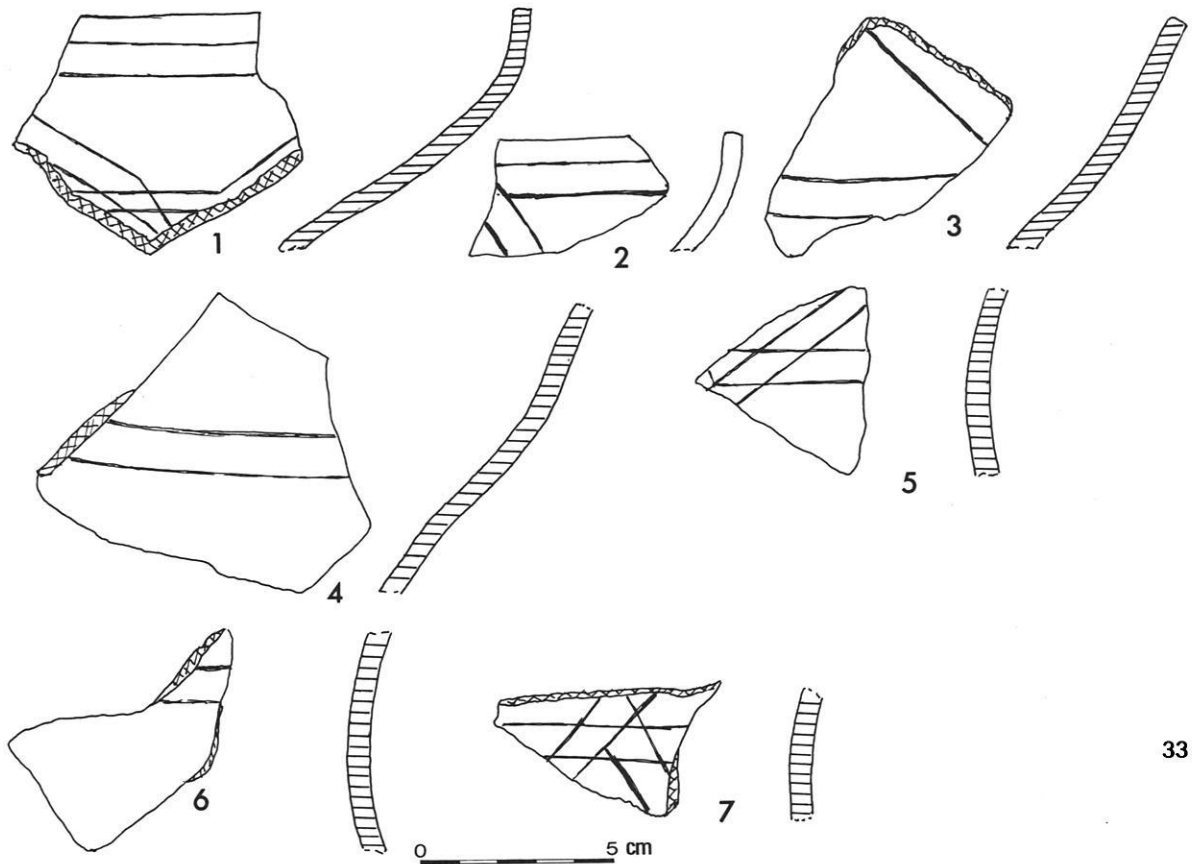


Abb. 6: Scherben eines Topfes am Haus 29 der Wüstung südwestlich Moya. 1 und 2 = Hals-Schulterstücke mit Mündungsrand, 3 und 4 = Hals-Schulterstücke, 5, 6, 7 = Bauchstücke.

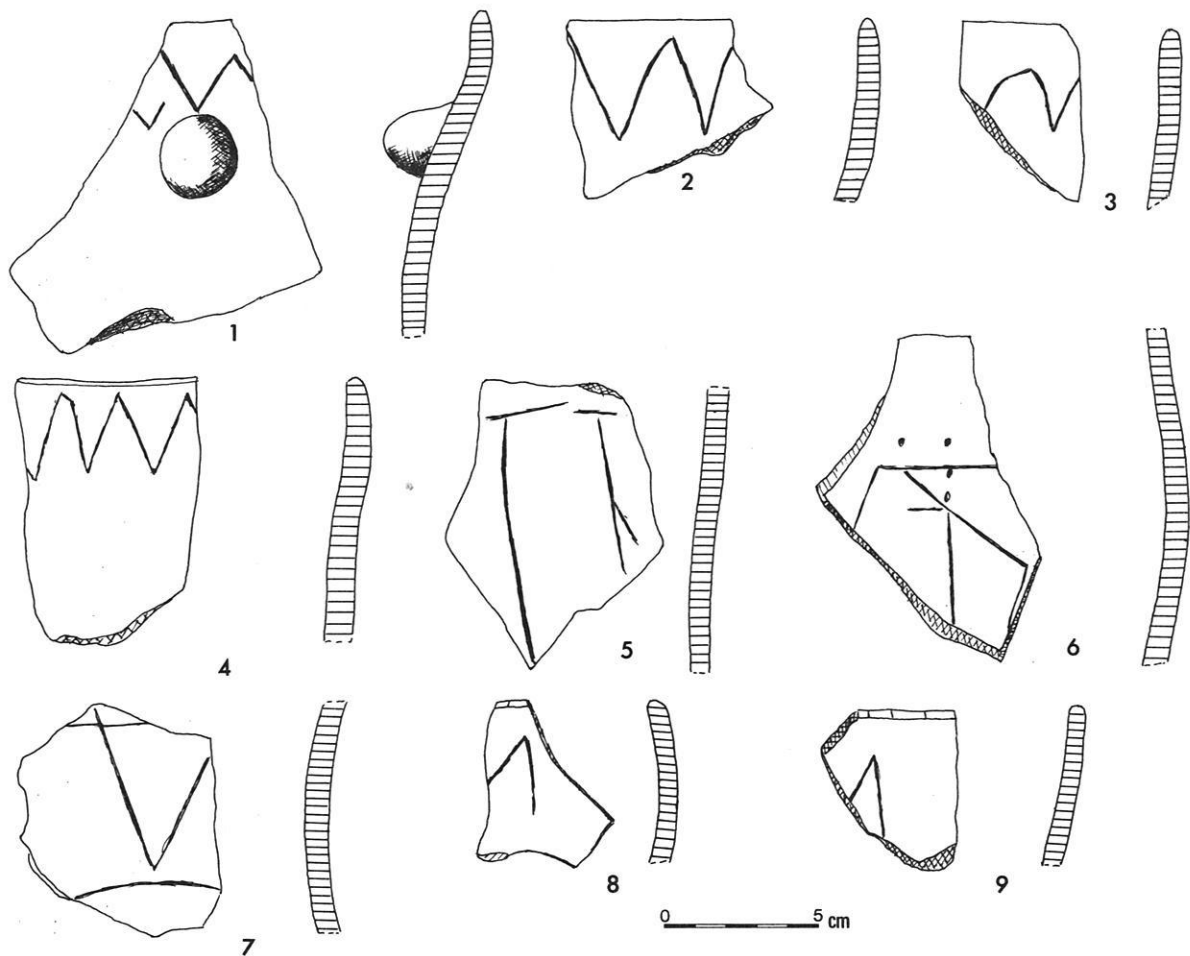


Abb. 7: Keramikfunde von der Wüstung auf dem Basaltbergkamm südöstlich Zoui 1-5 vom Haus 22, 6-9 vom Haus 16.

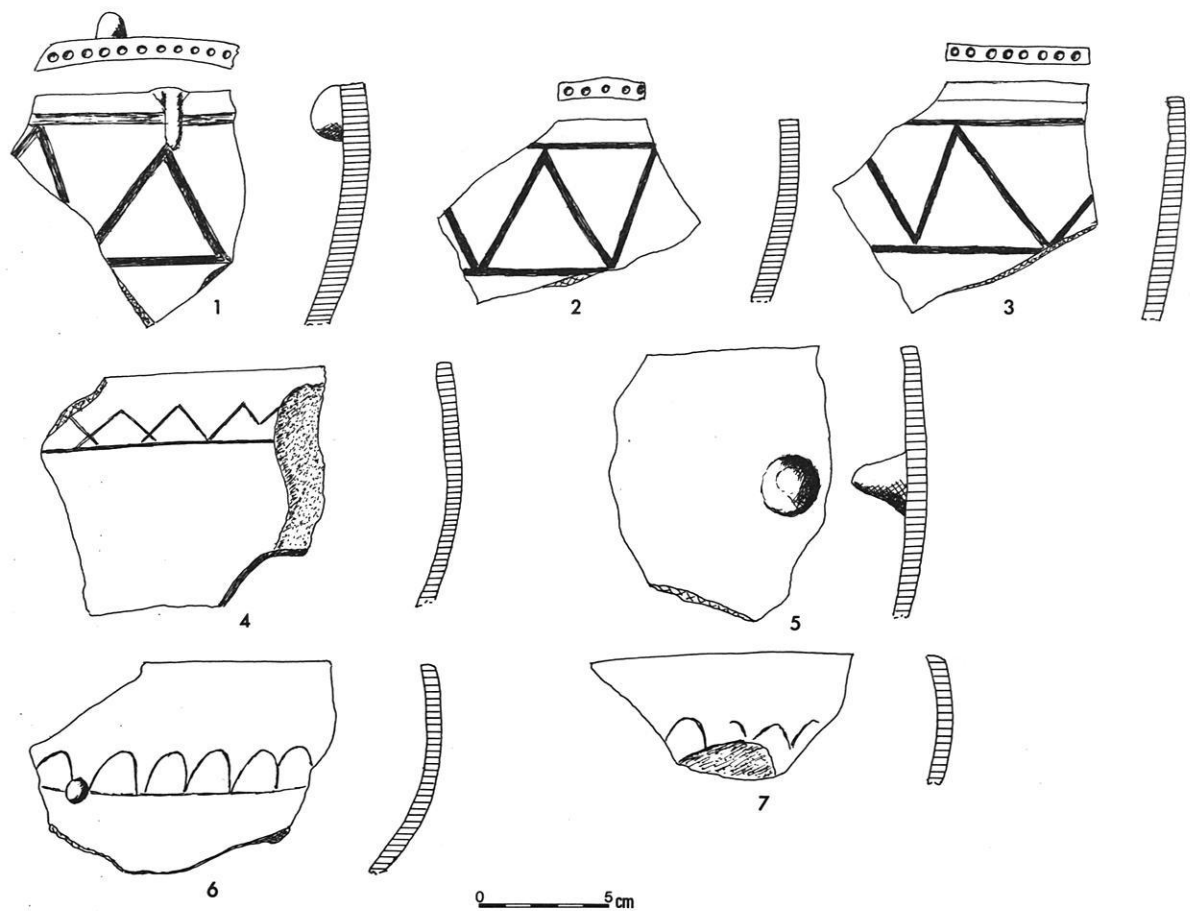


Abb. 8: Keramiktypen einer Wüstung südwestlich Moya.

gegrusten Lockermassen bedeckt. An den steilen Bergwänden kann die Mächtigkeit dieser Massen geschätzt werden; denn in den übereinandergelagerten Abris blieben Überreste dieses Materials während der Freispülung liegen. So befindet sich an einer Stelle ca. 6 m über dem Wandfuß ein ca. 1 m hoher und mehrere Meter in den Berg einführender Abri. Heute dringt überhaupt kein Wasser in den Abri ein. Der Boden hat eine dünne und lockere Staubschicht, aber der Abri war einst mit vergruster Masse gefüllt. Ein Überrest dieses Materials hat die Form einer Säule, die den Boden mit dem Dach verbindet (Abb. 9, Nr. 1, Photo 10). In der Grusverbackung sind kleinere und größere Sandsteine eingelagert, und die ganze Grusmasse ist von ca. 5 mm großen Kugeln organischen Materials durchsetzt. Die Hülse ist rot und mit einer dünnen braunschwarzen Schale überzogen. Es kann sich um Kleinfrüchte handeln, die bei der beginnenden Spüldenudation mit der Grusmasse vermischt und mit ihr in den Abri mit hineingespült wurden.

An einer anderen Bergwand hat der Abri, der sich hier nur ca. 1 m über dem Boden befindet, eine ca. 30 cm mächtige Sedimentverbackung aus weißem Feinmaterial. Darin fanden sich Schneckenschalen und darunter zwei Obsidianabschläge (Abb. 9, Nr. 2, Photo 11). Wie sind diese Befunde zu erklären?

Der Einfachheit halber soll für die Räume zwischen den Inselbergen die Benennung Gassen, denen sie auch ähneln, benutzt werden. Bei der Hauptgasse handelt es sich um den schon erwähnten Hauptlauf des Wassers durch die Berggruppe. In diese Passage münden mehrere Nebengassen und sogar Sackgassen ein. Unter anderen wechselfeucht tropischen Klimabedingungen fand eine starke Verwitterung der Sandsteinberge statt. Sie wurden abgegrust, und dieses Grobmaterial häufte sich an den Bergfüßen auf. Darauf folgte eine aridere Klimaperiode, wo der Niederschlag als Sturzregen kam; es begann die Denudation. Bei der ruckartig abkommenden Wassermenge und der erhöhten Fließgeschwindigkeit wurden durch Wirbelbewegungen Lockermassen und sogar kopfgroße Steine in die Abris hineingespült. Bei neuem Hochwasserstand wurde das in den Abris abgelagerte Material bis auf die Überreste wieder ausgespült.

Diese Denudationsperiode war vor der Zeit der groben Quarzitwerkzeuge abgeschlossen, denn auf dem felsigen Boden der Hauptgasse fanden sich auf einer Strecke von etwa 100 m Mengen von Artefakten dieses Typs. Wenn sie angeschwemmt gewesen wären, würden sie nicht so konzentriert vorkommen. Man merke sich, daß an dieser Fund-

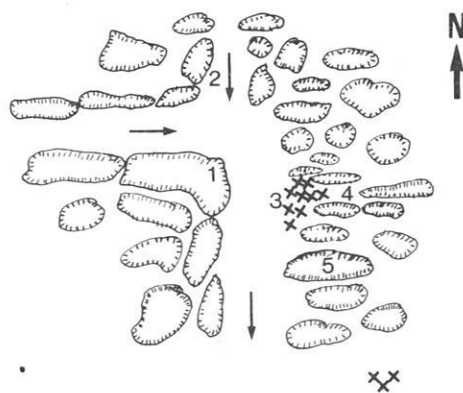


Abb. 9: Skizze über einen Teil der Inselberggruppe.

stelle keine Mikrolithen bzw. Obsidianabschläge zu sehen waren (Abb. 9, Nr. 3).

Es folgte dann eine Zeit, wo die Niederschläge nicht als Sturzregen kamen, sondern sich über längere Jahreszeiten verteilten. Nun fand an den Mündungen der Nebengassen ein vollständiger Aufstau statt, und es entstanden in diesen Gassen kleine Seen. Nur so ist das oben erwähnte Feinmaterial mit Schneckenschalen zu erklären, denn es konnte nicht in den Abris der Hauptgasse festgestellt werden.

Wegen der Obsidianabschläge unter diesem Feinmaterial erfolgte der Rückstau zur Zeit der Mikrolithen, d. h. frühestens am Beginn des Epipaläolithikums, dessen Anfang in Nord-Afrika aufgrund von ^{14}C -Altersbestimmungen um 17 000 J. v. h. angesetzt wird. Auf alle Fälle muß das Feinmaterial, das demjenigen gewisser Schichten in der Mittelterrasse zu vergleichen ist, jünger sein, denn es verging sicherlich lange Zeit, ehe sich in diesem Wasser limnisches Schneckenleben entwickeln konnte. Wie ist aber nun der Siedlungsplatz in diesen naturgeschichtlichen Zusammenhang einzuordnen?

Unweit unterhalb der oben besprochenen Abris mündet an der Ostseite der Hauptgasse eine Sackgasse in diese ein (Abb. 9, Nr. 4). Sie ist ca. 100 m lang und hat in der westlichen Hälfte einen felsigen Boden. In der östlichen Hälfte dagegen befindet sich eine höher gelegene ca. 10 m breite und ganz ebene Grusfläche zwischen drei niedrigen Sandsteinbergen. Hier liegt die verlassene Siedlung. Sie hat vier Hüttenruinen mit folgenden Durchmesser: 2 m (1), 2 m (2), 2 m (3), 1,1 m (4) (Abb. 10). Außerdem gibt es zwei aus Steinen gebaute Käfige (5 und 6), beide ca. 90 cm breit und hoch. Solche Käfige werden noch heute in den Oasen benutzt, um die Hühner und Zicklein während der Nacht zu schützen. Die Ruine 1 und deren nächste Umgebung wurden näher untersucht.

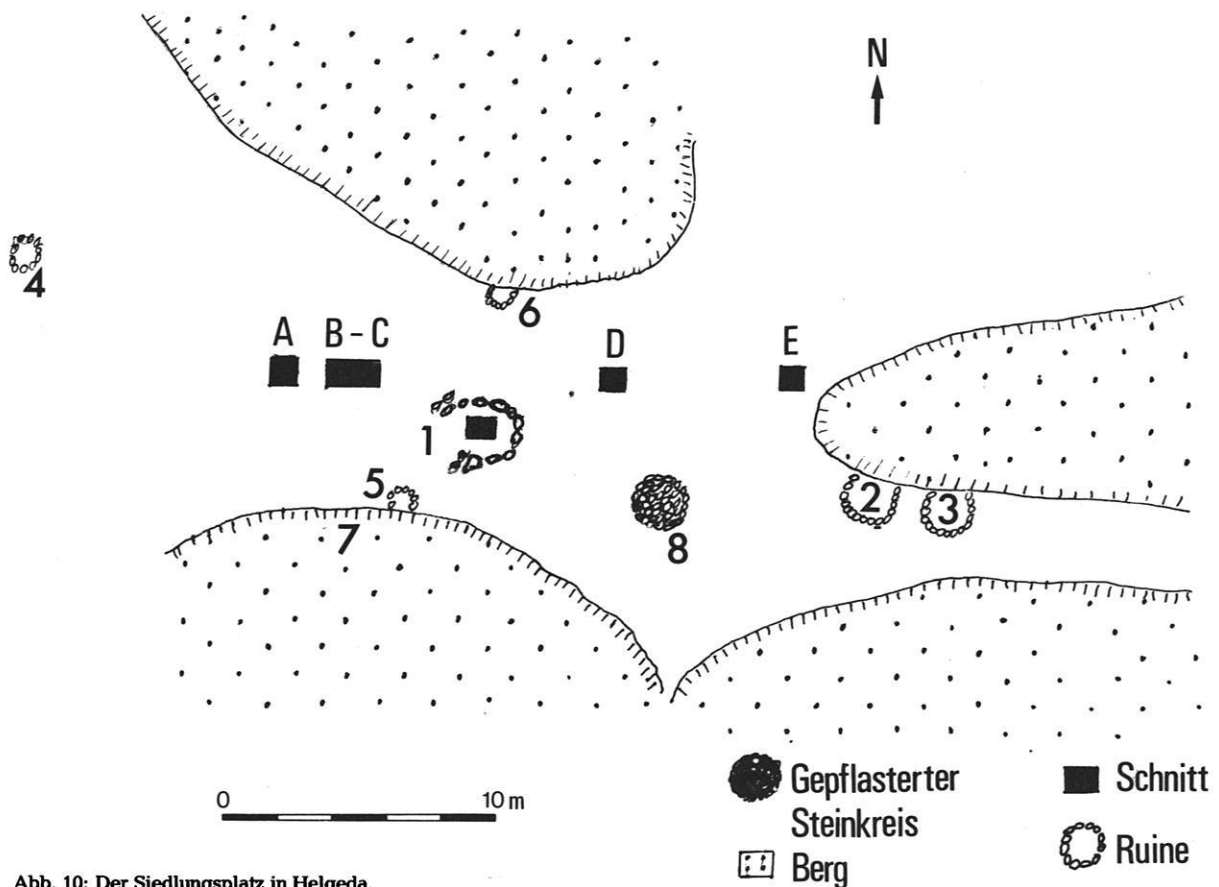


Abb. 10: Der Siedlungsplatz in Helgeda.

Von der Hütte sind nur die Fundamentsteine erhalten. Die Wände müssen darum aus organischem Material bestanden haben. Wie die ganze Fläche ist auch der Hüttenboden von einer ca. 2 cm dicken weißen Schicht aus schluffigem Feinmaterial bedeckt. Auf der Oberfläche sowie eingebettet in diesem Feinmaterial lagen mehrere Obsidianabschläge. Da sich die Zeit der Abreise näherte, wurden nur Probegrabungen durchgeführt. In der Mitte der Hütte wurde auf einer 1 x 1 m großen Fläche gegraben und die Funde schichtweise gesammelt, wobei sich folgende Schichtenfolge ergab:

Helle, leicht befestigte Schicht schluffigen Feinmaterials, 2 cm,

lockere grauschwarze Grusschicht, vermengt mit Asche und Holzkohlenpartikeln, 2 bis 40 cm, Fels Funde:

0 bis -10 cm: 2 kleine ca. 5 mm dicke Scherben brauner Tonmasse, die eine dekoriert mit leicht gestochenen und dichtsitzenden Stichen

1 Mikrolith aus durchsichtigem Quarz

76 Mikrolithen und Abschläge aus Obsidian

-10 bis -20 cm: 19 Mikrolithen und Abschläge aus Obsidian

-20 bis -30 cm: 25 Obsidianabschläge

-30 bis -40 cm: 9 Abschläge und eine 3,8 cm lange Rückenspitze aus Obsidian.

Die Fundamentsteine sind nicht direkt auf die Grusschicht gelegt worden. Auch darunter befindet sich die helle Schluffschicht; sie ist aber hier etwas dünner. Direkt darauf fanden sich einige kleine Obsidianabschläge und Holzkohlenpartikel. Die ¹⁴C-Altersbestimmung der letzteren ergab 855 ± 110 n. Chr. Geb. (Hv 3773).

Auf der Oberfläche des Platzes lagen Mengen von Mikrolithen aus Obsidian verstreut, aber nur ein Grobwerkzeug, und zwar ein 4 x 5,8 cm großer Stichschaber aus braunem Kieselgestein mit retuschierter Oberkante und facettierter Dorsal- und Ventralseite (Abb. 11, Nr. 1). Er gehört deutlich einer jüngeren Periode als die erwähnten Quarzwerkzeuge vor der Mündung dieser Gasse an³. Diese hatten weder Retuschierung noch Facettierung. Außerdem kamen einige Scherben dünnwandiger Gefäße vor. Ein Teil davon gehört dem Typ der oben benannten roten Keramik mit Wellenbanddekor an, ein anderer Teil hat die gleiche Tonmasse und Dekoration wie die eine Scherbe der Hausruine (Abb. 11, Nr. 9 und 10).

³ Bei Nr. 2 (Quarzit) kann es sich um einen Abschlag handeln.

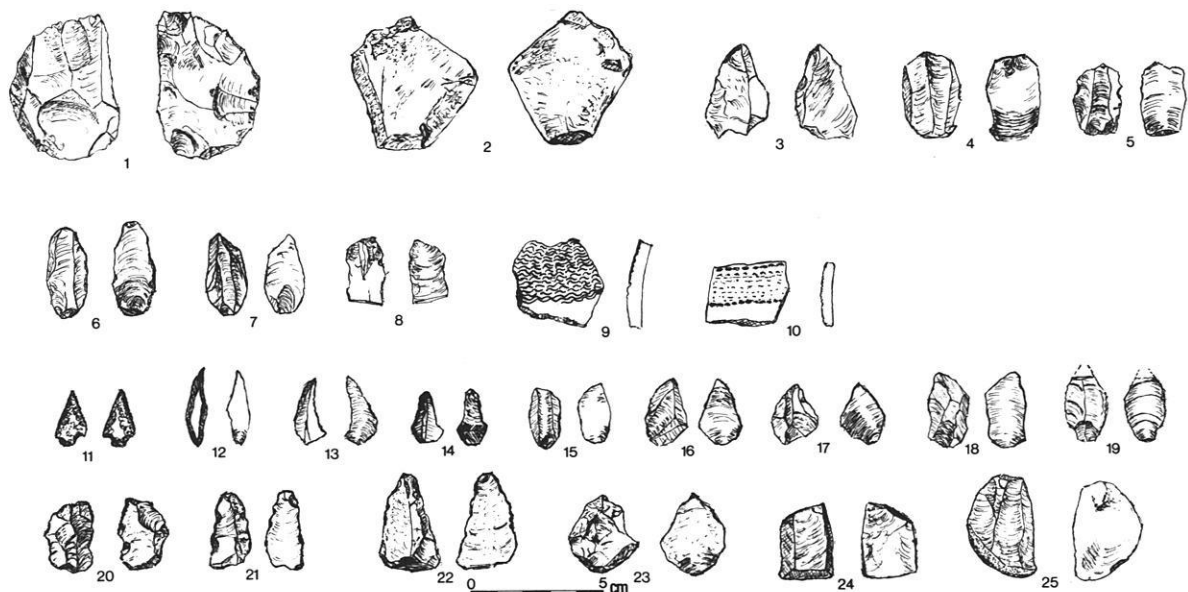


Abb. 11: Oberflächenfunde des Siedlungsplatzes in Helgeda. 11–25 Oberfläche des Quadrats E. 1 = braunes kieselhaltiges Gestein, 2 = Quarzit, weißer Quarz, die übrigen Mikrolithen aus Obsidian, 9 = rote Tonmasse, 10 = hellbraune Tonmasse.

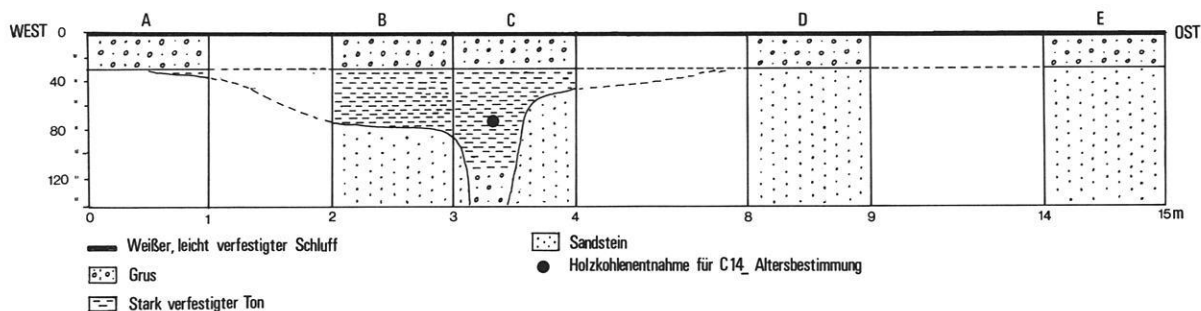


Abb. 12: Profilschnitt durch einen Teil des Siedlungsplatzes in Helgeda.

Längs der Mitte des Platzes wurden nacheinander 1 m breite Schnitte angelegt, um das Querprofil zu studieren und möglichst das Alter der primären Siedlung festzustellen (Abb. 12). Dabei wurde der Boden in 10 cm mächtigen Schichten abgedeckt und die Funde jeder Schicht der Quadrate für sich gesammelt. Es ergab sich folgende Schichtfolge:

1. Eine helle leicht befestigte weiße Schluffschicht, 2 cm.
2. Eine lockere 28 cm dicke Grusschicht, in einer Länge von 3,5 m im westlichen Teil rötlich, weiter gegen Osten grau bis schwarzgrau.
3. Eine bis 80 cm mächtige Schicht aus gestampftem Ton, der so hart war, daß die Grabung erschwert wurde. Sie reichte bis zum felsigen Untergrund. In einer ca. 30 cm breiten Spalte im Felsen ging diese Schicht bei ca. –1,1 m in Kies über. Daß es sich bei dem Ton nicht um angeschwemmtes Material handelt, zeigt die Tatsache, daß keine

Bänder zu sehen waren. Außerdem war der Ton mit roten Flecken gesprenkelt, die vom Kot oder anderem organischen Material herrühren können. In allen Tiefen dieser Schicht kamen vereinzelt kleine Holzkohlen vor.

In allen Schichten und Tiefen kamen Mengen von Mikrolithen vor – fertige, halbfertige, mißlungene Geräte aller Typen sowie Abschläge und Nuklei. Die Bewohner haben anscheinend kein Interesse an den altpaläolithischen Grobwerkzeugen an der Mündung dieser Gasse gehabt; denn es fand sich kein einziges Quarzitgerät dieses Typs.

Im Quadrat B lag in der Schuttschicht ein halber Armring aus geschliffenem Sandstein (Photo 12). Sowohl in der Schuttschicht als auch der Tonschicht wurden Scherben gefunden, insgesamt 15, vier dickwandige (10 bis 11 mm) und 11 dünnwandige (3 bis 5 mm). Betrachten wir die erstere Gruppe zuerst.

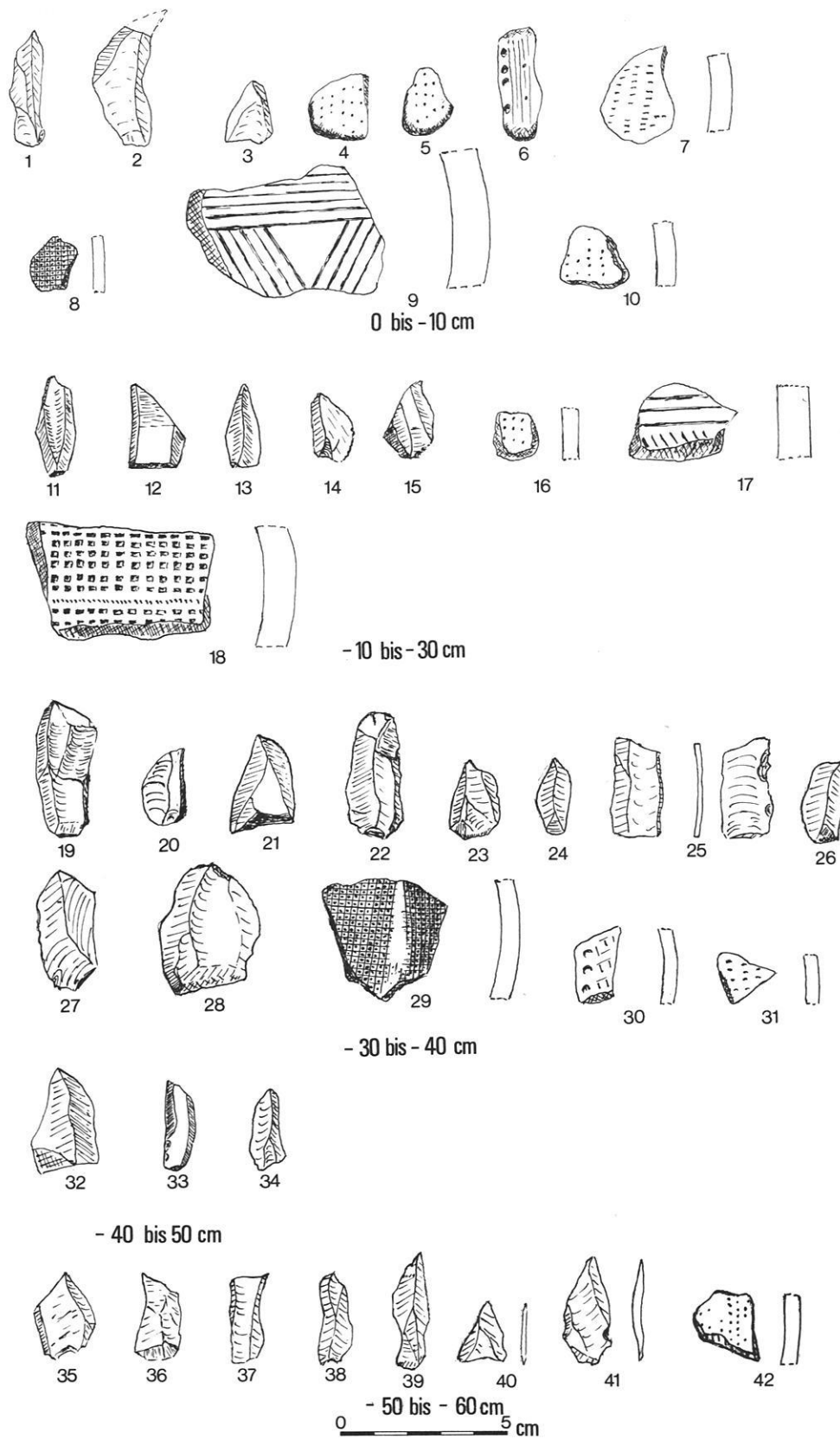
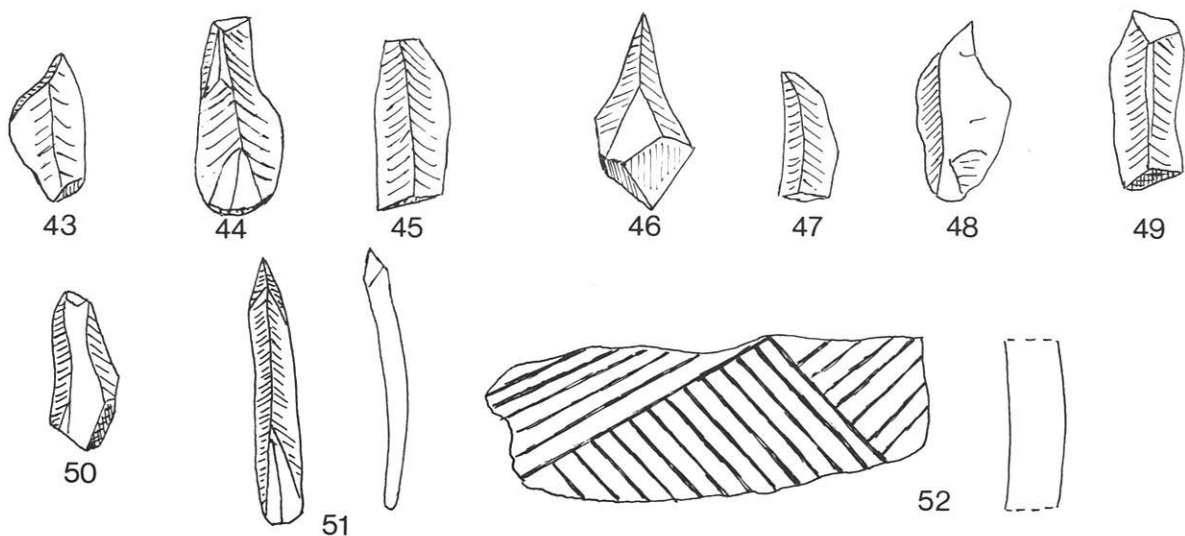
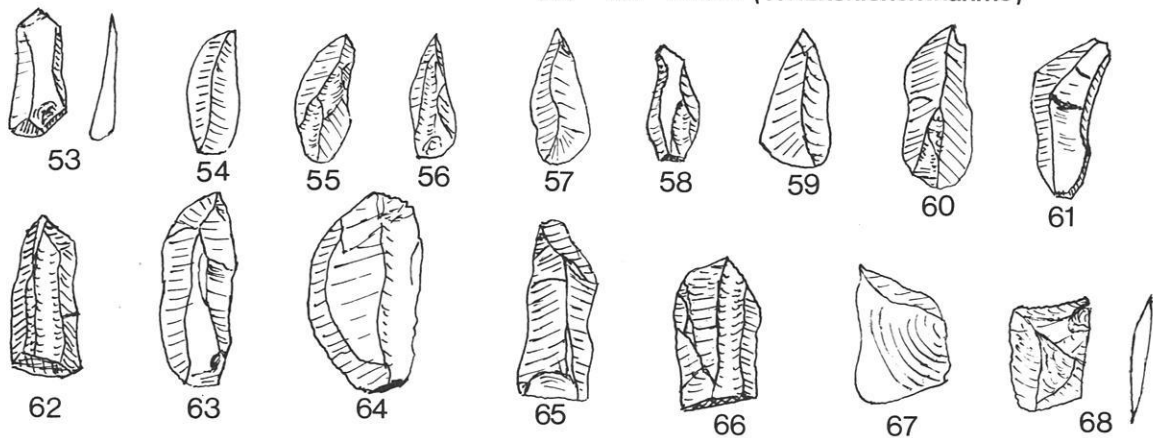


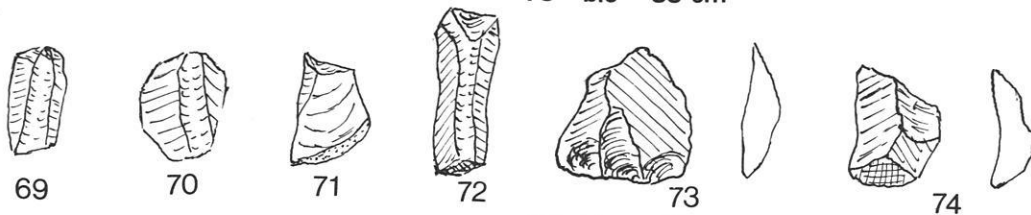
Abb. 13: Helgeda. Funde verschiedener Tiefen im Quadrat C (Nr. 4, 5, 6 sind dekorierte Steine aus Obsidian).



- 60 - bis - 70 cm (Holzkohlenentnahme)



- 70 bis - 80 cm



- 100 bis - 110 cm



Abb. 14: Helgeda. Funde im Quadrat C (Fortsetzung).

Zwei dieser Scherben haben eine hellbraune Tonmasse. Bei dem Dekor ist ein Stempel benutzt worden. Sie haben reihenweise und aneinanderschließende eingedrückte kleine Quadrate (3 x 3 mm). Sie fanden sich im selben Horizont der Tonschicht des Quadrats C zusammen mit einer Menge von Mikrolithen aus Obsidian (Abb. 13, Nr. 18). Die zwei anderen Scherben haben eine schwarze Tonmasse, doch sind sie an der Außenseite mit

einem 2 mm dicken Tonschlick derselben hellbraunen Farbe überzogen. Auch hier ist beim Dekor die Stempeltechnik benutzt worden, aber in diesem Fall ist ein Linienmuster eingedrückt. Die Linien sind dicht und parallel zueinander in wechselweiser Schrägstellung geordnet. Die eine Scherbe wurde im Horizont 0 bis -10 cm des Quadrats C, also in der Grusschicht, gefunden (Abb. 13, Nr. 9). In diesem Horizont und Quadrat fanden sich außer-

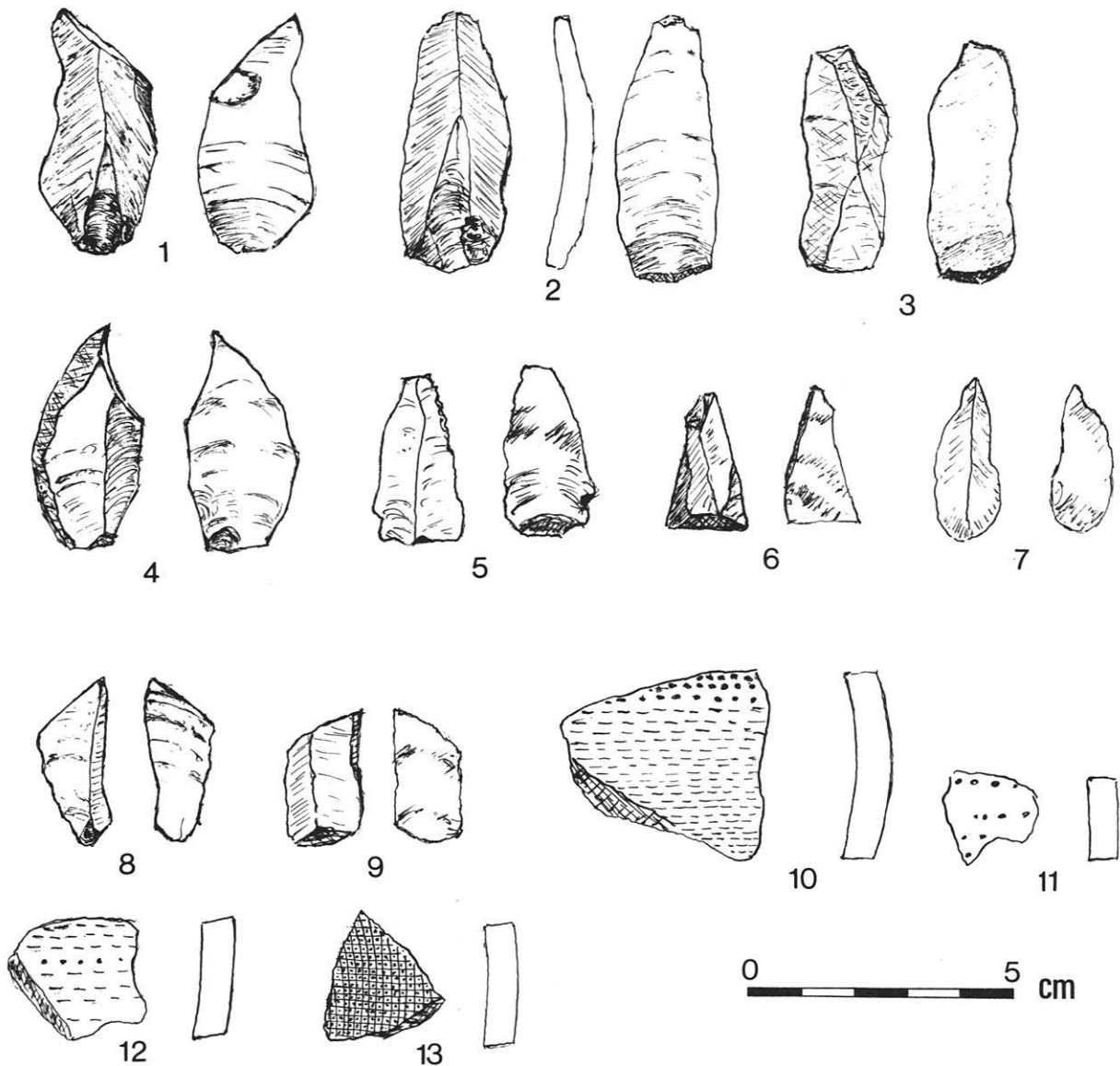


Abb. 15: Funde aus der Grusschicht des Siedlungsplatzes in Helgeda. Schnitt E. 1–7 Horizont 0–10 cm, 8–13 Horizont 20–30 cm.

dem 39 Abschläge und Werkzeuge aus Obsidian sowie 2 Abschläge aus Quarz und drei winzige Scherben dünnwandiger Gefäße.

Die andere Scherbe wurde 70 cm unter der Oberfläche im Quadrat C gefunden (Abb. 14, Nr. 52). Im selben Horizont fanden sich ein Quarzabschlag und 49 Abschläge, Nuklei und Kleinwerkzeuge aus Obsidian, darunter ein 5 cm langer Stichel (Nr. 51), der 10 cm von der Scherbe entfernt lag. Aus diesem Horizont des Quadrats C wurden Holzkohlen für eine ¹⁴C-Altersbestimmung aufgesammelt⁴.

⁴ Die Bearbeitung der Probe fand erst nach der Einlieferung des Manuskriptes statt. Das Ergebnis der Altersbestimmung: 4325±550 Jahre vor heute (Hv 9424)

Die dünnwandigen Scherben können in drei Gruppen eingeteilt werden:

1. Bei fünf Scherben handelt es sich um dieselbe Keramik, die in der Ruine gefunden wurde. Eine wurde im Quadrat C, Horizont 0 bis –10 cm, vier im Quadrat E, Horizont –20 bis –30 cm, gefunden (Abb. 15, Nr. 10).

2. Zwei Scherben haben eine dunkelbraune Tonmasse. Als Verzierung haben sie ein kariertes Muster, das anscheinend durch das leichte Eindringen eines sehr feinmaschigen Netzwerkes in den feuchten Ton erreicht wurde. Die eine Scherbe fand sich in der Tonschicht des Quadrats C, Horizont –30 bis –40 cm, zusammen mit Mengen von Mikrolithen aus Obsidian und winzigen Scherben der dritten Gruppe. Die andere wurde in der Grusschicht des

Quadrats E, Horizont –20 bis –30 cm, ebenfalls zusammen mit Mikrolithen aus Obsidian, gefunden. Die Dicke aller beträgt 5 mm (Abb. 13, Nr. 29, und Abb. 15, Nr. 13).

3. Die Wandstärke dieser Gefäße beträgt nur 3 mm. Es handelt sich um fünf winzige Scherben. Eine ist von derselben Tonmasse und Farbe wie diejenigen der Gruppe 2. Auch der Dekor ist gleich. Sie wurde im Quadrat C, Horizont 0 bis –10 cm (Grusschicht), gefunden (Abb. 13, Nr. 8). Drei haben dieselbe Tonmasse, Farbe und Dekoration wie diejenigen der Gruppe 1. Sie fanden sich im Quadrat C, zwei im Horizont –30 bis –40 cm (Tonschicht), eine im Horizont 0 bis –10 cm (Grusschicht) (Abb. 13, Nr. 7, 10, 16). Die fünfte Scherbe fand sich im Quadrat E, Horizont –20 bis –30 cm. Sie ist unverziert und die Farbe der Tonmasse ist hellbraun. Die eine Seite hat aber einen glatten und braunrötlichen Ton-schlicküberzug (Abb. 15, Nr. 11).

Es fällt auf, daß die Mikrolithen in allen Schichten und Horizonten vorkamen. Sie waren sehr mit Feinmaterial verklebt. Was diejenigen betrifft, die auf der Oberfläche lagen, so steckten viele zum Teil in der Feinmaterialschicht, während andere ganz frei lagen und sauber waren. Man kann natürlich nicht von der Möglichkeit absehen, daß sie beim Starkregen freigelegt und gereinigt worden sind und darum älter als die sekundäre Siedlung sein können. Da aber noch um 800 n. Chr. Geb. Mikrolithen tatsächlich massenweise benutzt wurden, wie noch gezeigt werden soll, können sie durchaus von den Bewohnern der sekundären Siedlung hergestellt worden sein.

Sicher ist auf alle Fälle die Anknüpfung der Scherben der roten Keramik an die sekundäre Siedlung; denn sie fehlten gänzlich in den Schichten. Die dünnwandigen Scherben der oben angeführten drei Gruppen kamen sowohl auf der Oberfläche als auch darunter vor, aber nur bis zum Übergang zur Tonschicht. Diese Keramik scheint also älter zu sein als die rote Keramik, aber jünger als die dickwandige Keramik, denn sie kam im untersten Teil der Tonschicht vor. Auf alle Fälle scheint diese Keramik mit ihrem markierten Eindruck-Muster neolithisch zu sein. Aber eine Scherbe desselben Typs wurde auch in der Grusschicht gefunden, in einem ca. 55 cm höheren Horizont, wo sich auch der geschliffene Armring aus Stein fand, der ebenfalls als neolithisch betrachtet werden muß. Die Frage ist aber, ob diese Funde die Grusschicht datieren. Denn trotz ihrer vielen Funde kann man sich fragen, ob es sich überhaupt um eine Siedlungsschicht handelt. Es muß noch einmal auf die Tätigkeit des Wassers eingegangen werden.

In der pleistozänen bzw. altpaläolithischen Sturzregenperiode wurden auch die Schuttmassen dieser Sackgasse fortgespült. Nur in den Spalten des felsigen Untergrundes blieben Überreste dieses Grobmaterials liegen, wie gezeigt wurde. Ob in der darauffolgenden Seeperiode auch hier ein See entstand, läßt sich nicht beweisen. Auf alle Fälle handelt es sich bei der dicken Tonschicht nicht um sedimentäres Material. Sie ist deutlich eine Siedlungsschicht. Zu irgend einem Zeitpunkt im Neolithikum haben Menschen sich hier niedergelassen. Die Stelle blieb lange und kontinuierlich bewohnt. Während dieser Zeit baute sich diese Schicht auf, und möglicherweise war sie zur Zeit der Aufgabe der Siedlung auch dicker. Es folgte wieder eine Periode, wo die Niederschläge konzentriert als Sturzregen kamen. Dabei grub das Oberflächenwasser die obersten Teile der harten Siedlungsschicht um, und dieses Feinmaterial mit seinen Funden wurde mit zugeführtem Grobmaterial, Sand und Kies, vermengt. Als mit der Zeit die Geschwindigkeit dieses Oberflächenwassers abnahm und dadurch auch die Transportkraft, wurde der Stelle kein Grobmaterial mehr zugeführt. Das Wasser vermochte aber das dortige Lockermaterial einzuebnen. Diese Entwicklung erklärt, warum sich Keramik der harten Tonschicht zusammen mit jüngerer Keramik in der darübergelegenen Schicht des lockeren Grobmaterials fand und warum die Oberfläche so flach ist.

Wie ist aber die Ausbildung der weißen Schluffschicht, die die Grusfläche überspannt, zu erklären? Mit der zunehmenden Aridität konnte nach Starkregen nur das Oberflächenwasser der nächsten Umgebung die Fläche erreichen, und bei wiederholten Verdunstungen baute sich mit der Zeit diese ca. 2 cm dicke Schicht auf. Dieses Wasser war sehr kalkhaltig. Denn bis zu einer Höhe von ca. 3 m kleben stellenweise noch große ca. 1 cm dicke Kalkkrusten an den Bergwänden. Diese, die sich wohl zu der Zeit ausbildeten, als stellenweise zwischen den Inselbergen Seen standen, begannen mit der zunehmenden Aridität abzufallen (W. HABERLAND, 1975, 58). Beim leichten Schlag darauf brechen sie in großen Stücken ab. Heute erreicht aber dieses Oberflächenwasser kaum die Siedlungsstelle. Sie scheint nur noch vom direkten Regen befeuchtet zu werden.

Wann begann die Grusschicht von der weißen Schluffschicht bedeckt zu werden? Wie schon gezeigt, befand sich die letztere auch unter den Fundamentsteinen der Hütte. Die Ausbildung hatte also vor 800 n. Chr. angefangen. Aber seit der Aufgabe der Siedlung hat sich sowohl das Feinmaterial des Hüttenbodens als auch das daruntergelegene

Grobmaterial geändert. Das erstere hat einen weißen Überzug, wird aber nach unten dunkler wie die Grusschicht. Dies hat eine ganz natürliche Erklärung. Nach der Aufgabe der Hütte blieb Asche auf dem Fußboden zurück. Beim Regen versickerte diese in den Boden und verfärbte das Material. Dabei wurde die Oberfläche von Asche freigewaschen und möglicherweise ist auch beim Starkregen Oberflächenwasser vom aschenfreien Teil der Fläche in die Hütte gelangt, und dies enthielt reinen Schluff.

So erklärt sich auch, warum im westlichen Teil der Fläche die Grusschicht rötlich verfärbt ist, im östlichen Teil aber grauschwarz. Man hat hier entweder im Freien gekocht oder Asche hingeworfen.

Abgesehen von der versickerten Asche hat also die sekundäre Besiedlung keine Kulturschicht hinterlassen. Die Bewohner dieser Siedlung haben sich deshalb hier nicht lange aufgehalten, oder sie haben wiederholt in kurzen Perioden dort gewohnt. Allem Anschein nach handelt es sich um eine Nomadensiedlung. Die dicke Kulturschicht der primären Siedlung dagegen bezeugt, daß in dieser Periode die Stelle lange und kontinuierlich bewohnt war. Diese Feststellung erzählt uns etwas über die Umweltverhältnisse beider Siedlungsperioden.

Ca. 200 m unterhalb des Siedlungsplatzes, am Rande der Inselberggruppe, fand ich am Fuß eines Inselberges eine sehr schöne ca. 15 cm lange und 5 cm breite geschliffene Axt aus hartem feinkörnigem Sandstein. Sie war offensichtlich benutzt worden; denn sie hatte Abnutzungsspuren an der Schneide. Diese Technik scheint im Innern des Tibestigebirges kaum verbreitet gewesen zu sein; denn es handelt sich um den einzigen Fund dieser Art, den ich hier während meines Aufenthaltes machte (Photo 12). Dagegen finden sich geschliffene Äxte öfters am Rande des Gebirges. Ebenso selten sind die retuschierten und beiderseits facettierten Pfeilspitzen. Während sie bei den Aufenthalten auf der Serir Tibesti an den dortigen Stein-



Abb. 16: Ritzung an der Bergwand am Siedlungsplatz in Helgeda.

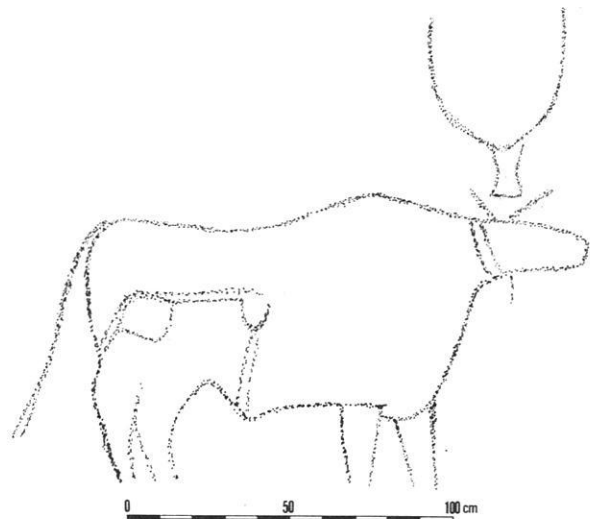


Abb. 17: Neolithische Felszeichnung, Helgeda.

haufen in Mengen gefunden wurden, fand ich im Innern des Gebirges nur zwei solche. Man merke sich, daß auch diese am Bardaibecken gefunden wurden, und zwar am Südrande. In der Kuhperiode waren unzweifelhaft die nackten Flächen dieses ehemaligen Sees besonders gesuchte Weide- und Jagdgebiete. Das zeigen vor allem die vielen Felszeichnungen an den angrenzenden Inselbergen. Hier finden sich Vieh und Großwild im selben Stil, und die Hirten und Jäger haben denselben Kopfschmuck.

Auch in Helgeda fehlen die Ritzungen nicht. Direkt am Siedlungsplatz, und zwar ca. 3 m über dem Fuß der Bergwand, die den Platz an der Südseite abgrenzt, sind sogar ca. 30 cm große buchstabenähnliche Zeichen eingeritzt (Abb. 16). Daß sie während der primären Siedlungsperiode eingeritzt wurden, war nicht schwer festzustellen. Denn diese Ritzungen sind gleich stark patiniert wie eine Kuh- und Kalbfigur der Kuhperiode an einer unweit davon gelegenen Bergwand (Abb. 17). Beide Bergwände liegen nach Norden, und in beiden Fällen handelt es sich um dieselbe Bergart, so daß die Patinierung unter denselben chemischen und physischen Bedingungen stattgefunden hat. Daß diese Figuren in dieselbe Periode einzuordnen sind, wird noch deutlicher beim Studium der Ritzungen an den Bergwänden am Südrand der Berggruppe (Abb. 18, 19, 20).

Diese Ritzungen des schematischen Stiles sind viel schwächer patiniert. Jetzt werden Kamele gehalten, aber die Kuhfiguren zeigen an, daß die Weidemöglichkeiten doch günstiger waren als heute. Mit gutem Grund können diese Ritzungen in die Periode der sekundären Siedlung eingeordnet werden, d. h. um 800 n. Chr. Geb.

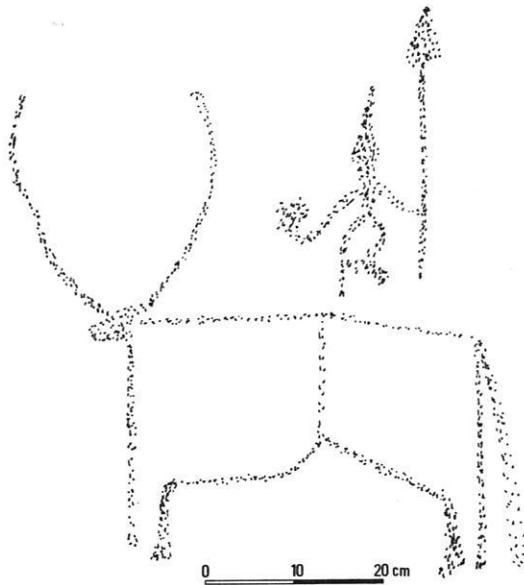


Abb. 18: Felszeichnung der Kamelzeit, Helgeda.

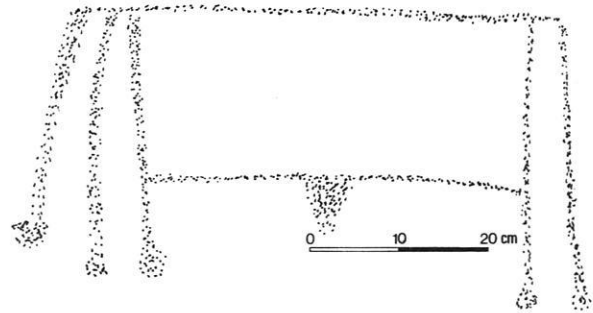


Abb. 19: Felszeichnung der Kamelzeit, Helgeda.

Zur Zeit der roten Keramik gab es also in den Tal- und Gebirgsgegenden unterhalb der Tarsos stellenweise noch so viel Weideland, daß sich hier jedenfalls Nomaden ernähren konnten. Diesen Nomaden scheint es aber wichtig gewesen zu sein, mit ihren großen Lanzen abgebildet zu werden, und das könnte bedeuten, daß sie auch Krieger waren. Daß es sich in den folgenden Jahrhunderten um eine sehr unruhige Zeit handelte, zeigt die Tatsache, daß man bald begann, Siedlungen an Stellen anzulegen, wo es auch damals weder Wasser noch

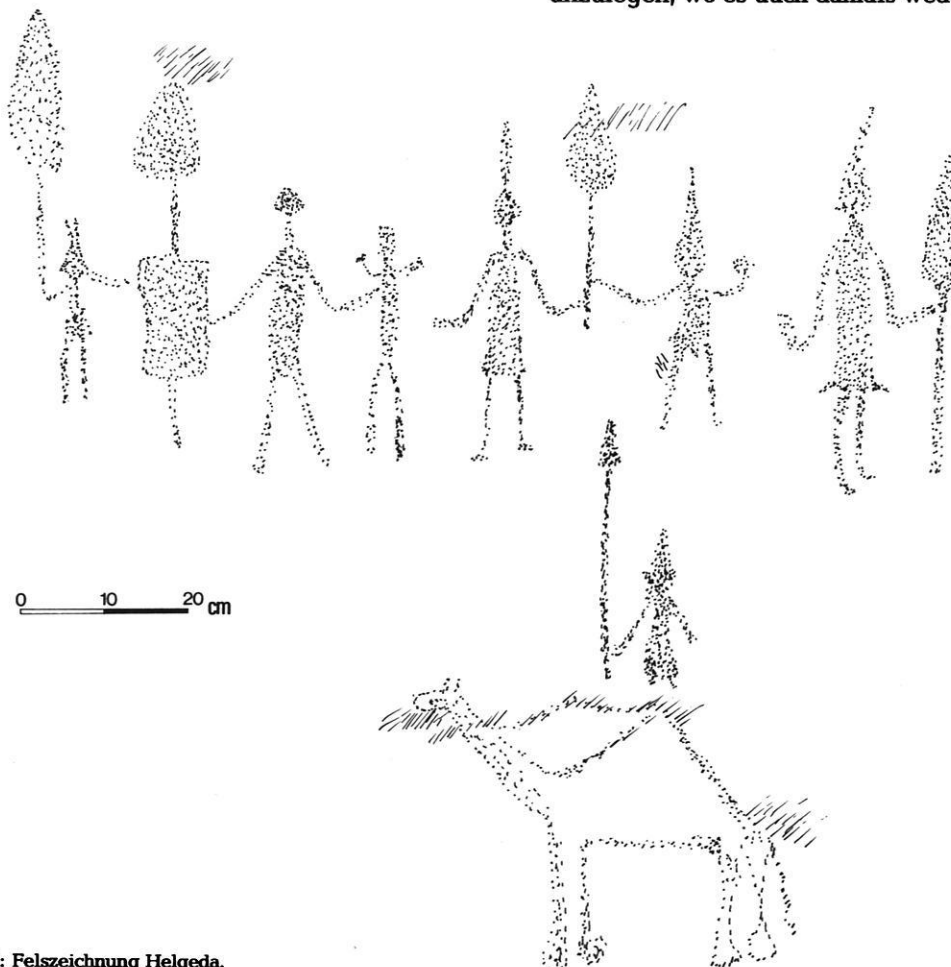


Abb. 20: Felszeichnung Helgeda.

Weide gab, die aber dafür leicht zu verteidigen waren. Es handelt sich um die Siedlungen auf den Bergen, besonders in der nächsten Umgebung der Oasen. Betrachten wir ein paar dieser Bergsiedlungen näher.

4.2 Ayando

Von der Oase Zoui aus erstreckt sich in nördlicher Richtung ein etwa 2 km langer Basaltberg, dessen Westseite eine steile Wand bildet. An dieser Seite läßt sich der Berg nur an einer Stelle ersteigen, und zwar aufgrund einer Kluft in der Bergwand. Auf dem Plateau oberhalb dieses Einschnittes liegt die verlassene Siedlung Ayando. Sie hat neun runde Steinhütten mit Durchmessern von 2 bis 2,5 m

(Abb. 3, Nr. 5). Die Wände sind senkrecht errichtet, aber nur teilweise erhalten. Es handelt sich also um eine verlassene Siedlung der Gruppe 2 (Abb. 21). Nach der Aussage meines alten Gewährsmannes⁵ in der Oase Zoui soll dort die Familie Ayan des Clanes Zouia gewohnt haben. Das sei aber lange her, vielleicht vor 1000 Jahren, fügte er hinzu. Über die umherliegenden großen Zylindergräber wußte er nur zu berichten, daß darin Riesen bestattet seien, d. h. er hielt sie für älter als die Siedlung. ¹⁴C-Datierungen von Holzproben aus zwei etwa 200 m von der Siedlung entfernt gelegenen Gräbern ergaben 180±40 v. Chr. Geb. und 130±80 v. Chr. Geb.

⁵ Sidi Sougoumi. 4. 10. 1967

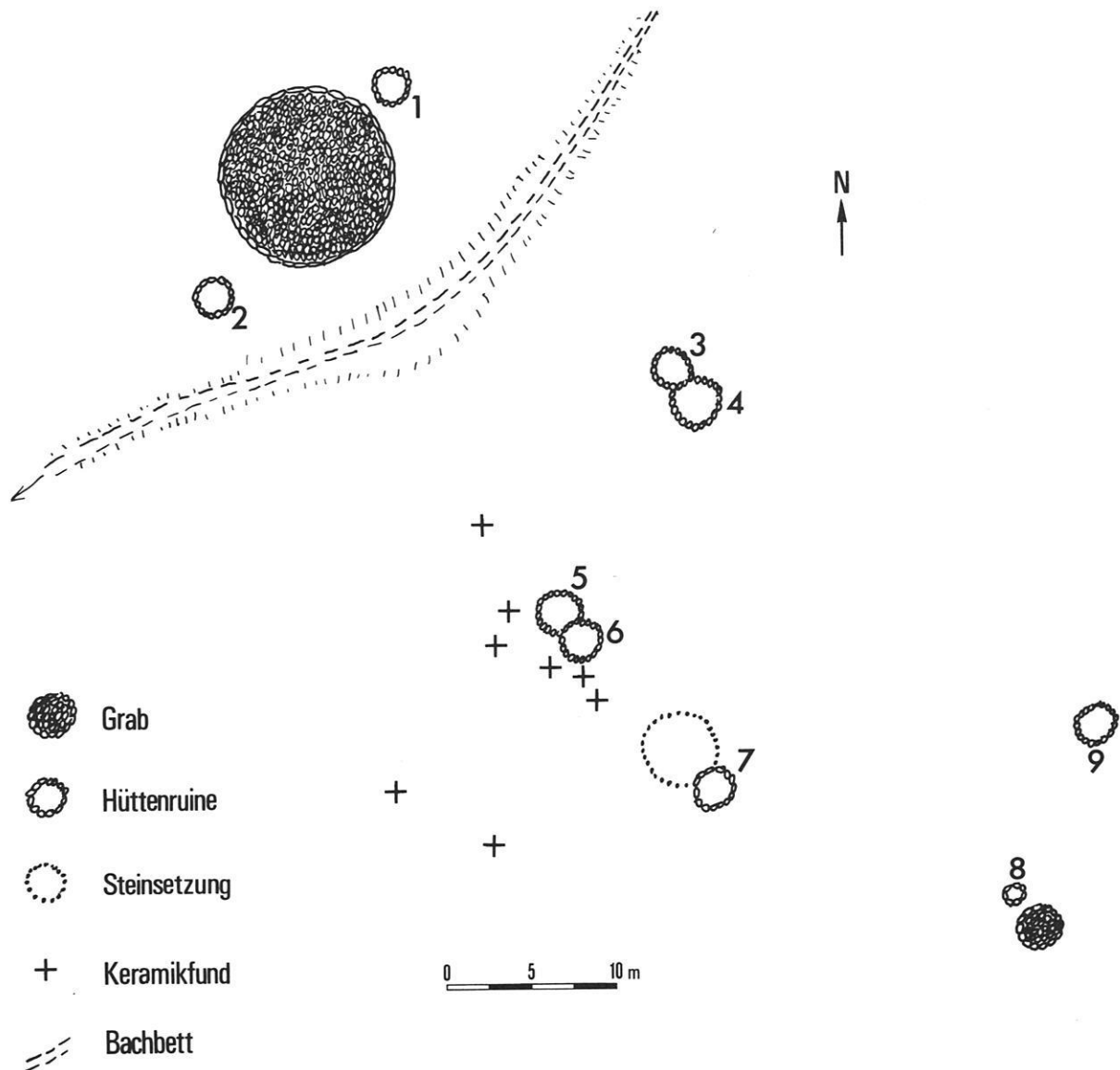


Abb. 21: Die verlassene Siedlung Ayando (bei Zoui).

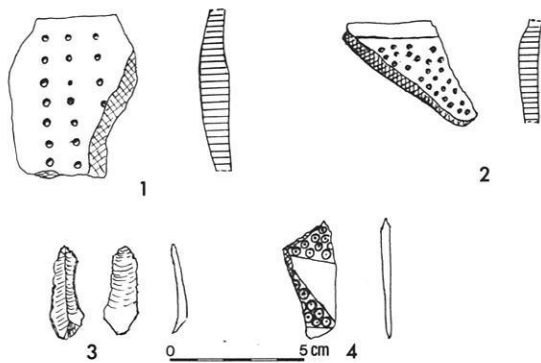


Abb. 22: Ein Teil der Funde von Ayando. 1 und 2 = rote Keramik, 3 = Artefakt aus weißem Quarz, 4 = Dekoriertes Knochenfragment.

An der Wand der Hütte 4 wurde ein verziertes Knochenfragment gefunden, und an den zwei zusammenhängenden Hütten 3 und 4 mehrere Scherben der roten Keramik und zwar der Variante 2 (Abb. 22). Sämtliche Funde waren Oberflächenfunde, und andere kamen nicht vor. Weder außerhalb noch innerhalb der Hüttenwände gab es eine Kulturschicht, aber der gewachsene Fußboden der Hütten hatte eine ca. 1 cm dicke und leicht verkrustete Schluffdecke, die auch die Asche der Feuerstelle bedeckte. Die ^{14}C -Datierung von Holzkohlen der Feuerstelle einer der beiden mit Keramik verbundenen Hütten ergab 1260 ± 75 n. Chr. Geb. (Hv 3775). Da die Asche nach einer bzw. zwei Mahlzeitzubereitungen notwendigerweise fortgetragen wurde, handelt es sich bei dieser Zeitangabe um den Zeitpunkt der Aufgabe der Hütte. Auf alle Fälle hat die Familie, die hier siedelte, diese Stelle gewählt, um sich mit Hilfe der Naturgegebenheiten gegen Überfälle zu sichern. Daß die Bewohner der Oasen in einem gewissen Zeitraum einen besonderen Bedarf hatten, sich vor Plünderungen zu schützen, zeigt noch deutlicher die Besiedlung eines anderen Berges.

4.3 Zou-Zoui

Ca. 1 km südlich der Oase Bardai liegt in einem Inselberggebiet der ca. 1 km lange und ca. 300 m breite Berg Zou-Zoui (Abb. 3, Nr. 8, Abb. 23). Die steilen Bergwände ragen 40 bis 50 m über die herumgelegenen Pedimente empor, und bis zu dieser Höhe besteht der Berg aus Schiefer. Die Oberfläche ist ziemlich flach, aber auf dem Plateau erheben sich mehrere turmähnliche bis zu ca. 30 m hohe Sandsteinberge. Auf dem Plateau finden sich eine Höhle, viele Steinhütten der Gruppe II und III, ein Opferplatz sowie mehrere Zylindergräber der älteren und jüngeren Variante und sogar eine Flucht-

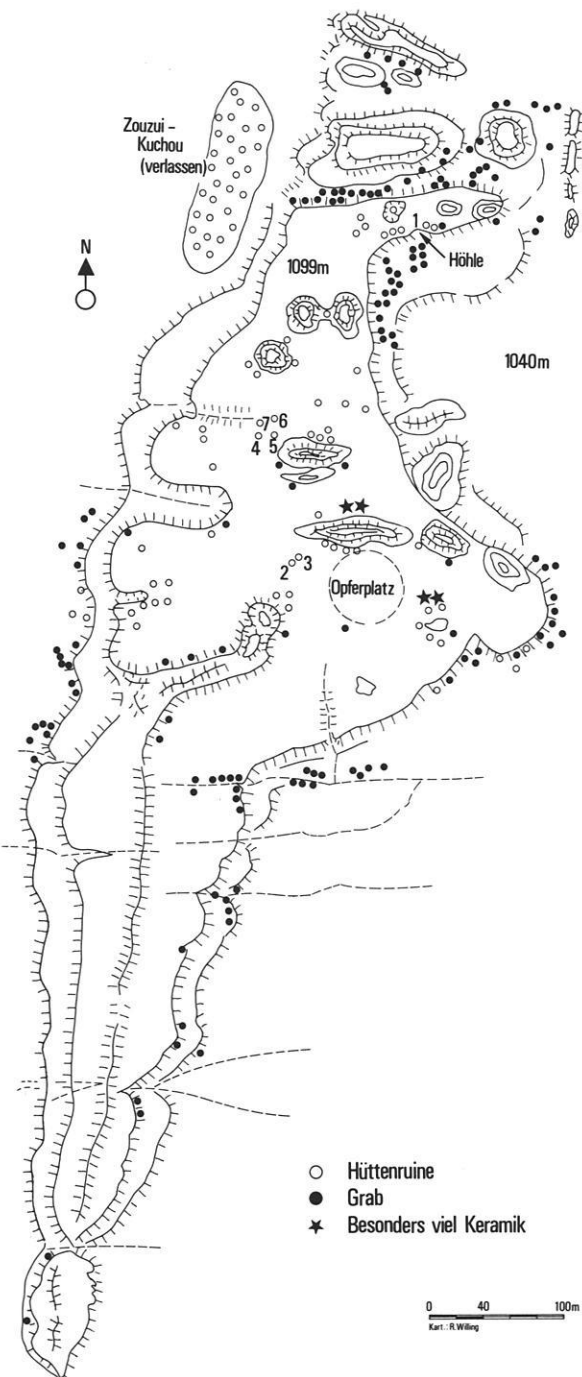


Abb. 23: Der Berg Zou-Zoui.

burg auf dem Gipfel eines der Sandsteinberge. Betrachten wir zuerst die Höhle (Abb. 24 und Photos 13, 14).

Es handelt sich um eine natürliche Durchlöcherung eines der Sandsteinberge im nordöstlichen Teil des Plateaus. Der Eingang ist ca. 10 m breit und ca. 3 m hoch. Davor gibt es eine Schutthalde, die bis zum Fuß des Schieferberges reicht. Sie ist so steil, daß man nur mit großer Mühe aufrecht gehen kann.

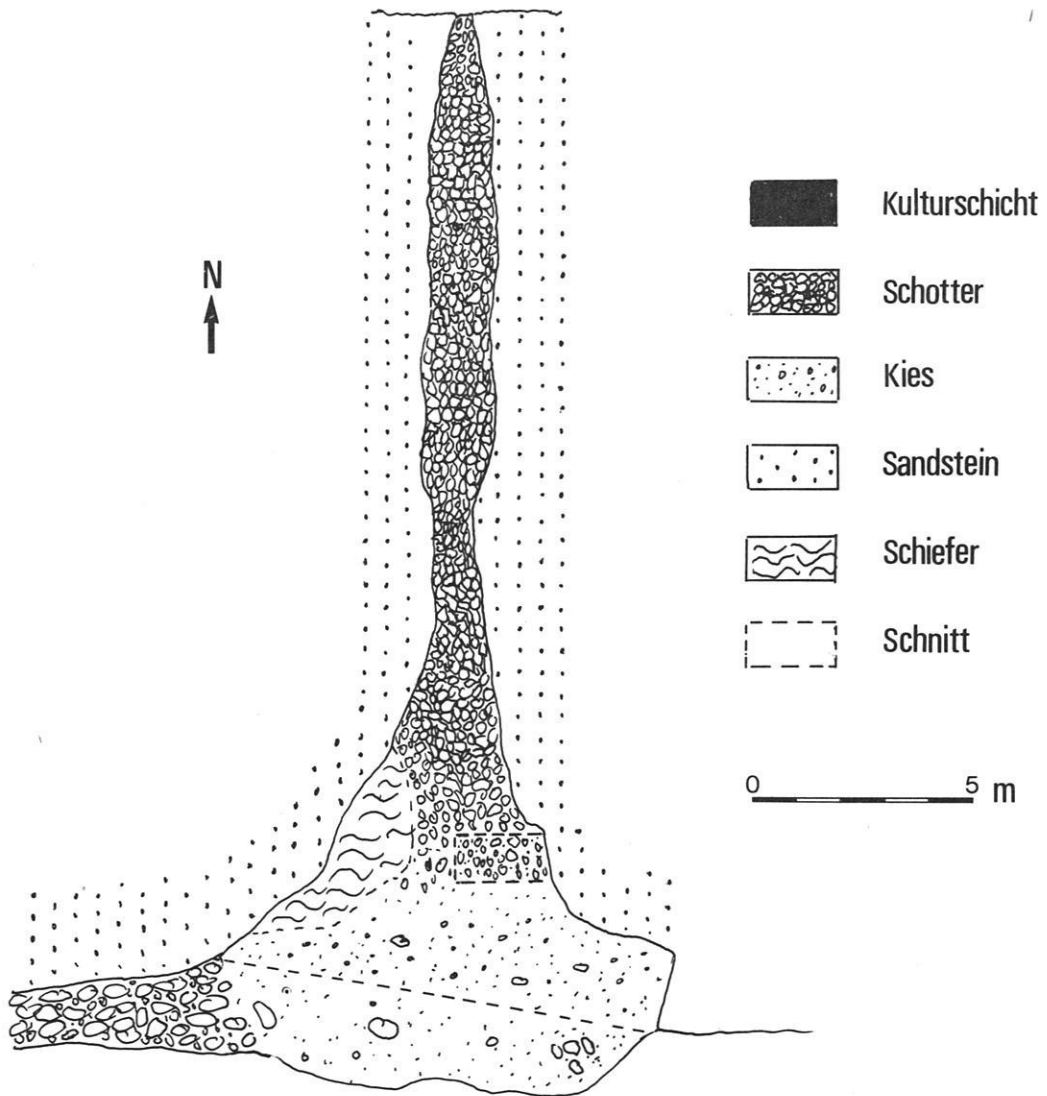
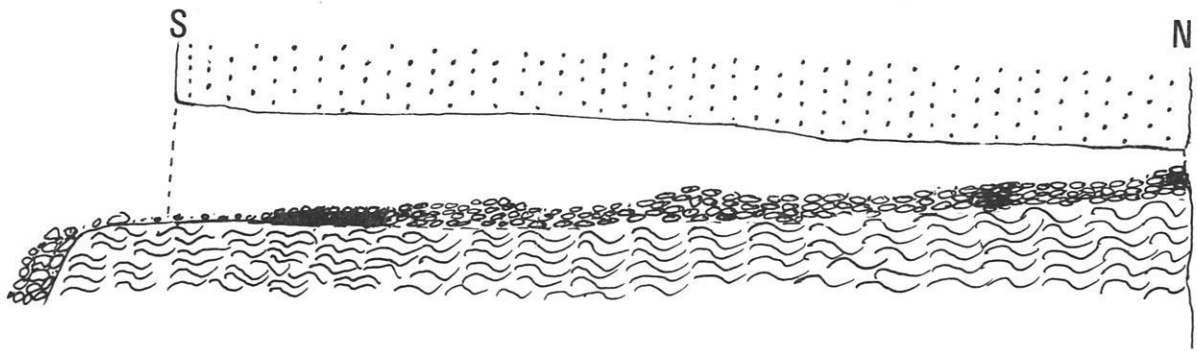


Abb. 24: Früher bewohnte Höhle auf dem Berg Zou-Zoui südlich Bardai.

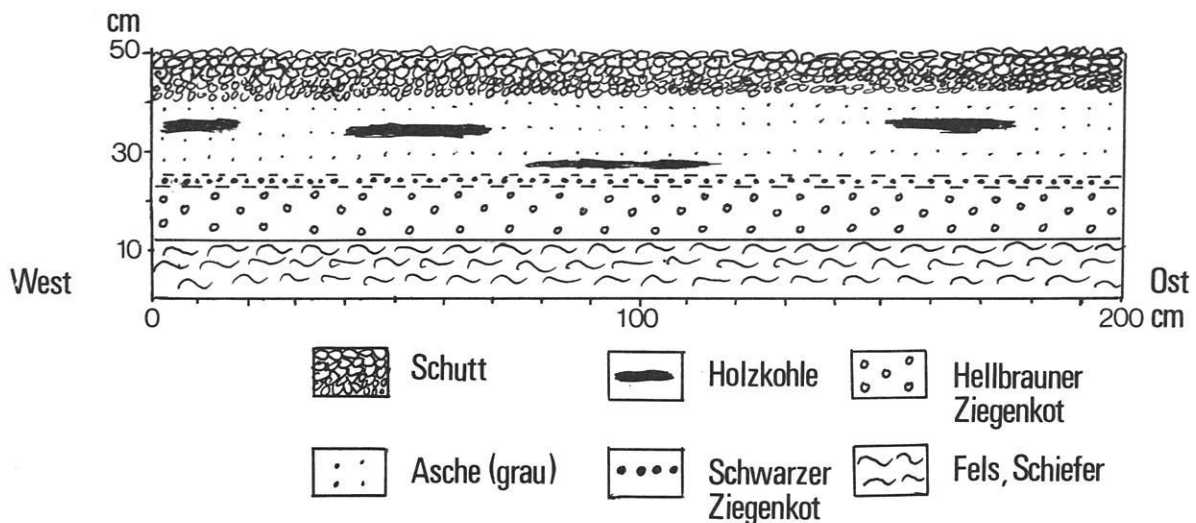
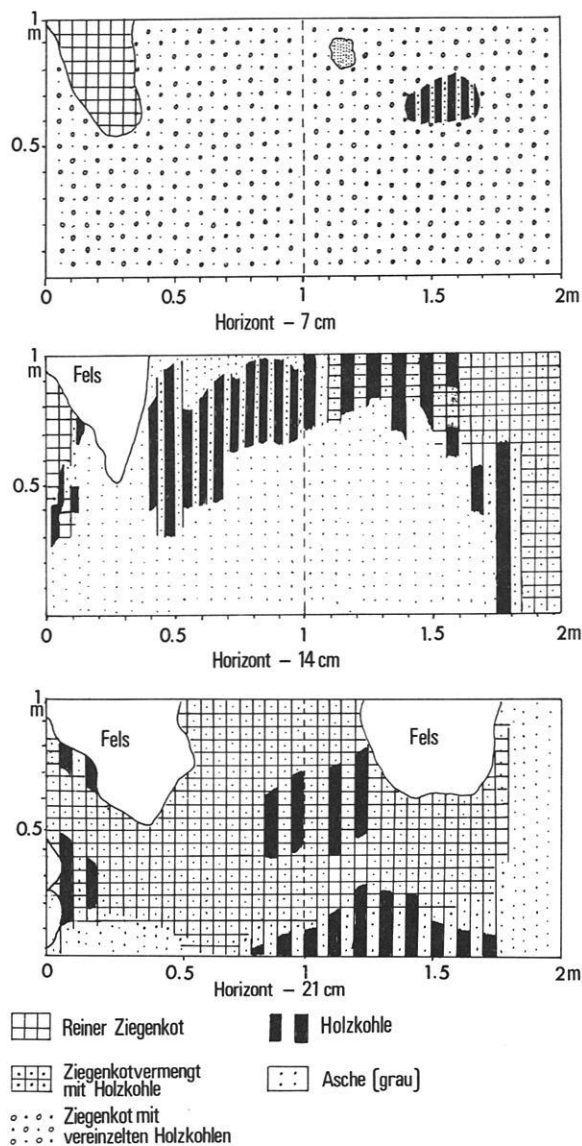


Abb. 25: Profil durch die Kulturschichten der Höhle.



Aber es ist die einzige Stelle an dieser Seite, wo der Schieferberg ersteigbar ist, ohne daß man an der Bergwand klettern müßte.

Die Länge der Höhle beträgt ca. 33 m. Nach innen wird sie immer enger, und nur bis 14 m einwärts kann man aufrecht gehen. Der Ausgang am anderen Ende ist so klein, daß es noch gerade möglich war, auf dem Bauch hinauszukriechen. Davor findet sich eine tiefe Schlucht, so daß es von dieser Seite fast unmöglich ist, in die Höhle einzudringen.

Der äußere Teil der Höhle ist besiedelt gewesen. Am Eingang wurde unter den losen Steinen der Oberfläche ein ca. 20 cm langes Fragment einer runden, geschliffenen Steinstange aus dunkelgrauem feinkörnigen Material und ein geschliffener flachförmiger Läuferstein aus hellbraunem Sandstein gefunden. Solche Läufersteine benutzen die Tubufrauen heute noch beim Getreidemahlen. Über die Verwendung der ca. 5 cm dicken und ca. 60 bis 100 cm langen Steinstangen, wovon mehrere im Endpfannengebiet am Nordrande des Tibestigebirges gefunden worden sind, kann man nur rätseln. Wegen der Herstellungstechnik ist anzunehmen, daß sie im Neolithikum hergestellt wurden, sie müssen aber auch später irgend eine Verwendung gehabt haben. Auf alle Fälle wurde die Höhle viel später besiedelt.

Ca. 3 m innerhalb des Einganges wurde auf einer 1 x 2 m großen Fläche das Lockermaterial abgedeckt (Abb. 25, 26). Auf dem felsigen Untergrund

Abb. 26: Grabungsfläche in der Höhle.

lag eine 15 cm dicke und braune Schicht von Ziegenkot, zuoberst schwarz gefärbt, darüber eine 15 cm dicke Schicht hauptsächlich aus grauer Asche mit stellenweiser Anhäufung von Holzkohlen. Zuoberst lag eine ca. 10 cm dicke Schicht aus steinigem Verwitterungsmaterial. Die Schichten über der Kotschicht waren mit Knochen durchsetzt. Es fanden sich aber auch Mikrolithen aus Obsidian sowie Scherben der roten Keramik. Die ¹⁴C-Datierung einer Probe von braunem Ziegenkot der untersten Schicht ergab das Alter: 850±55 n. Chr. Geb. (Hv 3776). Diese Schicht ist also etwa gleichaltrig wie die Holzkohlen unter den Fundamentsteinen der sekundären Siedlung in Helgeda und bezeugt, daß die dort auf der Oberfläche vorkommenden Mikrolithen wirklich mit der sekundären Siedlung verknüpft werden können.

An einer überhängenden Wand eines anderen Sandsteinberges des Plateaus war die Oberfläche – trotz des Fehlens von Hüttenruinen – dicht von Mikrolithen und Abschlägen übersät. Auch fanden sich mehrere Scherben der roten Keramik darunter. In der Nähe von vier Hüttenruinen der Gruppe 2 etwa 40 m südlich dieser Stelle gab es ebenfalls eine auffallend starke Konzentration von Mikrolithen dieses Gesteins.

Von den vielen Hüttenruinen des Plateaus unterscheiden sich sechs, die etwa in der Mitte liegen (Abb. 23, Nr. 2, 3, 4, 5, 6, 7). Die Wände sind besser erhalten und neigen sich nach innen. Es handelt sich um den Hützentyp der oben angeführten Gruppe 3. Man sieht sofort, daß sich hier die letzten Bewohner des Berges aufgehalten haben (Photo 15). Es fanden sich weder Mikrolithen noch Scherben der roten Keramik, dafür aber Scherben der sogenannten jungen Keramik. In einer der Hütten wurde aus der ca. 30 x 30 cm großen quadratischen Feuerstelle, die fast von Asche gefüllt war, eine Holzkohlenprobe für ¹⁴C-Altersbestimmung entnommen (Nr. 2). Das Ergebnis der Bearbeitung: 1520±35 n. Chr. Geb. (Hv 3774). Um diese Zeit wurde also zum letzten Mal in der Hütte gekocht. Trotz der steilen Wände des Berges haben seine Bewohner es nötig gefunden, sich noch besser zu schützen. Auf dem Gipfel des höchsten Sandsteinberges, der ca. 30 m über das Plateau hinausragt, haben sie eine Hütte gebaut. Von hier aus hatte man eine gute Aussicht über die ganze Umgebung, und da der Gipfel nur durch Klettern ersteigbar ist, kann es sich nur um eine Wachthütte handeln.

Auf dem Gipfel eines anderen Sandsteinberges oberhalb der Höhle und des steilen Zuganges zum Plateau hat man außerdem noch eine Verteidigungsanlage angelegt. Hier liegen Ansammlungen

von faustgroßen Steinen, die nur von Menschen hinaufgetragen worden sein können und darum als Wurfsteine gedient haben können. Von hier aus konnte man geschützt und leicht den tief darunter gelegenen Aufstieg zum Plateau durch Steinwürfe schützen (Photo 16).

Der Gipfel hat aber auch als Fluchburg gedient, denn man hat hier Ziegen gefüttert, und zwar längere Zeit. Das bezeugt das Aussehen einer Stelle der Felsfläche. Sie ist nämlich deutlich beim Knacken von Dattelkernen angeschlagen worden, wie bestimmte Felsen in den Oasendörfern, wo immer noch Gruppen von Tubufrauen jeden Morgen auf diese Weise ihre Ziegen füttern. Dabei benutzen sie flache geschliffene Läufersteine aus Sandstein. Ein solches Gerät wurde auch an dieser Stelle der Gipfelfläche gefunden.

Das einzige Bauwerk des Gipfels ist eine halbkreisförmige Steinmauer an einer niedrigen Felswand. Da die Steine des Halbkreises, dessen Durchmesser ca. 3 m beträgt, viel größer sind als diejenigen der gewöhnlichen Hüttenruinen, konnte nicht entschieden werden, ob es sich um die Überreste einer Hütte handelt (Photo 17). Auf alle Fälle fand sich innerhalb der Steinmauer Asche. Die ¹⁴C-Datierung der Holzkohlenprobe ergab 1495±75 n. Chr. Geb. (Hv 4352). Hier wurde also zur selben Zeit zum letzten Mal gekocht wie in der Hütte der jüngsten Siedlungsstelle auf dem Plateau.

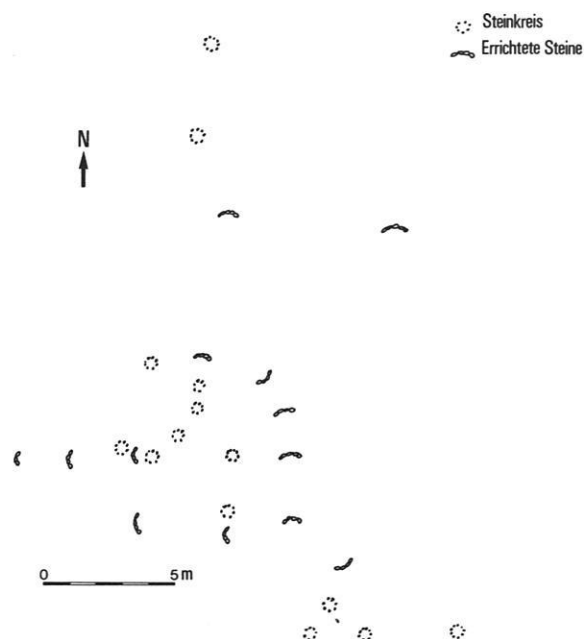


Abb. 27: Opferplatz auf dem Berg Zou-Zoui (südlich Bardai).

Zou-Zoui hat aber auch andere Denkmäler. Auf der größten freien Fläche des Plateaus befindet sich ein großer Opferplatz (Abb. 27, Photos 18, 19). An 17 Stellen sind mehrere ca. 30 cm große Steine nebeneinander errichtet. Darunter finden sich außerdem 15 Steinkreise, deren Durchmesser 50 cm beträgt. Ein älterer Tubu⁶ demonstrierte an Ort und Stelle, wie beim Ritual hin und her über die Steine gehüpft wurde, indem das Schwert geschwungen wurde. Abends zur Zeit des Ramadans wird immer noch auf einigen Bergen neben Steinen, die genau so errichtet sind, Feuer gemacht, eine Ziege geschlachtet und das Blut in ein Loch im Boden gegossen. Das Hüpfen konnte ich aber nicht feststellen, so daß diese Seite des Rituals einer früheren Zeit angehören muß (Photo 20).

Es müssen auch die präislamischen Gräber auf Zou-Zoui erwähnt werden. Am Fuß der Bergwand konnten 90 Gräber gezählt werden. Es handelt sich überwiegend um Sklavengräber und Tubugräber der ausgehenden präislamischen Zeit, die nach einer ¹⁴C-Datierung höchstens ca. 300 Jahre alt sind (Hv 3772). Nach der Aufgabe der Besiedlung auf dem Plateau haben also die Bewohner der nächsten Dörfer in Bardai am Fuß des Berges weiter bestattet. Auf dem Plateau finden sich 30 Gräber. Nach meinen Untersuchungen auf dem Gräberfeld bei Zoui möchte ich sie folgendermaßen chronologisch einteilen. Einige wenige gehören der Endphase der Zylindergrabperiode an, die meisten der Mittelphase dieser Periode und einige der Frühphase, d. h. den Jahrhunderten um Chr. Geb., und das führte zur Frage, wann das Plateau besiedelt wurde.

Unter den Scherben konnten keine aus der Zeit vor der älteren Variante der roten Keramik festgestellt werden. Zwar kann vorläufig nicht bewiesen werden, daß sie vor ca. 800 n. Chr. Geb. im Gebrauch war, aber oben wurde ein Indiz dafür vorgebracht.

⁶ Sallah Chaimi. Bardai. 5. 12. 1967

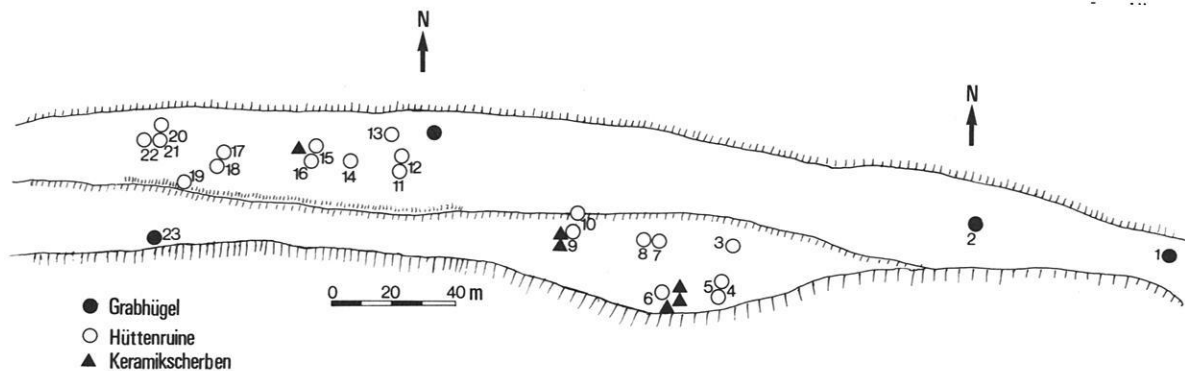


Abb. 28: Verlassene Siedlung der Neuzeit auf einem Bergkamm 3 km südöstlich der Oase Zoui.

Auf alle Fälle war das Plateau um diese Zeit besiedelt, und um 1500 wurden die letzten Hütten aufgegeben. Es braucht sich natürlich nicht um eine zusammenhängende Siedlungsperiode zu handeln. Aber daß es sich nicht nur um kurze Aufenthalte gehandelt hat, bezeugt die Kulturschicht der Höhle. Es sei auch auf die vielen Obsidianabschläge hingewiesen; denn bei einem vorübergehenden Aufenthalt würde man kaum Nuklei mitbringen und damit anfangen, Mikrolithen in großen Mengen herzustellen.

Nach der obigen Ausführung braucht aber nicht besprochen zu werden, warum man sich hier niederließ. Nur fortifikatorische Gründe kommen in Betracht; denn wenn auch das Klima noch um 800 n. Chr., wie gezeigt, viel günstiger war, so war das Plateau damals ebenso wasserlos und kahl wie heute. Darum hat auch die endgültige Aufgabe der Besiedlung keinen direkten Zusammenhang mit der zunehmenden Aridität.

Es muß nochmal betont werden, daß es sich bei der Siedlung auf Zou-Zoui nicht um die einzige dieser Art handelt. Man findet sie auf den meisten Plateaus schwer zugänglicher Berge, besonders in der Umgebung der Oasen. Auf der Strecke zwischen Bardai und Ousouni, wo sämtliche Siedlungen und Gräberfelder kartiert wurden, kommen sie auf jedem Berg beiderseits des Enneri Zoumri vor. Eine dieser Bergsiedlungen soll kurz beschrieben werden.

4.4 Eine Bergsiedlung südöstlich von Zoui

Ca. 1,2 km südlich dieses Enneri und ca. 3 km oberhalb der Oase Zoui findet sich ein ca. 2 km langer Basaltberg, der die Form eines kriechenden Wurmes hat (Abb. 3, Nr. 6). Die Bergwand ist an der Talseite besonders steil. Auf diesem Berg, dessen Plateau nur ca. 30 m breit ist, finden sich vier Zylindergräber und 20 Hüttenruinen (Abb. 28). Mehrere

der Hütten sind vom selben Typ wie die der jüngsten Siedlung auf Zou-Zoui und ebenso gut erhalten wie diese. Auch hier waren die Feuerstellen von Asche gefüllt. An vier dieser Hütten wurden Scherben gefunden, und zwar solche, die der Tonmasse und Qualität nach in die Gruppe der jungen Keramik einzuordnen sind, aber anders dekoriert als die jüngste Variante dieser einfachen Ware waren (Abb. 7). Diese Siedlung kann darum sehr gut um dieselbe Zeit wie diejenige auf Zou-Zoui verlassen worden sein. Es muß hier erwähnt werden, daß Keramik derselben Tonmasse und genau des gleichen Dekors auf einer verlassenen Siedlung südwestlich von Moya (Abb. 29, Abb. 6, 8), aber auch in einer Berghöhle in der Nähe dieser Oase vorkamen. Dagegen fand sich keine Keramik auf der Oberfläche in einer ehemals bewohnten Höhle hoch oben auf einer steilen Bergwand westlich des Dorfes Teski in der Oase Bardai.

Von den Siedlungen außerhalb der Oasen waren also diejenigen des Bergplateaus am längsten bewohnt. Jedenfalls bis ins 16. Jh. hielt sich diese Siedlungsweise, und sie scheint spätestens um 800 n. Chr. begonnen zu haben. Nicht aus wirtschaftlichen Gründen errichteten die Oasenbewohner ihre Hütten dort. Allein der Bedarf an Schutz war entscheidend. Die Zeit ca. 800 bis 16. Jh. muß besonders unruhig gewesen sein. Hängt die Furcht vor Angriffen mit inneren Streitigkeiten zusammen oder kamen die Angreifer von außen? Wir wissen es nicht. Weil aber diese Siedlungsweise gänzlich aufgegeben wurde, muß im 16. Jh. etwas gesche-

hen sein. Entweder nahmen die Angriffe von außen ab, weil die Tubus stärker wurden, oder es begann eine friedlichere Zeit, weil die Streitigkeiten zwischen den verschiedenen Clans im Tibestigebirge selbst beseitigt wurden. Das eine braucht das andere nicht auszuschließen. Hängt dies mit der Einwanderung des Clans Tomagra zusammen?

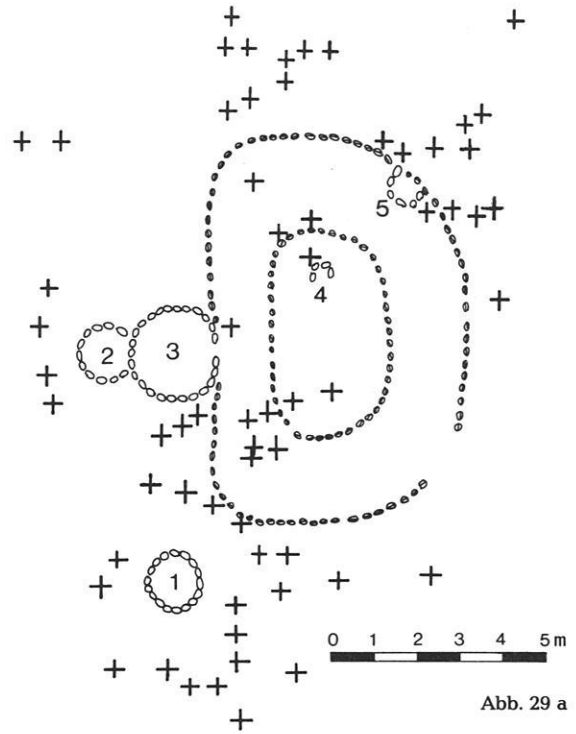


Abb. 29 a

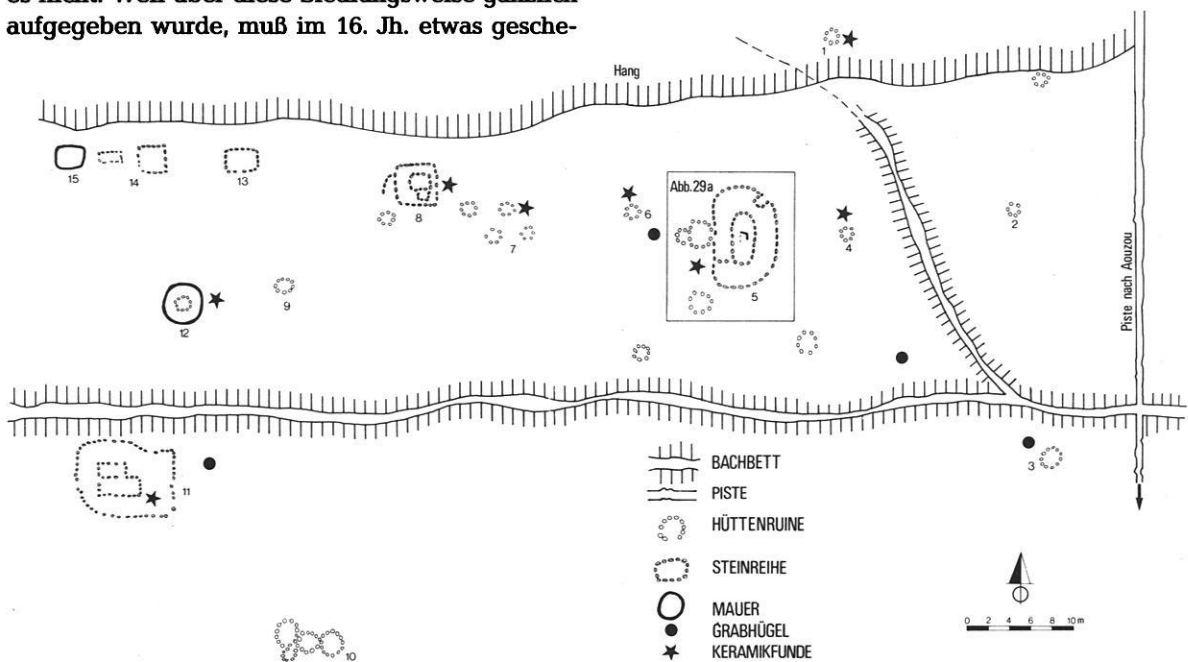


Abb. 29: Wüstung südwestlich von Moya (bei Aouzou). Links: Übersichtsskizze, rechts: Hausgruppe 5. 1,2,3 = Hüttenruinen, 4 = Herd, 5 = Käfig, + = Keramikfunde.

Nach Sallah Chaimi, dem Sohn des letzten Derde, Chai, kehrte dieser Clan vor 14 Generationen aus Bornu an der Nordweststrecke des Tschad-Sees in ihr altes Heimatland zurück. Da er sämtliche Oberhäupter des Clans aufzählen konnte, gibt es keinen Anlaß, an der Richtigkeit dieser Tradition zu zweifeln. Das würde bedeuten, daß die Einwanderung im 16. Jh. stattfand (vgl. J. CHAPELLE, 1957, 72 ff.; A. KRONENBERG, 1958, 81 f.; P. FUCHS, 1961, 104 ff.). Es kam zu einem Bündnis mit dem alten führenden Clan, Tozoba, wobei die Derde-Würde an das Oberhaupt der Tomagra übertragen wurde. Die Tomagra bemühten sich um die Ausdehnung ihrer Autorität und Oberhoheit.

Wahrscheinlich hat dieses Ereignis dazu beigetragen, innere Streitigkeiten zu beseitigen und dadurch das Land nach außen zu stärken. Die Tomagra brachten große Kamelherden mit nach Tibesti und hatten dadurch die Möglichkeit, ihre Verbündeten damit auszurüsten (P. FUCHS, 1961, 206). Unter den in den Raubkriegen erfahrenen Tomagra unternahmen die berittenen Tubus Raubzüge gegen fremde Karawanen und Stämme. Darüber singt der Schmied auf dem Tamtam-Platz immer noch zur Ehre der tanzenden Nachfahren (vgl. Ch. LE COEUR, 1955, und O. RÖNNESETH, 1971). Die Tomagra sind immer noch die Vornehmsten unter den Vollnomaden. Für diese soziale Schicht ist es herabwürdigend, sich mit dem Ackerbau zu beschäftigen. Er gilt bei ihnen als Sklavenarbeit.

Vergessen wir bei der Betrachtung der Bergsiedlungen in der Umgebung der Oasen nicht die dortigen Ackerbauern (Abb. 30, Photo 21). Es handelt sich um die Kamadja (Freigelassenen) und die sogenannten Halbnomaden, die neben ihrem Boden-

bau auch Transhumance betreiben. Vielleicht sind nicht alle Vorfahren der Kamadja durch Kauf und Raub nach Tibesti gelangt. Diese Pariaklasse war früher viel zahlreicher und kann vor langer Zeit aus irgend einem Grunde in Abhängigkeit von den Vollnomaden geraten sein. Der größte Teil der Bodenbauern gehörten den Clans Zuia, Cerdega und Kocheda an, die früher einen Stamm, Bardoa, gebildet haben sollen (P. FUCHS, 1961, 111 f., und A. KRONENBERG, 1958, 138 f.). Man hält sie für die ältesten noch lebenden Einwohner Tibestis. Seit jeher waren sie Ackerbauern, und die Tradition berichtet, daß sie vor den ersten Kamelen, die sie sahen, auf die Felsen flüchteten (FUCHS, 1961, 111). KRONENBERG meint unter ihnen uralte Erntedankopfer und Agrarkulte feststellen zu können. Diese Vorstellungen sind aus den Clanmythologien abgeleitet und durch nichts sonst nachgewiesen (vgl. H. HAGEDORN, 1966, 285). Auf alle Fälle hatte diese Schicht in Zeiten der Unruhe am meisten zu leiden. Es ist darum gut möglich, daß sie dann mit ihren Ziegen auf den nächsten Bergplateaus übernachteten und am Tage ihrer Bodenarbeit in den Oasen nachgingen. Waren sie wirklich die Autochthonen, so fand bei der Einwanderung der Vollnomaden eine soziale Änderung statt, wobei ein Teil von ihnen sogar die Freiheit verloren haben könnte. Der Lösung dieses Problems kann man nur auf den Gräberfeldern näher kommen.

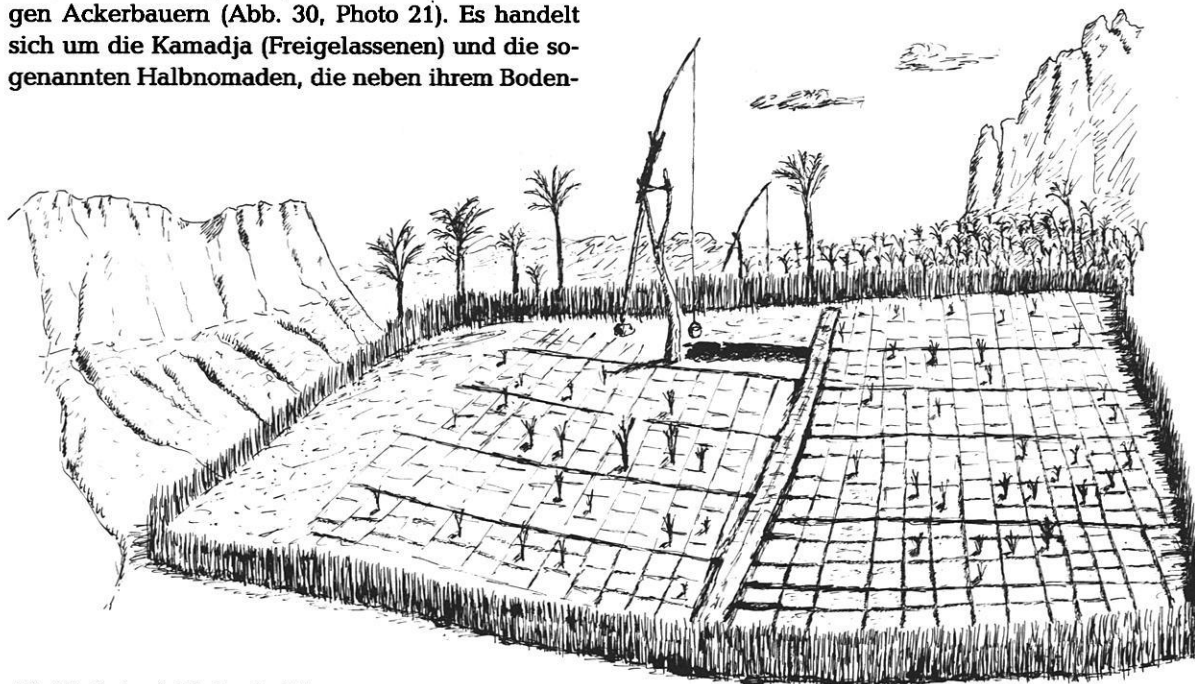


Abb. 30: Garten in Muska, Bardai.

5. Das Verhältnis zwischen den sesshaften Oasenbauern und den Nomaden im Lichte der präislamischen Gräber

Die Herkunft und ethnische Zugehörigkeit der Tubus steckt im Dunkeln. Doch haben sich mehrere Verfasser mit diesem Problem befaßt. Schon G. NACHTIGAL (1878, 423-426) sah in den Tubus die von Herodot erwähnten troglodytischen Äthiopier, die von den Garamanten auf vierspännigen Wagen verfolgt wurden. Es ist historisch belegt, daß das Garamantenreich, das von den Römern vernichtet wurde, in Fezzan lag, und da die Troglodyten nach den alten griechischen Verfassern in Höhlen wohnten, muß ihre Heimat ein benachbartes Bergland gewesen sein. Für J. CHAPPELLE (1957, 36) kommt dabei nur Tibesti in Betracht. Andere Verfasser wie P. FUCHS (1961, 193) lehnen diese Theorie ab, weil sie im Tibesti keine früheren Wohnhöhlen festgestellt haben. Es fragt sich aber, ob der Ausdruck Höhle in dieser Verbindung so buchstäblich genommen werden kann. Wir wissen nun, daß die Viehzüchter von Tibesti schon im Neolithikum feste Wohnplätze in engen Räumen an den Füßen steiler Bergwände hatten (vgl. auch B. GABRIEL, 1977, 70, und 1978, 189 ff.). Solche Wohnplätze könnten in den Berichten, die erst auf langen Umwegen die alten Griechen erreichten, leicht zu Höhlen werden. Ca. 270 v. Chr. heißt es bei Artemidoros (Übersetzung bei L. FROBENIUS, 1916), daß die Troglodyten in der Wüste östlich von Ägypten ihre Toten in Hockerstellung begruben und sie mit Steinen zudeckten. Wie verhält es sich nun mit den präislamischen Bestattungssitten in Tibesti?

Die Gräber können in zwei zeitlich aufeinanderfolgende Hauptgruppen eingeteilt werden: Bodengräber und Kammergräber.

Die Bodengräber kommen in mehreren Varianten vor. Ihnen gemeinsam ist aber das Fehlen einer Grabkammer. Der Leichnam liegt in Hockerstellung ca. 2 Fuß unter der Oberfläche und ist mit einem größeren oder mehreren kleinen Steinen zugedeckt. Die Gräber liegen vereinzelt oder in kleinen Gruppen völlig unabhängig von den Oasen. Es sei hinzugefügt, daß die Grabsteine gleich stark patiniert sind wie diejenigen in natürlicher Lage (O. RÖNNESETH, 1968, vgl. B. GABRIEL, 1970).

Die Kammergräber können in zwei Untergruppen eingeteilt werden: zylinderförmige und konischförmige Gräber. Auch hier ist der Leichnam in Hockerstellung bestattet, aber er liegt in einer gemauerten Grabkammer in der Mitte der Anlage und ca.

2 Fuß über der Bodenoberfläche. Die Steine dieser Gräber sind weicher patiniert als diejenigen der unberührten Bodenoberfläche (Photo 22).

Charakteristisch für diese Periode sind die großen Gräberfelder auf den Hängen in der Umgebung der Oasen. Hier hat jedes Dorf sein eigenes Gräberfeld. Die Ausbildung dieser Gräberfelder hat einen deutlichen Zusammenhang mit dem Heranwachsen der Oasenbesiedlung und dem Übergang zum Bodenbau. Für diese Oasenbauern war das Wasser von größter Bedeutung. Das kommt auf den Gräberfeldern deutlich zum Ausdruck. Die Gräber eines Hanges sind nämlich nicht gleichmäßig über das ganze Gräberfeld verteilt (Photo 23).

Die Hänge sind durch Tälchen verschiedener Ausformung zerschnitten. Die Gräber liegen reihenweise auf den Hängen oder auf der Talsohle an beiden Seiten der dort eingeschnittenen Bachbette (O. RÖNNESETH, 1968, 7; H.-J. PACHUR, 1970, 50). Studiert man die Lage der Gräber und ihre Bauweise näher, wird man interessante Unterschiede finden, die sowohl Licht auf die Klimaentwicklung als auf die soziale Entwicklung der Kammergräberzeit werfen. Auf den Gräberfeldern ist nämlich eine deutliche horizontale Stratigraphie festzustellen. Die Bestattung hat am entlegensten Teil begonnen und sich in Richtung des Dorfes fortgesetzt. Das Gräberfeld kann in dieser Hinsicht in drei Abschnitte eingeteilt werden, die hier nur ganz kurz besprochen werden können (Abb. 31).

Aus praktischen Gründen bezeichne ich diese Abschnitte mit I, II, III. Im Abschnitt I, d. h. am weitesten vom Dorf weg, finden sich nur große und sorgfältig gebaute Zylindergräber. Sie liegen bevorzugt auf den sanften Hängen flachmuldenförmiger Tälchen. Im Abschnitt II hat die Austrocknung zugenommen. Die Gräber sind im Durchschnitt kleiner und nicht so sorgfältig gebaut wie im Abschnitt I. Sie liegen auf der Talsohle, d. h. dem rezenten Bachbett näher. Der periodische Sturzregen scheint aber erst später stärker zugenommen zu haben, denn oft kommen halbzerstörte Gräber vor, weil sie bei Hochflut in den rezenten Bachrinnen seitlich angeschnitten worden sind. Schon am Beginn dieser Phase treten die konischförmigen Grabanlagen auf. Sie sind bei weitem nicht so zahlreich wie die Zylindergräber und sind auch nicht so sorgfältig gebaut. Es handelt sich aber immer um sehr große Gräber und ihre Lage ist nicht von den Bächen bestimmt. Sie liegen bevorzugt auf den Rücken zwi-

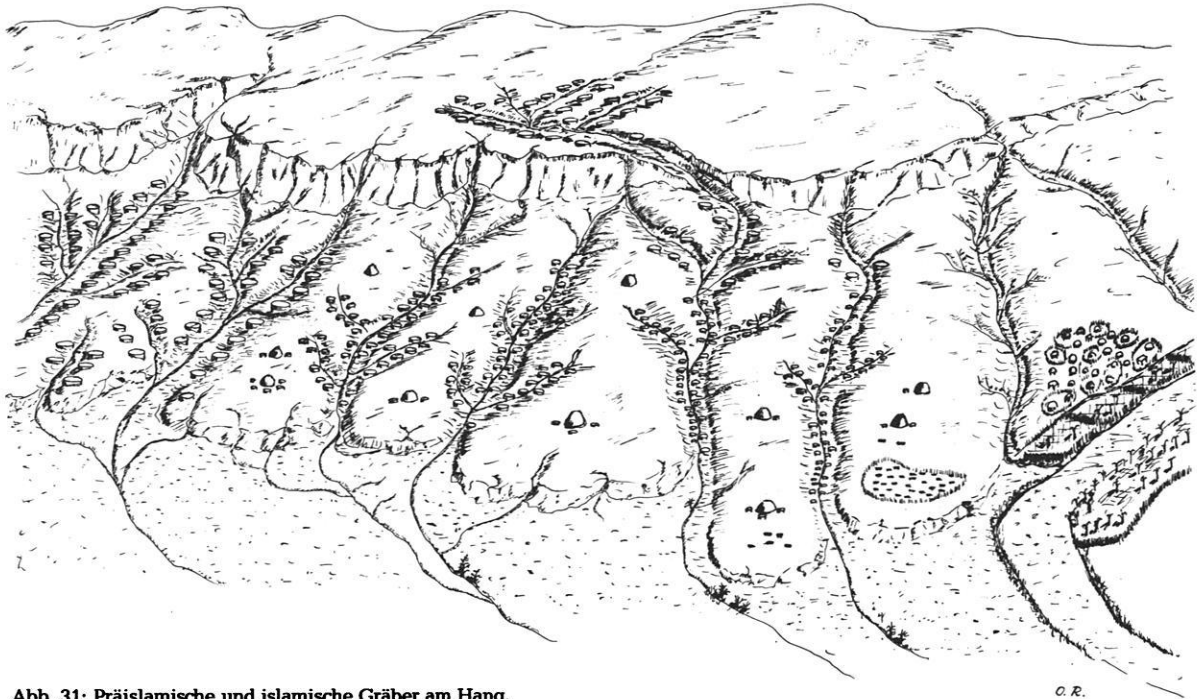


Abb. 31: Präislamische und islamische Gräber am Hang.

schen den einzelnen Tälchen. Im Abschnitt III sind die Zylindergräber am kleinsten und am einfachsten gebaut. Sie liegen dem rezenten Bachbett am nächsten. Hier befinden sich auch die Sklavengräber, die manchmal von den kleinsten und einfachsten Zylindergräbern kaum zu unterscheiden sind. Auf den Rücken finden sich immer noch die großen konischförmigen Gräber, und dort treten auch die ersten islamischen Gräber auf, d. h. auch sie richten sich nicht nach den Bachbetten.

Zwei Gräber am Beginn des Abschnittes II und eins des Abschnittes III konnten radiometrisch datiert werden: 180 ± 40 v. Chr. (Hv 3771), 130 ± 55 v. Chr. (Hv 4351), 1650 bis 1950 n. Chr. (Hv 3772). Die zuletzt erwähnte Zeitangabe gibt das Ende der Zylindergrabperiode an, aber auch den Anfang der Sklavengräber und der ersten islamischen Gräber. Wahrscheinlich ist das Grab älter als ca. 1800 n. Chr., da um diese Zeit Tibesti auf alle Fälle als islamisch zu betrachten ist. Es handelt sich um ein kleines Zylindergrab, in dessen Grabkammer nur Eselzähne zu finden waren.

Im vorliegenden Zusammenhang sind aber die zwei ersteren Daten wichtiger. 1971 wurden sie durch die Datierung eines Skelettes, das D. JÄKEL in einem zerstörten Zylindergrab auf demselben Gräberfeld (Zoui) fand, ergänzt. Die ^{14}C -Altersbestimmung ergab 115 ± 320 v. Chr. (Hv 4498). Nach der Lage dieses Grabes zu urteilen, möchte ich es ebenfalls am Beginn der Phase II einordnen⁷.

Nach diesen Ergebnissen gehören also die Zylindergräber des Abschnittes I in eine Zeit, die vor ca. 100 v. Chr. liegt. Auf Grund der vielen Gräber dieses Abschnittes hat sich diese Phase sicherlich über mehrere Generationen erstreckt, d. h. es ist durchaus damit zu rechnen, daß zu Herodots Zeit diese Bestattungsweise schon ihren Eingang in Tibesti gefunden hatte. Das ermöglicht, seine Auskünfte über die Troglodyten von einem neuen Gesichtspunkt aus zu besprechen, der bisher nicht möglich war.

Weil die Änderung der Grabsitte mit der Einführung einer neuen Wirtschaftsweise, des Ackerbaus, so eng verbunden zu sein scheint, können die Erneuerungen sehr wohl mit der Einwanderung von Menschen eines anderen Kulturkreises zusammenhängen. Dann kommt vor allem das Nachbarvolk im Norden, die Garamanten, in Betracht. Ihre Gräber in Fezzan sind genau so gemauert wie die ältesten Zylindergräber (Chouchet Typ) in Tibesti. Zur Zeit Herodots, d. h. um 500 v. Chr. kannten sie nicht nur den Ackerbau, sondern legten sogar künstliche Äcker an.

Auf alle Fälle ist wichtig, daß die neue Grabsitte

⁷ Für seine briefliche Auskunft über die genaue Lage des Grabes möchte ich Herrn Prof. D. JÄKEL danken.

Tibesti lange vor dem ersten Vorstoß der Römer in das Garamantenreich erreicht hatte. Dies geschah erst in der Zeit 20 bis 19 v. Chr., wobei seine Hauptstadt Garama (heute Djerma) erobert wurde (H. WEIS, 1977, 105). Bei den Garamantensiedlern in den Oasen von Tibesti kann es sich darum nicht um Menschen handeln, die als Folge der Römervorstöße in die Berge flüchteten, geschweige denn um kleinere Gruppen, die im 7. Jh. n. Chr. vor den Arabern flohen, wie FUCHS annimmt (P. FUCHS, 1961, 196). Es liegt näher, die Garamanten, welche die Troglodyten in die Flucht schlugen, als Emigranten zu sehen, die neues Land suchten, weil die zunehmende Austrocknung zur Überbevölkerung in den Oasen in Fezzan führte. Die Täler Tibestis waren in dieser Beziehung günstiger gelegen. Bei dieser Kolonisation konnte Streit mit der Hirtenbevölkerung dieses Berglandes entstehen. Daß die Garamanten wirklich auf Streitwagen nach Tibesti kamen, bezeugen die Felsmalereien der Pferdezeit. Die Kutscher dieser Wagen tragen libysche Mäntel (P. HUARD, 1977, 278). Ob nun die alte Bevölkerung von den Fremden gänzlich vertrieben wurde oder in ihr aufging, wissen wir nicht. Die untersuchten Skelette aus Gräbern dieser Zeit in Fezzan zeigen, daß die Garamanten dem „African-Mediterranean“-Typ angehören. Aus Nord-Tibesti sind Skelettreste von nur 15 Individuen bekannt. Von den vier ins Neolithikum bzw. in die Bodengräberzeit zu datierenden Individuen sind zwei als „negroid“ und zwei als „nicht negroid“ anzusehen (B. HERRMANN und B. GABRIEL, 1972, 143 ff.). Vier Skelette aus Zylindergräbern bei Aouzou wurden von LEBLANC einer negroiden oder gemischten Rasse zugeordnet (E. LEBLANC, 1935, 223 ff.). Es ist also gut möglich, daß in der Bodengräberzeit eine negroide und eine nicht negroide Rasse in Nord-Tibesti lebten und daß in der Kammergräberzeit eine Mischung aller drei Gruppen, d. h. der zwei einheimischen und der fremden, stattfand. Aber wie passen nun die nichtnegroiden und bis vor kurzem kriegerischen Kamelnomaden in dieses Bild hinein?

Wie erwähnt, tritt am Beginn des Abschnittes II, d. h. um etwa 100 v. Chr., ein neuer Grabtyp auf, gleichzeitig wie das Zylindergräbervolk seine Gräber kleiner baute und sie näher an die rezenten Wasserrinnen rückte. Es sieht fast so aus, als wenn sie dadurch eine Durchströmung der Grabkammer beim Hochwasser erreichen wollten. Die Errichter der neuen konischförmigen Gräber scheinen vom Wasser nicht so abhängig gewesen zu sein. Mehrere dieser großen Gräber auf den Rücken zwischen den Tälchen sind von nun an von kleinen Zylinder-

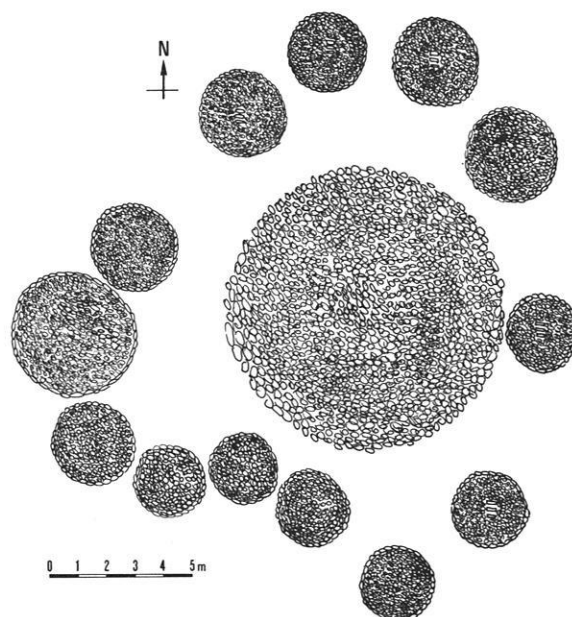


Abb. 32: Konischförmiges Grab (h ~ 3 m) im Kreis von Zylindergräbern.

gräbern umgeben (Abb. 32). Es scheint tatsächlich so, als habe in Tibesti um diese Zeit eine soziale Umwälzung stattgefunden: Das Zylindergrabvolk wurde ärmer und geriet zum Teil in Abhängigkeit des neuen Herrenvolkes. Diese Entwicklung, die auf den Gräberfeldern bis in die Neuzeit verfolgt werden kann, entspricht dem heutigen sozialen Unterschied zwischen den Kamelnomaden und den Oasenbauern. Von den jüngsten Zylindergräbern gibt es eine zusammenhängende Linie bis zu den großen und schön gemauerten Zylindergräbern aus den Jahrhunderten vor Chr. Geb. Fremde Elemente sind die konischförmigen Grabanlagen und die islamischen Gräber. Die frühesten islamischen Gräber, die in das 16. Jh. zu datieren sind, weil der Clan Tomagra schon vor der Einwanderung islamisch war und diese Lehre in Tibesti einführte, haben nicht nur dieselbe Lage wie die konischförmigen Gräber, sondern auch gewisse äußere Ähnlichkeiten, so daß ich hier einen Zusammenhang sehen möchte.

Trotz ihrer leeren Grabkammer sind die präislamischen Gräber eine wichtige Quellengruppe zur Beleuchtung der sozialen Entwicklung in Tibesti der letzten 2000 bis 3000 Jahre. Aber sie können auch sehr viel über die jüngere Klimaentwicklung dieses Berglandes erzählen. Darum werden diese Untersuchungen ausführlicher in einem anderen Zusammenhang behandelt werden.

6. Zusammenfassung

Die Stratigraphie einer Fläche zwischen Inselbergen am Bardaibecken im Tibestigebirge bezeugt, daß es im Neolithikum (Hirtenzeit) hier Dauersiedlungen gab und darum auch zusammenhängendes Weideland. Auf die ca. 80 cm mächtige Siedlungsschicht dieser Zeit folgt eine ca. 30 cm mächtige Schicht angeschwemmten und lockeren Grobmaterials. Während dieser Zeit müssen die Niederschläge als periodischer Sturzregen gekommen sein. Nach Beendigung der Überflutung bildete sich auf der Grussschicht allmählich eine dünne und helle Schluffschicht aus. Diese Stufe war schon vor 800 n. Chr. erreicht, denn um diese Zeit errichtete auf dieser Schluffschicht eine Familie ihre Hütten. Diese Siedlung hat keine Kulturschicht hinterlassen, dagegen Keramikscherben eines anderen Typs als diejenigen unter der Oberfläche. Eine jüngere Variante dieser Keramik war noch um 1200 im Gebrauch. Diese Keramik, die hier wegen des rötlichen Tonschlicküberzuges die rote Keramik genannt wird, findet sich immer wieder in Verbindung mit den Hüttenruinen der verlassenen Siedlungen, die in großer Anzahl in den Tälern und auf den Talhängen der Höhenregion der Schluchten vorkommen. So dicht wie sie liegen, können sie nur periodisch von Nomaden oder Halbnomaden bewohnt gewesen sein. Die Weidemöglichkeiten dieser Zeit, ca. 800 bis 1200, waren aber beträchtlich günstiger als heute, wo sowohl die Voraussetzung eines Nomadismus als auch einer Transhumance fehlt.

In dieser Periode waren auch die Plateaus isolierter Berge, besonders in der Umgebung der Oasen, besiedelt. Auch hier liegt die älteste ¹⁴C-Datierung um 800 n. Chr., und auch hier finden sich Scherben

der roten Keramik. Diese Stellen waren aber länger bewohnt als die der Täler. Nach der Zeit der roten Keramik wurden Hütten eines anderen Typs errichtet. Sie sind auch besser erhalten. Statt der roten Keramik findet sich hier Keramik eines Typs, der bis zu unserer Zeit im Gebrauch war. Nach den ¹⁴C-Datierungen wurden diese Siedlungen im 16. Jahrhundert verlassen.

Da diese Bergplateaus damals ebenso kahl und wasserlos waren wie heute, kann es sich hier nur um Siedlungen handeln, die besonders von den Ackerbauern der Oasen angelegt wurden, damit sie dort mit ihren Ziegen während kriegerischer Zeiten Zuflucht finden konnten. Ihre endgültige Aufgabe hängt vermutlich mit der politischen und militärischen Konsolidierung zusammen, die unter der Leitung der im 16. Jh. in Tibesti eingewanderten kriegerischen Vollnomaden, der Tomagra, stattfand.

Der soziale Unterschied, der heute noch zwischen den Vollnomaden und den Ackerbauern der Oasen besteht, konnte auf den präislamischen Gräberfeldern bis etwa 100 v. Chr. zurückverfolgt werden. Um diese Zeit tritt hier ein neuer Grabtyp auf, dessen Errichter nicht so sehr vom Wasser abhängig waren wie die autochthonen Ackerbauern. Die Gräber der letzteren werden fortan immer kleiner und einfacher gebaut, um im jüngsten Abschnitt des Gräberfeldes in die sogenannten Sklavengräber überzugehen⁸.

⁸ Die Frage, ob die Sklavengräber typologisch als Weiterentwicklung der Zylindergräber zu betrachten sind oder nicht, habe ich in einem noch nicht veröffentlichten Aufsatz näher besprochen.

Summary

The stratigraphy of an area between inselbergs on the edge of the Bardai basin (Tibesti Mts.) proves the existence of permanent settlements here in the Neolithic (pastoral) period and, therefore, the existence of adequate pasture land. Approximately 80 cm thick, this settlement layer is followed by a layer which is about 30 cm thick and contains alluvial and loose coarse material. During this period rainfall must have been periodic and torrential. After flooding had ceased, a thin, light-coloured silt layer formed gradually on top of the loose material. This layer must have been fully formed by 800 AD, since at this time a family built its huts on top of it. No settlement layer was left; however, different types of sherds from those below the surface are found. A younger variation of this pottery was still in use about 1200. This pottery, known as red pottery because of its reddish clayey-mud surface, is found again and again in combination with the ruined huts of the numerous deserted settlements in the valleys and on the valley slopes of the gorge region. These huts are so near to one another that they must have been inhabited only periodically by nomads or semi-nomads. Grazing conditions at this time, about 800 to 1200, were considerably better than today, when the preconditions for nomadism and transhumance do not exist.

During this period, there were also settlements on the plateaux of isolated mountains, especially near the oases. Here too, the oldest ^{14}C date is about 800 AD, and there are also sherds of red pottery. These sites were inhabited for a longer period than the valleys. They are also better preserved. Instead of red pottery, there is a type of pottery in use up to the present. Judging by the ^{14}C dates, these settlements were abandoned during the 16th century.

Since these mountain plateaux were just as bare and arid as today, these can only be settlements built by the oasis dwellers as a refuge for themselves and their goats during times of war. The settlements were probably finally abandoned following the political and military consolidation that occurred under the leadership of the Tomagra, warlike nomads who migrated to the Tibesti during the 16th century.

The social differences still existing today between the nomads and the oasis cultivators could be traced back to about 100 BC in the pre-islamic burial grounds. At this time a new type of grave occurred, made by people who were not as dependent on water as the autochthonous cultivators. The latter's graves became progressively smaller and simpler and were replaced by the so-called slave graves in the most recent section of the burial grounds.

Résumé

La stratigraphie d'une étendue entre des inselbergs en bordure du bassin de Bardai au Tibesti prouve qu'aux temps néolithiques (période de bergers), il y avait des habitats permanents, et, par conséquent, une région herbagère. La couche d'habitat de cette époque qui est d'une épaisseur de 80 cm se superpose une couche de 30 cm d'épaisseur composée de gros matériaux meubles d'origine alluviale. Pendant cette époque, les précipitations ont dû se manifester par des averses très fortes et périodiques. Après les inondations, une couche mince et claire de limon s'est déposée sur la couche alluviale. Cette phase était déjà atteinte avant l'an 800, car, à cette époque, une famille installait ses huttes au-dessus de cette couche limoneuse. Cet habitat n'a laissé aucune couche mais des morceaux de céramique d'un autre type que ceux trouvés sous la surface. Une variante plus récente de cette céramique qui est appelée la céramique rouge à cause de sa surface de boue argileuse, se trouve toujours de paire avec les ruines des huttes des habitats abandonnés que l'on rencontre en grand nombre dans les vallées et sur les pentes des vallées à l'altitude des gorges. Les ruines sont tellement nombreuses qu'elles n'ont pu être habitées que périodiquement par des nomades ou des semi-nomades. Les possibilités de pâturages de cette époque (800–1200) étaient beaucoup plus favorables qu'aujourd'hui, ou les conditions pour le nomadisme ainsi que pour la transhumance ne sont pas données. Pendant cette période, même les plateaux de monts isolés, surtout aux alentours des oasis, étaient

peuplés. On estime la plus ancienne datation au radiocarbone vers l'an 800, et on y trouve aussi des morceaux de céramique rouge. Mais, ces endroits étaient plus longtemps peuplés que les vallées. Après la période de la céramique rouge on a construit des huttes d'un autre type. Elles sont mieux conservées. Au lieu de la céramique rouge, on y trouve un type de céramique qui a été utilisé jusqu'à présent. Selon les datations au radiocarbone, ces habitats ont été abandonnés au 16^{ème} siècle.

Comme les plateaux de ces monts étaient, à cette époque, aussi dénudés et arides qu'aujourd'hui, il ne peut s'agir que d'habitats installés surtout pour ceux qui travaillaient la terre dans les oasis pour s'ils puissent trouver refuge avec leurs chèvres en temps de guerre. L'abandon définitif est vraisemblablement lié à la consolidation politique et militaire qui a eu lieu sous la conduite des nomades guerriers, les Tomagra, immigrés au Tibesti au 16^{ème} siècle.

Grâce aux champs funéraires préislamiques on a pu montrer que la différence sociale qui existe encore aujourd'hui entre les nomades et les habitants des oasis remonte jusqu'à l'an 100 av. J.-C. A cette époque-là, un nouveau type de tombeau apparaît; leurs constructeurs ne dépendaient plus tellement de l'eau comme les paysans autochtones. Les tombeaux de ceux-ci deviennent dès lors de plus en plus petits et simples pour passer à la partie la plus récente des champs funéraires à ce qu'on appelle les tombeaux d'esclaves.

Literaturverzeichnis

- CHAPELLE, J. (1957): Nomades Noirs du Sahara. – *Recherches en Sciences Humaines* 10. Paris
- DALLONI, M. (1934): Mission au Tibesti 1930-31. – *Mémoires de L'Académie des Sciences de L'Institut de France*. Paris
- FROBENIUS, L. (1916): Der kleinafrikanische Grabbau. – *Prähist. Zeitschr.*, B. VII
- FUCHS, P. (1961): Die Völker der Südost-Sahara. – *Veröffentlichungen zum Archiv für Völkerkunde in Wien*, 6
- GABRIEL, B. (1970): Bauelemente präislamischer Gräbertypen im Tibesti-Gebirge (Zentrale Ostsahara). – *Acta Praehistorica et Archaeologica* 1, 1-28. Berlin
- GABRIEL, B. (1973): Steinplätze: Feuerstellen neolithischer Nomaden in der Sahara. – *Libyca*, 21, 151-168. Alger
- GABRIEL, B. (1977): Zum ökologischen Wandel im Neolithikum der östlichen Zentralsahara. – *Berliner Geogr. Abh.*, H. 27
- GABRIEL, B. (1978): Gabrong – Achtausendjährige Keramik. – In: *Sahara – 10 000 Jahre zwischen Weide und Wüste*, 189-196. Köln
- GEYH, A. M., und JÄKEL, D. (1974): ¹⁴C-Altersbestimmungen im Rahmen der Forschungsstation der Außenstelle Bardai/Tibesti der Freien Universität Berlin. – *FU Pressedienst Wissenschaft*, Nr. 5, 1974, 106-117
- HABERLAND, W. (1975): Untersuchungen an Krusten, Wüstenlacken und Polituren auf Gesteinsoberflächen der nördlichen und mittleren Sahara (Libyen und Tchad). – *Berliner Geogr. Abh.*, H. 21
- HAGEDORN, H. (1966): Beobachtungen zur Siedlungs- und Wirtschaftsweise der Toubous im Tibesti-Gebirge. – *Die Erde*, H. 4, 268-288. Berlin
- HERRMANN, B., und GABRIEL, B. (1972): Untersuchungen an vorgeschichtlichem Skelettmaterial aus dem Tibesti-Gebirge (Sahara). – *Berliner Geogr. Abh.*, H. 16, 143-151
- HERODOT: Neun Bücher der Geschichte. – Übers. Goldhagen. München und Leipzig 1911
- HUARD, P. (1978): Die Felsbilder des Tibesti-Gebirges. – In: *Sahara – 10 000 Jahre zwischen Weide und Wüste*, 272-278. Köln
- KRONENBERG, A. (1958): Die Teda von Tibesti. – *Wiener Beiträge zur Kulturgeschichte und Linguistik* 12. Horn-Wien
- LEBLANC, E. (1934): Étude de Fragments des Squelettes provenant d'Aouzou (Tibesti). – In: *Mission au Tibesti 1930-1931. Mémoires de l'Académie des Sciences de L'Institut de France*, B. 2, 223-230. Paris
- LE COEUR, Ch. und LE COEUR, M. (1955): *Grammaire et Textes Teda-Daza*. – *Mem. Inst. France. Afrique Noire*. IFAN, Nr. 46, Dakar
- NACHTIGAL, G. (1878): *Sahara und Sudan*. Berlin
- OKRUSCH, M., STRUNK-LICHTENBERG, G., und GABRIEL, B. (1973): *Vorgeschichtliche Keramik aus dem Tibesti (Sahara)*. – *Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft*, B. 50, Nr. 8, 261-267. Bad Honnef
- PACHUR, H. (1970): Zur Hangformung im Tibesti-Gebirge (Republique du Tchad). – *Die Erde*, Jg. 101, H. 1, 51-54. Berlin
- RØNNESETH, O. (1968): Vorläufiger Bericht über meine Tätigkeit als Teilnehmer einer Arbeitsgruppe des Geomorphologischen Laboratoriums der Freien Universität Berlin in Tibesti, République du Tchad. – Ungedruckt, im Archiv des Geom. Lab. Berlin
- RØNNESETH, O. (1971): *Saharas svarte nomadar og borgarkrigen i Tchad*. – *Syn og Segn*, H. 1. Oslo
- WEISS, H. (1977): Die Sahara im Lichte der Geschichte. – In: *Sahara – 10 000 Jahre zwischen Weide und Wüste*, 272-278. Köln

Anschrift des Autors:
 Dr. Ottar Rønneseth,
 Erfjordgatan 49, N-4000 Stavanger

Alle Aufnahmen vom Verfasser, 1967/68.

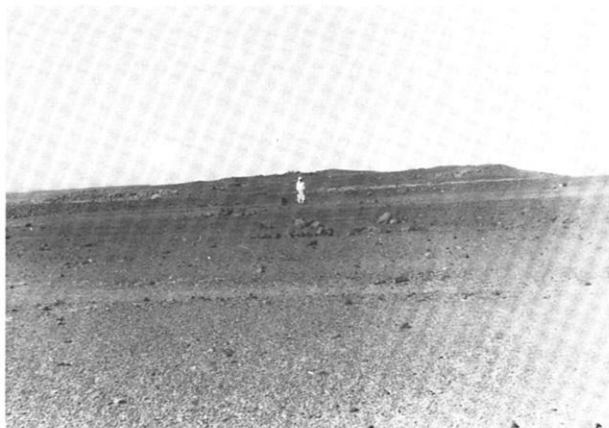


Photo 1: Überreste von Hütten mit paläolithischen Funden.



Photo 2: Ruine am Südwestrand des Bardaibeckens.



Photo 3: Verlassene Siedlung auf einem Bergplateau bei Aouzou.



Photo 4: Verlassene Siedlung bei Tiebero.



Photo 5: Das Dorf Karra in der Oase Aouzou.



Photo 6: Tubufrauen beim Bau einer Schilfhütte in Budi.



Photo 7: Die Kamadja-Frau Gaida bei der Keramikherstellung in Karra.



Photo 8: Gaida mit der von ihr hergestellten Keramik.



Photo 9: Raum zwischen den Inselbergen in Helgeda.



Photo 10: Lockermaterial in Abri (1) in Helgeda.



Photo 11: Feinmaterial in einem Abri (2) in Helgeda.



Photo 12: Neolithische Funde. — Der halbe Armring fand sich in der Grusschicht, das Beil (unten rechts) auf der Oberfläche in Helgeda.

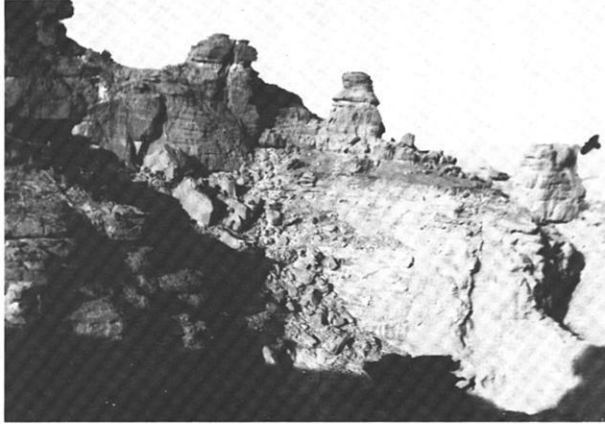


Photo 13: Der Aufstieg (in der Mitte) zur Höhle auf Zou-Zoui.



Photo 14: Der Eingang zur Höhle Zou-Zoui.



Photo 15: Hüttenruine auf dem Berg Zou-Zoui (Nr. 2). Auf dem Inselberg in der Bildmitte befindet sich ebenso eine Hüttenruine.



Photo 16: Wurfsteine auf dem Gipfel des Berges.



Photo 17: Die Ruine auf dem Gipfel des Inselberges in Zou-Zoui.



Photo 18: Der Opferplatz Zou-Zoui.



Photo 19: Salla Chaimi bei der Demonstration des Rituals auf dem Opferplatz auf Zou-Zoui.



Photo 20: Tubu beim Opfern auf einem Berg.



Photo 21: Tubufrau bei der Bodenarbeit.



Photo 22: Zylindergrab auf dem Gräberfeld bei Zoui. Durchmesser ca. 14 m.



Photo 23: Gräber am Bachbett. Auf dem Riedel oben rechts drei konischförmige Gräber.

Höhenflucht aus den Weizengärten des Tarso Yéga¹ (Tibesti-Gebirge, Zentrale Sahara)

von Peter Rostankowski

Vorbemerkung

Im Frühsommer 1968 wirkte sich die Erhebung der Nordregion gegen die Zentralregierung des Tschad auch auf die Lebensmittelversorgung der Tibbu-Bevölkerung im Tibesti-Gebirge aus. Vor allem mangelte es an dem zur Hauptnahrung gewordenen Breigetreide Hirse, das sonst aus dem Süden des Landes zu erträglichen Preisen mit Lastkraftwagen herangeschafft wurde.

Unter diesen Bedingungen sprachen die Einwohner der Oase Bardai häufiger über die frühere und gegenwärtige Eigenproduktion von Lebensmitteln innerhalb des Gebirges. Dabei war man sich allgemein einig, daß die Bevölkerung des Tibesti sich nicht aus regionalen Ressourcen ernähren könnte. Dies sei gleich anfangs gesagt, um keinen falschen Eindruck über die Erzeugungsmöglichkeiten im Tibesti entstehen zu lassen². Wegen des herrschenden Lebensmittel Mangels erhielt die Eigenversorgung aber einen höheren Gesprächs- und auch Realwert. U. a. wurde bedauert, daß der Getreideanbau auf dem Tarso Yéga sehr stark zurückgegangen war, so daß auch von dort keine Unterstützung erwartet werden durfte.

Etwa zu gleicher Zeit kehrte D. GAVRILOVIĆ, damals Dozent am Geographischen Institut der Universität Belgrad, Jugoslawien, und von März bis August 1968 Angehöriger der Forschungsstation Bardai, von einem Geländeaufenthalt zurück. Im Zuge seiner Marschroute hatte er auch den Tarso Yéga durchquert. G. berichtete dem Verfasser in Bardai, daß er sowohl die aktuellen als auch die wüstgefallenen Weizengärten auf dem Yéga gesehen hätte und empfahl, da er sich nur sehr allgemein äußern konnte, das Problem genauer zu untersuchen. Daraufhin informierte ich mich weiter über den Gegenstand, der für das Gebirge aus zwei Gründen eine Besonderheit ist:

1. Nirgendwo im Tibesti-Massiv außer dem Tarso Yéga sind in der Caldera eines erloschenen Vulkans Getreidegärten zu finden.

2. Nirgendwo im Tibesti-Massiv außer dem Tarso Yéga wird in einer Höhe von etwa 2100 m ü. Meer Getreide angebaut.

In der Regel werden die Flächen über 2000 m Höhe, die eine wüstensteppenartige Horstvegetation tragen, als Viehweide genutzt. Wasser ist hier – wie überall – knapp. Nur auf den Alluvionen entlang der Engstrecke der Caldera-Hauptentwässerungslinie des Tarso Yéga kann aus recht flachen Brunnen so viel Wasser gezogen werden, daß die Bewässerung von Getreidegärten gesichert bleibt. Da sich Bougi Dazami aus Zoui (später in Sebha/Libyen) bereit erklärte, sowohl als Führer und – was noch wichtiger war – als Dolmetscher den Verfasser zu begleiten³, wurde die Untersuchung beschlossen und folgende Route gewählt: Nach Autofahrt von Bardai erfolgt der Anmarsch mit Kamelen ab Piste bei Kamai über Néma Némasso, Enneri⁴ Wountiou zum Tarso Yéga. Der Aufenthalt im Tarso Yéga wurde auf bis zu 10 Tagen veranschlagt. Der Rückmarsch sollte über den Tarso Voon, Soborom, Enneri Tabiriou nach Bardai erfolgen (vgl. Fig. 1).

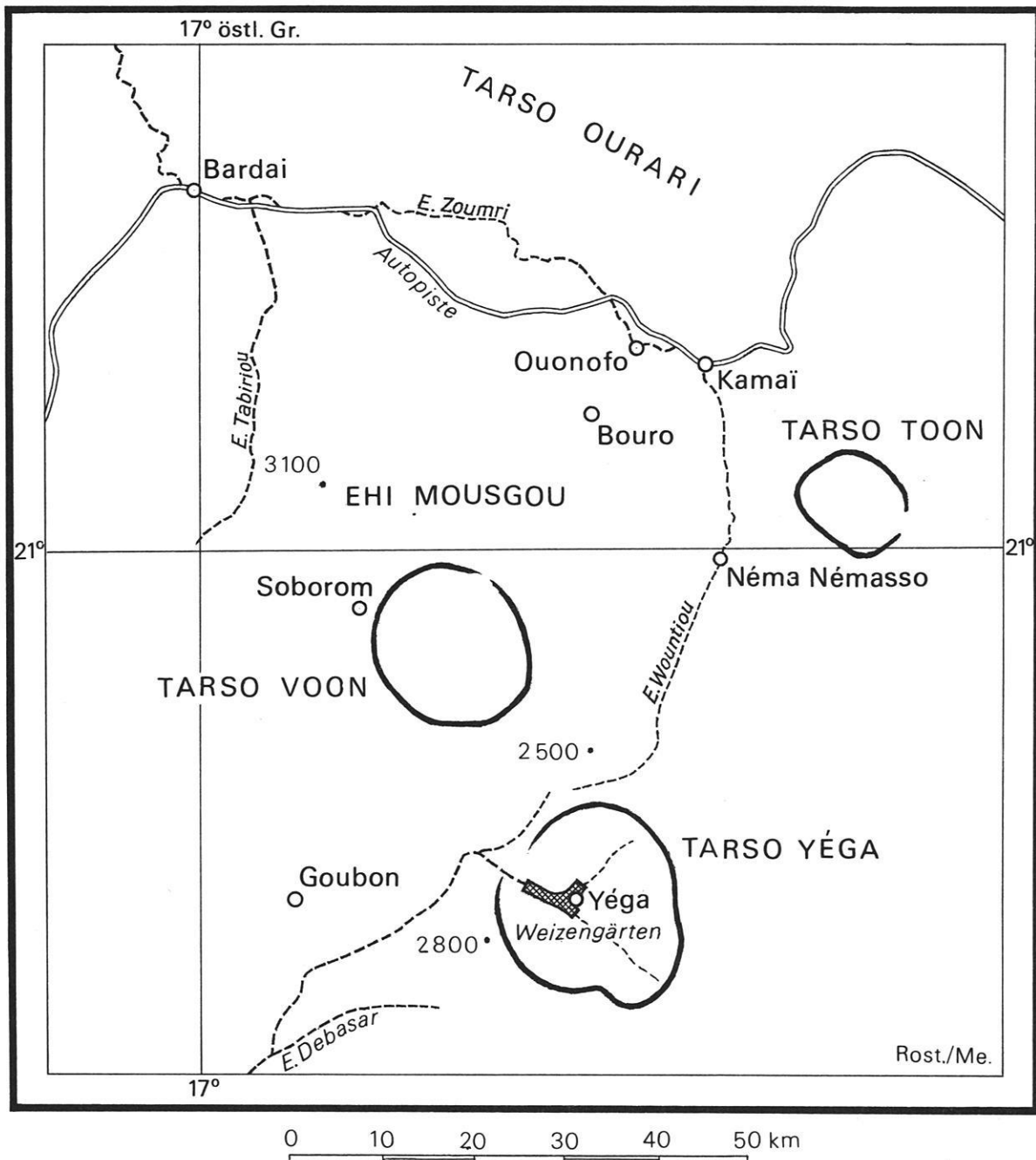
¹ Die Getreidegärten des Tarso Yéga werden bewußt präzisierend „Weizengärten“ genannt, weil Weizen immer die Leit-, Gerste aber nur die Begleitkultur darstellte. Der Gerstenanbau übertraf nicht $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ der Weizenflächen. Deswegen wird hier der Begriff „Weizengärten“ bevorzugt. Tarso meint hier immer Caldera.

² Nach KRONENBERG (1958, S. 126) wurden etwa $\frac{2}{3}$ der notwendigen Lebensmittel im Tibesti selbst produziert.

³ An dieser Stelle sei Bougi Dazami noch einmal für seine Mithilfe gedankt. Er war ein zuverlässiger, äußerst kluger und angenehmer Begleiter, von dem der Verfasser sowohl Wüstenkenntnisse als auch Lebenswertungen lernen konnte.

⁴ Enneri = arab. Wadi = episodisch überschwemmtes Trockental.

Fig.1: Die geographische Lage des Weizenanbaus in der Caldera des Tarso Yéga (Tibesti, Zentrale Sahara)



Aufgabenstellung

Grundsätzlich war nicht beabsichtigt, eine umfassende geographisch-ethnographische Studie des Wirtschaftslebens auf dem Tarso Yéga zu erarbeiten. Dazu hätte es längerer bzw. wiederholter Abwesenheit von der Basisstation Bardai bedurft. Das war aber wegen der politischen Verhältnisse nicht

möglich. Ebenso war nicht vorgesehen, dieser Studie eine breite Erfassung des natürlichen Milieus zu unterlegen. Physisch-geographische Fragen sollten nicht isoliert, sondern nur bei Notwendigkeit (z. B. Wasser) und in Verflechtung mit der anthropogeographischen Untersuchung beantwortet werden. Die Aufgaben lauteten:

1. Auffindung und Begehung möglichst aller wüstgefallenen Weizengärten des Tarso Yéga sowie Eintragung in das Luftbild NF - 33.VI (134).
 2. Auffindung und Begehung aller aktuellen Weizengärten des Tarso Yéga und Eintragung wie unter 1.
 3. Systematische Befragung nach vorher erarbeitetem Katalog mit folgenden Fragekreisen:
 - a) Zahlengestützte Entwicklung der Weizengärten auf dem Tarso Yéga einschließlich der wirtschaftlichen Bedingungen;
 - b) wichtigste agronomische Angaben und Erfahrungen zum Weizenbau;
 - c) Herkunft (= Mutteroasen) der Weizenkultivatoren;
 - d) Gründe für das bereits in Bardai diskutierte Wüstfallen der meisten Gärten in den 50er und 60er Jahren.
 4. Absichten und Wünsche der auf dem Tarso Yéga verbliebenen Getreidegärtner.
 5. Prognose der zukünftigen Entwicklung des bewässerten Getreidebaues auf dem Tarso Yéga.
- Die Aufgabenstellung hatte, wie aus den Punkten 1 bis 5 ersichtlich, ein kombiniertes agrar- und siedlungsgeographisches Profil.

Nun könnte man das Thema nach den Gesichtspunkten der Bestandsaufnahme abhandeln. In einem Aufsatz erscheint mir aber eine zu feine Gliederung unangebracht. Außerdem geht es nicht darum, die gesamte Methode der Bestandsaufnahme auszubreiten, sondern ihre Ergebnisse mitzuteilen. Die Ergebnisse der Feldarbeit und die daraus zu ziehenden Folgerungen sollen deshalb unter drei Schwerpunkten dargestellt werden:

1. Wüstgefallene Weizengärten auf dem Tarso Yéga (1968).
2. Rezente Weizengärten und ihre Bewirtschaftung auf dem Tarso Yéga (1968).
3. Die fehlenden Zukunftsaussichten des bewässerten Weizenbaues auf dem Tarso Yéga.

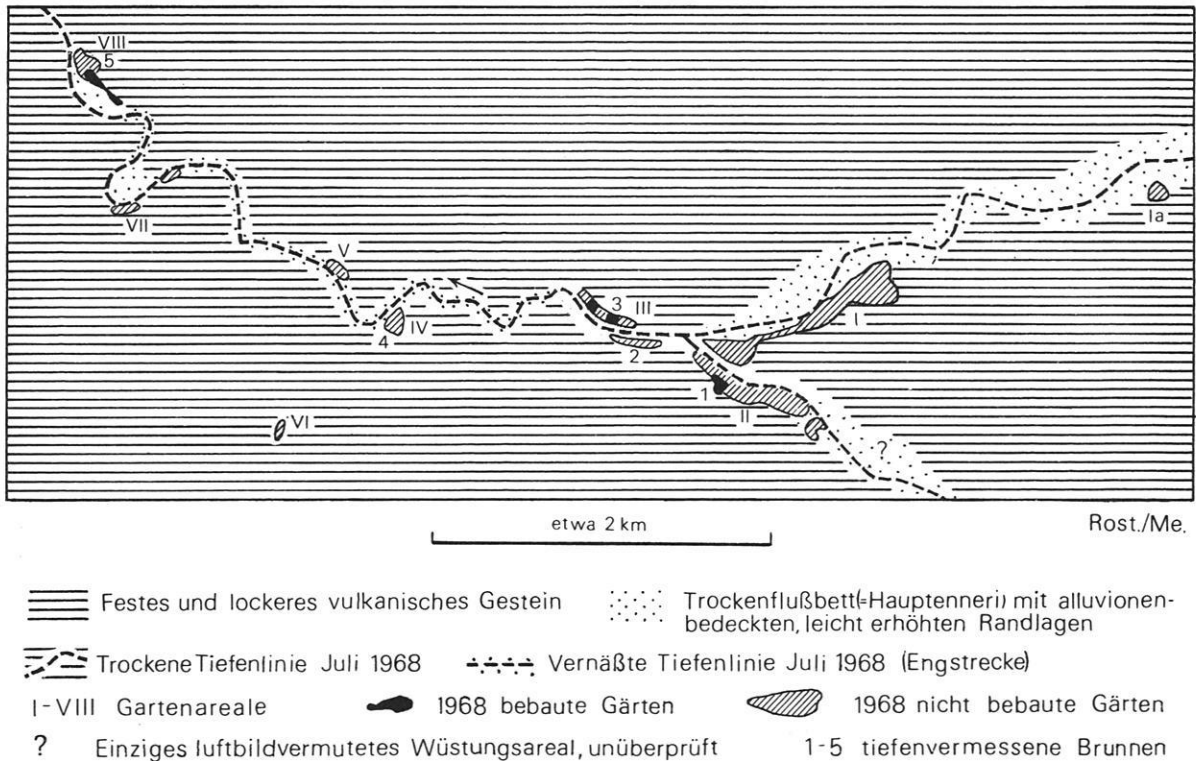
Ursprünglich war vorgesehen, die Geländearbeit auf dem Tarso Yéga im Abstand von einigen Jahren fortzusetzen. Die Entwicklung sollte beobachtet werden. Durch die politischen Veränderungen im Nordtschad war dies nicht möglich. Daher entschloß ich mich, das Material von 1968 mit Folgerungen für die zukünftige Entwicklung in dem nun letzten Arbeitsbericht der Forschungsstation Bardai zu veröffentlichen.

1. Wüstgefallene Weizengärten auf dem Tarso Yéga (1968)

Laut Mitteilung der im Sommer 1968 in der Caldera Yéga befindlichen Weizengärtner wurde der Getreideanbau hier erst im 19. Jahrhundert aufgenommen. Bei Viehumtrieben sollen bestimmte Tibbus den Wasserreichtum im Westen der Caldera entdeckt und zum Getreideanbau anfangs probenhalber, dann systematisch genutzt haben. Möglicherweise hat der erste Getreidebauer Erfahrungen aus der Oase Goubon (Lokation s. Fig. 3) auf der Südabdachung des Yéga gehabt, wo man das Bewässerungswasser bis heute nicht aus Brunnen schöpft, sondern aus einem Reservoir selbstfließend den Anbauarealen zuleitet. Auf dem Yéga soll man auch den ersten Anbau nicht mit Brunnenwasser, sondern mit selbstfließendem Wasser aus einem oberflächlich austretenden Wasserspeicher unternommen haben. Als Weidegebiet gehörten und gehören das Caldera-Innere wie auch die Vulkanflanken des Yéga nicht zur Oase Goubon, sondern zu der am Fuß der Nordabdachung des Vulkans gelegenen, der Zoumri-Kette zuzuordnen-

den Oase Bouro. In der Palmenoase Bouro, bzw. dem nahebeiliegenden Palmendorf Ouonofo (Lokationen s. Fig. 3) waren auch die im Sommer 1968 auf dem Yéga angetroffenen Getreidegärtner beheimatet. Die vier aus dem Dorf Bouro Stammenden waren zwar auf dem Tarso Yéga geboren, ziehen aber jedes Jahr nach Beendigung der Getreideernte im August nach Bouro, um zur Dattelernte in ihren Palmenhainen zu sein. Sie verlassen die Heimatoase nach etwa zwei Monaten und überwintern bei den abgeernteten Getreidegärten auf dem Tarso Yéga, wo auch ihr Vieh weidet. Die Ziegen werden nachts in kleinen Steinstätten oder hüttenangelehnten Verschlügen gehalten und am Tag unter der Aufsicht von Kindern in der Nähe geweidet. Die Kamele suchen unbeaufsichtigt und deshalb an den Vorderbeinen gefesselt meistens in der Caldera ihr Futter, die vor allem in einem breiten Saum entlang der Hauptentwässerungslinie mit locker stehender, strauchartiger Wüstensteppenvegetation bedeckt ist.

Fig.2: Die topographische Lage von wüsten und rezenten Weizengärten des Tarso Yéga



1.1 Lage des Anbauareals

Die aufgelassenen (wie auch die rezenten) Getreidegärten des Tarso Yéga sind nicht über den Boden des Einbruchkraters breit verstreut, sondern konzentrieren sich linienhaft im Westteil der Caldera, wobei die jeweils äußersten Gartenareale in der Luftlinie etwa 5 km voneinander entfernt sind (vgl. Fig. 1 und 2). Wählt man die französische Carte de l'Afrique 1:1 Mio., Blatt Djado, NF 33 als Orientierungsmittel (Situation s. Fig. 3), so liegen die Gärten im Tarso Yéga, beginnend kurz vor der Ortssignatur Yéga entlang des nach Westen weisenden Enneri, das jenseits des Caldera-Randes in einen Seitenarm des Enneri Debasar einmündet und damit über die Südabdachung des Tibesti-Massivs entwässert. In diesem schluchtartigen Durchbruchstal, das streckenweise klammartig in den Westteil der die Caldera ausfüllenden Extrusionen eingesägt ist, wird das bei den seltenen

Regenfällen in der gesamten Einsturzcaldera oberflächlich fließende Wasser abgeführt. Das Gefälle beträgt durchschnittlich 1 %.

Die aufgelassenen bzw. rezenten Gärten finden sich nicht geschlossen oder gleichmäßig an der genannten Entwässerungsstrecke. Ihre Verteilung ist vielmehr unregelmäßig: Die Gärten konzentrieren sich vor und dicht nach dem Zusammenfluß der beiden Hauptentwässerungsstränge beim eingetragenen Ort Yéga linienartig. Sie sind dagegen im engen Durchbruchstal westlich dieser Konzentration nur vereinzelt auf Terrassen in Abhängigkeit von alluvionsgefüllten Enneri-Verbreiterungen zu finden. Der im Westen unklar ausgebildete Caldera-Rand wird von den isolierten Gärten nicht erreicht. Etwa 5 km westlich des Zusammenflusses der Hauptentwässerungsadern liegt in einem Mäanderbogen der letzte Weizengarten (vgl. Luftbild NF 33. VI, 133 u. Fig. 2).

Fig.3: Die Herkunft der Eigner bis 1967 wüstgefallener Weizengärten des Tarso Yéga



- | | | | |
|-------|---------------------------------|--|---|
| | Höhen- bzw. Formlinien | | Autopiste |
| 1375. | Höhenpunkt | | Bereich der Weizengärten |
| | Steilhänge und Geländestufen | | Herkunftsoasen der Weizenbauern. Jedes Kästchen entspricht einem Eigner eines Weizengartens auf dem Tarso Yéga (Senoussi siehe Text). |
| | Enneri (=Wadi, Trockenflußbett) | | |

Kartengrundlagen: Carte de l'Afrique 1:1Mill. Blatt NF 33 (Djado), IGN, Paris 1961 und Luftbilder ca. 1.50000

1.2 Wasserverhältnisse

Der irrigierte Getreideanbau ist in diesem Teil der Caldera durch folgende Faktoren begünstigt: Fast jedes Jahr fallen in der Sommerzeit, meistens im Juni und Juli, Niederschläge. Innerhalb der Caldera, die insgesamt einen Durchmesser von etwa 20 km hat, wird alles Niederschlagswasser auf das oben genannte Enneri zugeführt. Ein Blick auf die Carte de l'Afrique zeigt das mit Deutlichkeit. Bei dem auf der Karte eingetragenen Ort Yéga treffen die drei Hauptentwässerungsbahnen der Caldera zusammen, die fast $\frac{3}{4}$ des Einzugsgebietes entwässern. Sie vereinigen sich vor dem oben genannten schluchten- und klammartigen Haupttal, das die vulkanischen Decken durchschneidet. Vor und in diesem Haupttal (Enneri Yéga) ist durch die Flußarbeit anstehendes vulkanisches Gestein im Flußbett relativ tiefgründig erodiert und abtransportiert worden. Sand-, Kies- und Schotterbänke – oberflächlich meist feinkörnige Alluvionen – haben das Flußbett angefüllt und bilden einen ausgezeichneten Wasserspeicher. Das aus einem großen Teil der Caldera gesammelte, episodisch fallende Niederschlagswasser staut sich vor und in der mit Feinmaterial erfüllten Verengung. Diese Alluvionen-Speicher erneuern ihren Wasservorrat immer wieder aus der Masse des episodisch im rezenten Flußbett bis zu 1,50 m Wassertiefe in die Verengung einströmenden Regenwassers. Die Grundwasserversorgung in der Engtalstrecke der Caldera ist für Tarso-Verhältnisse ausgezeichnet. Dafür stehen folgende Indizien:

1. Wasser trat im Juli 1968 aus den Alluvionen im Engtal oft in Rinnsalen, Pfützen und Kolken an die Oberfläche (Photo 1).
2. Häufige größere Binsen-Polster und mannshohe Riedgras-Horste verwiesen darauf, daß dieser Wasserüberschuß nicht gelegentlich, sondern ständig vorhanden sein muß (Photo 2).
3. Es fiel hier die geradezu üppige Tamariskenvegetation auf (Photo 3), während der Tarso ansonsten in dieser Höhe auch in den Tälern baumfrei war.

1.3 Brunnen

Die Brunnentiefen bekräftigen das oben Gesagte. Insgesamt wurden 5 Brunnen ausgemessen und dabei zwischen der Spiegelfläche des Wassers im Brunnen und der Brunnenschachttiefe unterschieden. Es ergaben sich folgende Werte: Der höchstgelegene Wasserspiegel wurde bei 2 Metern, der tiefste bei 3,45 Metern gemessen. Der flachste Brunnenschacht reichte nur 2,50 Meter, der tiefste

4,51 Meter in das Speichersediment. (Allerdings ist die Erhöhung der Brunnensohle durch die Einsandung während der Bewässerungsarbeit zu beachten!)

Im einzelnen wurden folgende Werte in verschiedenen Brunnen im Juli 1968 festgestellt, wobei der erste der Brunnen ungefähr bei dem in der Karte verzeichneten Ort Yéga lag (etwa 2150 m hoch) und der westlichste in einer Durchbruchstalverbreiterung, die gleichzeitig das letzte Gartenareal (etwa 2100 m hoch) entlang des Enneri Yéga aufwies. Die Lage der Brunnen ist in der Figur 2, die dem Luftbild zugeordnet wurde, eingezeichnet. Ihre Werte sind nachstehend zusammengestellt worden.

Brunnennummer	Wasserspiegeltiefe	Brunnenschachttiefe
1	3,45 m	4,15 m
2	2,90 m	3,35 m
3	2,70 m	3,24 m
4	2,00 m	2,50 m
5	3,00 m	3,55 m

Der Wasserspiegel lag also relativ dicht unter der Gartenoberfläche, obwohl der Wert von 1,00 bis 1,50 m, den LE ROUVREUR (1962, p. 399) angibt, nach meinen Messungen 1968 nicht erreicht wurde.

Wenn man Wasserspiegeltiefe und Brunnenschachttiefe vergleicht, fällt auf, daß zwischen Wasseroberfläche und Sohle der Brunnen Nr. 2 bis Nr. 5 nur etwa 50 cm gemessen wurde. Bei einem Durchmesser der runden, nur teilweise durch Flechtwerk abgestützten Ausschachtung von knapp 1 Meter ist das äußerst wenig. Die Brunnen sind im Frühjahr aber tiefer. Während der Bewässerungsarbeit erhöht sich durch Einsandung die Brunnensohle. Eine Brunnensäuberung und Brunnenvertiefung erfolgt erst wieder im nächsten Frühjahr. Trotzdem ist das geringe Brunnenwasservolumen nicht nur damit zu erklären. Weiterhin muß vorausgesetzt werden, daß die Speichersedimente sehr viel und vor allem äußerst schnell nachfließendes Grundwasser enthalten, so daß die Brunnen auch bei zügiger Bewässerungsarbeit nicht geleert werden können.

Die Tiefen des Grundwasserhorizontes sowie der Brunnenschächte zeigen eine interessante Übereinstimmung: Jeweils in den äußersten rezenten Gärten im Osten und im Westen der Anbaureihe wurden das tiefstgelegene Brunnenwasser und folglich die tiefsten Schächte beobachtet. Der im Osten beim Zusammenfluß der beiden Hauptentwässerungsbahnen der Caldera am weitesten vor der Einmündung in das Durchbruchstal gelegene

rezente Garten hatte in seinem Brunnen den Wasserspiegel bei 3,45 m, die Schachttiefe lag bei 4,15 m. Im am weitesten westlich gelegenen Garten VIII waren die entsprechenden Brunnenmaße 3,00 bzw. 3,55 m.

Anders dagegen sind die Verhältnisse in der binnen-, ried- und lachenreichen Engstrecke des Caldera-Vorfluters. In dem bis 1967 bearbeiteten, 1968 in Umlage ruhenden Garten IV stand der Wasserspiegel im Brunnen (4) bei 2,00 m, seine Tiefe betrug 2,50 m. Die Gärten lagen auf einem etwa 1,80 m hohen Akkumulationskörper über dem Flußbett. Das Grundwasser floß also direkt unter der Oberfläche des episodisch wassergefüllten Flußbettes bzw. trat dort – wie oben gesagt – öfter in Lachen und Rinnsalen aus.

Im spitzen Winkel des Zusammenflusses der Hauptentwässerungsbahnen der Caldera, wo sich früher die meisten Gärten befanden, wurden keine Messungen vorgenommen, weil die Brunnen partiell verstürzt waren. Weiter als 1000 m ostwärts dieses Zusammenflusses gab es – abgesehen von einem Versuch, der wegen Wassermangels scheiterte (s. Fig. 2, Ia) – auch in den vierziger Jahren keine Gärten. Und selbst die innerhalb dieser Distanz befindlichen Anbauareale wurden möglichst an den Rand des jährlich einige Male mit Wasser gefüllten rezenten Flußbettes gelegt, um genügend Bewässerungswasser bei relativ flachem Brunnen zu haben.

Es ist typisch für den bewässerten Getreidebau auf dem Tarso Yéga, daß alle Brunnen mit primitiven, roh aus Akazienstämmen gefertigten Ziehgeräten bedient werden (Photo 4). Nirgendwo waren Tiefbrunnen mit komplizierten Ziehvorrichtungen zu sehen. (Gemeint ist der Tiefbrunnen, aus dem Mensch oder Tier über eine Rolle einen gefüllten Ledereimer ziehen und sich dabei zur Erleichterung der Schöpfung über eine abfallende Rampe vom Brunnen fortbewegen. Vgl. ERGENZINGER 1969, S. 71.)

1.4 Wüstungsmerkmale

Diese wüstgefallenen Gärten wurden zusammen mit dem auf dem Tarso Yéga geborenen und auch hier siedelnden Wousche Adami (29 J.) und dem Dolmetscher Bougi Dazami begangen. Wousche Adami zeigte die Umfänge der einzelnen ehemaligen Gärten, nannte Namen und Herkunftsoasen ihrer Besitzer sowie Jahr und Grund des Auflassens. Mit Hilfe seiner Angaben wurden die ehemaligen Gärten in diesem Bereich in das Luftbild ein-

getragen und Erläuterungen aufgeschrieben. Dieses Prinzip wurde weiter östlich mit anderen dort siedelnden Ortskundigen fortgeführt. Damit konnten alle von den Ortskundigen gezeigten wüsten und rezenten Gärten auf dem Tarso Yéga in das Luftbild aufgenommen werden. Zum Zwecke der besseren Veranschaulichung wurden die Areale in eine zugeordnete Übersichtsskizze (Fig. 2) umgezeichnet. Mit aller Deutlichkeit muß gesagt werden, daß es nicht möglich war, einzelne Gärten oder wüste Gartenballungen nach dem Luftbild aufzufinden. Bei der Kleinheit und Irregularität der Objekte reichte dafür der Aufnahmemaßstab bei weitem nicht hin. Geländearbeit blieb vom ersten bis zum letzten Garten unerlässlich.

Nur in einem Fall wird durch ein Fragezeichen (vgl. Fig. 2) eine aus dem Luftbild abgeleitete, nicht überprüfte – daher vage – Wüstungsvermutung angedeutet.

Aufgelassene Gärten waren an verschiedenen Merkmalen zu erkennen. Aufgrund der Feldbeobachtungen, überprüft durch Befragung, ließ sich auf dem Tarso Yéga folgende Regelmäßigkeit feststellen, wobei das Muster der knapp 1 m² großen Beete, die typisch für alle Bewässerungsgärten des Tibesti sind, als Indikator galt:

aufgelassen vor	Erkennbarkeit der Anbaubeete
1– 3 Jahren	deutlich (Photo 5)
4– 6 Jahren	undeutlich (Photo 6)
7– 10 Jahren	unmöglich (Photo 7)

Ehemals bewässerte Gärten waren nach einer Wüstungszeit von 7– 10 Jahren nur noch an bestimmten Relikten zu erkennen. Dazu gehören:

- a) eingestürzte Brunnen (Photo 8);
- b) aufgeschichtete Steine oder aufgeschüttete Sandrampen für ehemalige Bewässerungskanäle, um bei Ebenheit oder gegenläufiger Neigung des Anbauareals das brunnengeschöpfte Bewässerungswasser zum Fließen zu bringen (Photo 9);
- c) zugehauene, meistens mit einer „Durchlaufmündung“ versehene Steine (Schieber), um die seitlichen Bewässerungsgräben schließen und öffnen zu können bzw. das Verschlämmen der Grabeneinmündungen zu verhindern (Photo 10).

Die meisten wüstgefallenen Gärten befanden sich im spitzen Winkel des Zusammenflusses der beiden Hauptentwässerungsstränge der Caldera und kurz vor der Einmündung in das klamm- bzw. schluchtenartige Durchbruchstal, die Engstrecke der Entwässerung. Dabei muß besonders hervorgehoben werden, daß die Gärten sich am Außenrand dieses Vereinigungssecks entlang zogen. Der Außenrand wurde (und wird 1968) deshalb für den

Anbau gewählt, weil er besonders tiefgründig mit Alluvionen bedeckt und durch die Nähe zum episodisch wasserdurchlaufenen Flußbett im Grundwasserhaushalt begünstigt ist (Photo 11). Weiter vom Terrassenrand entfernt wird die wasserspeichernde Alluvionendecke dünner. Stellenweise tritt vulkanisches Fest- oder Lockergestein an die Tiefenlinie des Flußbettes heran. Hier war natürlich jeder Anbau unmöglich.

Für die wüstgefallenen (als auch für die noch existenten) Gärten gilt, daß sie keine rechteckigen Abmessungen haben. Größe und Konfiguration der Gärten richteten sich nach dem Besitzrecht, der verfügbaren Arbeitskraft und der natürlichen Anbaugunst. Ergreifungsbeschränkungen verursachen auf den Alluvionen in erster Linie das Grundwasseraufkommen und nachbarliche Grenzen.

Mit festen Flächenmaßen wurde und wird nicht gerechnet, sondern mit Ertragsangaben, die nach Garben gemessen werden. Irreguläre (vieleckige und abgerundete) Anbauflächen waren und sind die Regel. Der rechte Winkel wird nach Augenmaß nur bei den knapp 1 m² großen, mehr oder weniger quadratischen Beeten angewandt, nicht in der äußeren Begrenzung der Gartenanlage. Innerhalb des durch den Zusammenfluß der beiden Hauptentwässerungsbahnen der Caldera gebildeten Eckbereiches, in dem sich um 1950 die meisten Gärten des Tarso Yéga befanden und der deshalb wohl auch auf der 1:1 Mio. Karte die Ortsbezeichnung Yéga trägt, gab es 1968 nicht einen einzigen Garten. Der letzte wurde nach der Ernte 1967 als Umlage aufgelassen⁵.

⁵ Umlage (niederdeutsch: Dreesch) meint zeitweise unbearbeitetes Land, das nach einigen Jahren wieder in Kultur genommen wird. Fälschlicherweise wird heute dafür meistens der Wortbegriff „Brache“ gebraucht. Das Wort Brache kommt aber von „brechen“ und bezeichnete in Mitteleuropa während der Zeit der Dreifelderwirtschaft das mehrmalige Bearbeiten (Pflügen) des Bodens ohne ihn mit einer Frucht zu bestellen. Die Bodenbearbeitung ohne Einsaat diente zur Unkrautbekämpfung. Es wurde also Arbeit aufgewandt, um die Unkräuter zu vermindern und damit den Boden für den Anbau im nächsten Jahr vorzubereiten. Brache war folglich ursprünglich die zur Sicherung zukünftiger Ernten notwendige Bearbeitung, also kostenaufwendige Aktivität ohne gleichjährige Ernte.

Zur natürlichen Regeneration liegengelassenen Boden sollte man auch heute wie früher richtiger als „Umlage“ bezeichnen. Während der passiven Umlagejahre (= Ruhejahre) wird der Boden nicht bearbeitet (nicht „gebrochen“). Es entstehen also keine Kosten. Nach einer Reihe von Jahren oder Jahrzehnten wird der liegengelassene Boden wieder für einige Zeit bebaut und andere Flächen bleiben als „Umlage“ unbebaut.

1.5 Wüstungsursachen

Während der Befragung in den noch existierenden drei Weilern zu je 2 bis 3 Hütten (= 3 x 2 Familien) ist versucht worden, die Gründe für die Auflassung der Gärten auf dem Tarso Yéga zu erfahren.

Die Begründungen waren im Prinzip immer übereinstimmend und lauteten:

a) Vor der im Jahr 1946 von der französischen Kolonialmacht durchgeführten Sklavenbefreiung hätten häufig Sklaven (Kaftis) die Gärten bewässert. In den fünfziger Jahren hätten „arme“ Tibbus vom Getreidebau auf dem Tarso Yéga leben müssen. Jetzt, d. h. in den sechziger Jahren, könnten diese „armen“ Tibbus durch den Ölboom im nördlichen Nachbarland Libyen leichter und mehr Geld verdienen.

b) Früher hätten mehr Arbeitskräfte zur Verfügung gestanden und man wäre auch auf den Getreideanbau im Tarso Yéga stärker angewiesen gewesen: Bis in die fünfziger Jahre gab es Sklaven, die nicht gleich nach ihrer Befreiung das unwirtliche Gebirge verließen. Danach hätten die herangewachsenen Kinder in den Gärten gearbeitet und diese auch übernommen. Sie fänden jetzt aber besseren Verdienst im ölfreudigen Libyen. Verwandte, die früher bei der Gartenarbeit geholfen hätten, lebten jetzt von der Viehwirtschaft und von Zuschüssen ihrer Kinder aus Libyen.

c) So lange französische Soldaten im Tibesti-Gebirge stationiert waren, wäre mehr Geld im Umlauf gewesen, wovon letztlich auch die Weizenbauern des Yéga durch Mehrverkäufe profitiert hätten.

Zeitlich wurde folgende Abfolge des Auflassens von Gärten auf dem Tarso Yéga bei den Begehungen genannt:

1935 bis 1945: 2 Gärten

1946 bis 1950: 6 Gärten

1951 bis 1960: 13 Gärten

1961 bis 1967: 18 Gärten

1946 bis 1967: 37 Gärten

Die beiden ersten Gärten wurden kurz vor dem zweiten Weltkrieg aufgegeben⁶.

⁶ Der eine dieser Weizengärten wurde von Moidi Sidimi aus der Oase Goubon bewirtschaftet. Er war der einzige Gartenbesitzer, der nicht aus einer Oase der Zoumri-Kette kam, sondern von der Südabdachung des Tibesti-Massivs (vgl. Fig. 3). Das dort gelegene Goubon ist angeblich die einzige Oase des Tibesti, deren Cerealienanbau vornehmlich durch „fließende“ Irrigation aus einem oberflächlichen Wasserreservoir und nur am Rande von Ziehbrunnen mit menschlicher Schöpferarbeit versorgt wird. Der zweite, im selben Jahr aufgegebenen Garten gehörte dem islamischen Senoussi-Orden, der hier auch als „Odussi-Großfamilie“ bezeichnet wird. Der Mitte des 19. Jahrhunderts gewachsene Senoussi-Orden hatte sein Zentrum in der libyschen Cyrenaika,

Während des Krieges nahm der Anbau an Fläche zu. Die Sklavenbefreiung 1946 verringerte nicht abrupt die Zahl der Gärten in der Caldera, sondern wirkte sich allmählich aus. Die ehemaligen Sklaven verließen in den meisten Fällen nicht sofort nach der juristischen Befreiung 1946 das Tibesti-Gebirge. Die bedeutendste Wüstungsphase weisen die Jahre 1961 bis 1964 auf. In dieser Zeit beginnt die Ölförderung in Libyen. Erwachsene Söhne suchen dort Arbeit. Eine größere Zahl meist älterer Gartenbesitzer verläßt den Tarso Yéga, zieht in die Herkunftsoasen und ernährt sich hier aus drei Ressourcen:

- a) Zuschüsse der Kinder aus Libyen;
- b) Ziegen- und/oder Kamelhaltung;
- c) Dattelpalmenerträge.

Soweit Angaben zu den Gründen der Auflassung von Gärten gemacht wurden, halten sich folgende Begründungen die Waage:

- Söhne in Libyen;
- Übergang zur Viehhaltung;
- Alter;
- Tod.

Die genannten Faktoren lassen sich zwar als statistische Angaben, aber nicht im Sinne des Lebenszyklus deutlich trennen. Hätten die jungen Tibbus nicht die Ausweichmöglichkeiten in den reichen libyschen Staat oder in den tschadischen Sahel-Bereich, so müßten ihre Väter oft bis zum Lebensende die Weizengärten bebauen um zu existieren und könnten nicht von Geldzuschüssen ihrer Kinder und aus der Viehhaltung in den Heimatoasen leben. Nach dem Tod des Vaters fänden sich ohne Schwierigkeiten Erben für die Bewässerungsgärten. Sie würden nicht wüst fallen. Um zu leben, wären die „armen“ Tibbus gezwungen, die väterliche Subsistenzwirtschaft des bewässerten Weizenbaues auf dem Tarso zu übernehmen. So aber hatten sie die Möglichkeit, diesem bei 2000 m ü. M.

breitete sich aber Ende des 19. Jahrhunderts über die Kufra-Oasen bis in das Tibesti-Gebirge und in Teile des sog. Sudan-Bereiches Afrikas aus (vgl. EVANS-PRICHARD 1949, S. 24 und HAGEDORN 1966, S. 269). Dem Senoussi-Orden ging es primär um die Festigung und Reinigung des Islam, sekundär förderte er aber auch Waffenbeherrschung und Landwirtschaft. Letzteres geschah besonders in den Kufra-Oasen mit sichtbarem Erfolg. Zwischen den Kufra-Oasen und dem Tibesti bestanden ständige Handelsverbindungen. Aus den Weizengärten des Tarso Yéga schaffte man jährlich einige Kamellasten Weizen nach Kufra, die dort vor allem gegen Baumwollstoffe zur Kleidung eingetauscht wurden. (Für den Baumwollanbau ist es im Tibesti zu kalt!)

Im Jahre 1932 hatte das italienische Militär den jahrzehntelangen Widerstand der Senoussi in Libyen gegen die italienische Kolonialmacht endgültig niedergeschlagen. Das Wüstfallen des Senoussi-Gartens auf dem Tarso Yéga 1938 ist wahrscheinlich kein Zufall, sondern Folge dieses Endes in Libyen.

höchstgelegenen Weizenbau der Sahara zu entgehen. Ihre Höhenflucht endete aber nicht in den ca. 1000 m tiefer gelegenen Mutteroasen. Die Jugend verließ nicht nur die Weizengärten des Tarso Yéga, sondern auch gleich die heimatlichen Dattelpalmen-Oasen des Tibesti-Massivs. Es war also eine zweifache Abwanderung:

1. Die Flucht aus der extremen Höhenisolation, nämlich das Entweichen aus einer Gebirgshöhe, in der keine Dattelpalmen mehr wachsen.
2. Die weiterreichende Flucht aus der Isolation des Tibesti-Gebirges innerhalb der zentralen Sahara in die nördlichen und südlichen Vorländer.

Zurück blieben, abgesehen von Ausnahmen, die älteren Familienmitglieder und die Kinder.

1.6 Die Herkunft ehemaliger Garteneigner

Diese Frage kann in Abhängigkeit von den Angaben der 1968 auf dem Tarso Yéga lebenden Gartenkultivatoren ziemlich genau in Figur 3 beantwortet werden. Die Karte läßt auf einen Blick das Wesentliche erkennen: Bis auf einen Garteneigner, der aus Goubon von der Südabdachung des Tarso Yéga stammte, kamen alle anderen aus der nördlich von Yéga und Voon gelegenen Talzone des Enneri Zoumri und seiner Oasenkette. Das galt auch für die dem Senoussi-Orden gehörenden Gärten auf dem Yéga. Eine Erklärung für diese ungleiche Verteilung wurde mit dem Hinweis gegeben, daß der Tarso Yéga gewohnheitsrechtlich zum Weidegebiet des zu den Zoumri-Oasen rechnenden Dorfes Bouro gehöre. Von Bouro kamen, wie aus Figur 3 ersichtlich, zwölf der ehemaligen Garteneigner. An nächster Stelle stand das benachbarte (und größere) Ouonofo mit zehn ehemaligen Kultivatoren. Mehr als die Hälfte aller zwischen 1946 und 1967 wüstgefallenen Gärten gehörte Bewohnern von Bouro und Ouonofo. Daß dieses deutliche Übergewicht jener beiden Oasen damit zusammenhängt, daß alle Befragten aus diesen Orten stammten (vgl. Anfang des Kap. 1), ist nicht wahrscheinlich. Wäre das anzunehmen, hätte der Dolmetscher Bougi Dazami aus Zoui die Angaben sofort oder nachträglich bezweifelt. Da er das nicht tat und bei den unterschiedlichen Befragten nie widersprüchliche Antworten übersetzte, müssen die Auskünfte als Tatsache genommen werden. Nach Angaben der im Sommer 1968 in der Caldera Yéga lebenden Weizengärtner (Photo 12 und 13) waren das Weidegebiet ebenso wie der Anbaubereich des Tarso Yéga mit dem die Gärten ermöglichenden Wasser Besitz der Oase Bouro. Weiter will ich mich nicht

zum Problem Eigentum, Besitz und Nutzungsrecht der Gartenareale äußern, obwohl ich dazu Antworten mitgeschrieben habe. Das möchte ich lieber juristisch orientierten Ethnographen überlassen. Worauf es hier ankommt, läßt sich aus der Figur 3

ablesen: Die Getreidegärten auf dem Tarso Yéga dienten den Oasen der Zoumri-Kette als „Außenfeld“, wobei der größte Teil der Kultivatoren aus Bouro und Ouonofo kam.

2. Rezente Weizengärten auf dem Yéga und ihre Bewirtschaftung (1968)

Im Sommer 1968 bebauen nur noch sechs Familien Getreidegärten auf dem Tarso Yéga. Die sechs Familien leben in 3 Weilern direkt bei ihren 6 Gärten, die zu 3 Gartenarealen vereinigt sind (vgl. Fig. 2). Jeweils zwei Familien bilden eine Gartengemeinschaft, in der mindestens zwei Brunnen zur Bewässerung stehen. Während eine Arbeitskraft den Ziehbrunnen betätigt und den wassergefüllten Ledereimer in den Hauptbewässerungskanal am Brunnen entleert, öffnet und schließt die andere die Abzweigkanäle, sorgt also dafür, daß das Wasser gleichmäßig auf die Beete verteilt wird.

Auf dem Yéga herrscht 1968 bis auf eine Ausnahme die Brunnenbewässerung durch menschliche Schöpfarbeit vor, wie sie in den Oasen der Zoumri-Kette angewandt wird. Diese Art der im Tibesti und früher in weiten Teilen Nordafrikas üblichen primitiven Form der Bewässerungskultur soll hier nicht noch einmal beschrieben werden.

2.1 Die Ausnahme der „fließenden“ Bewässerung

Gewissermaßen als Exkurs soll knapp die Ausnahme der „fließenden“ Bewässerung im 1968 bebauten, knapp 2100 m hoch gelegenen Garten VIII behandelt werden (vgl. Fig. 2 und 4). Dieses bequemere Bewässerungsverfahren ist allen Tibbus bekannt, kann aber nur selten angewandt werden (z. B. Goubon, teilweise Zoui), weil die natürlichen Bedingungen meistens fehlen. Das Anbauareal liegt am Ende der Gartenkette in einer lanzettförmigen Verbreiterung des Haupt-Enneri vor seinem Austritt aus der westlichen Begrenzung der Caldera und der Einmündung in einen Seitenarm des Enneri Debasar. Während in allen anderen Gärten Bewässerungswasser aus Brunnen geschöpft wird, steht hier nur ein Brunnen zur Versorgung des hintersten Gartenbereiches. Der größte Teil des Gartens wird durch „fließende“ Bewässerung versorgt. Am Westausgang der Klamm vor der lanzettförmigen Verbreiterung des Enneris – die auch gut auf dem Luftbild zu erkennen ist – befindet sich, rand-

lich von Grobblöcken vulkanischen Gesteins und Vegetation bedeckt, ein ständiges Wasserreservoir. Aus dieser offenen Wasserfläche, die nach Aussage der Kultivatoren durch ober- oder unterirdisch rinnendes Wasser ab Wüstung VII nachgefüllt wird, führt eine kunstvoll in 1 bis 1,5 m Höhe an Blöcke angelehnte, aus Steinen, Stockstelzen und Grassoden gefertigte Wasserleitung, die mit genügend Gefälle versorgt ist und das Irrigationswasser danach in einem Erdgraben bis in den hinteren Teil des Gartens fließen läßt (Photo 14, 15).

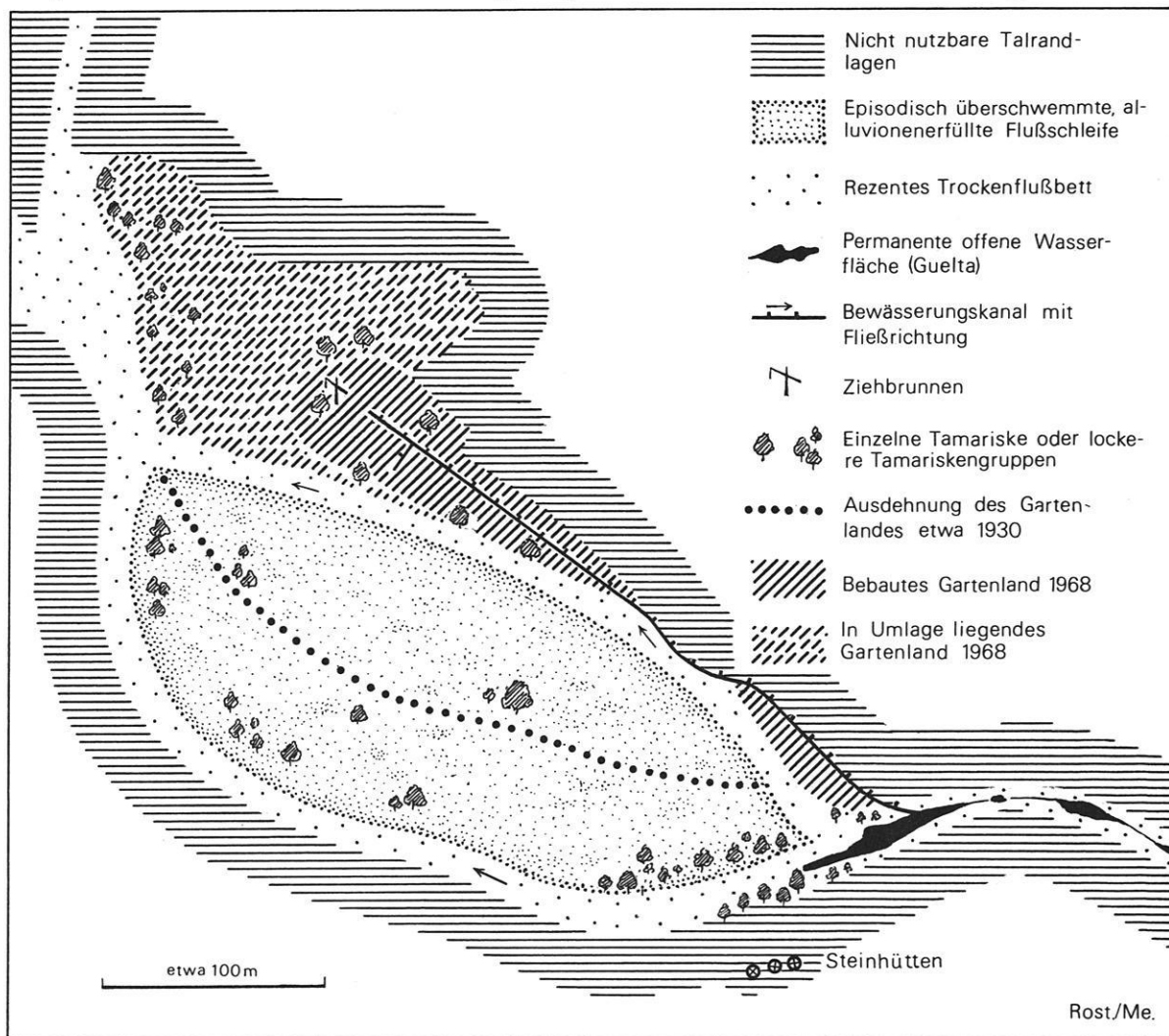
Dieser Garten wurde 1968 zum ersten Mal seit 1960 wieder bebaut.

Sieben Jahre lang bearbeiteten die Eigner Koreja Remi und Mahamat Adami aus Bouro Gärten weiter östlich (Fig. 2, IV). Erst im Jahre 1968 wurde die Wasserleitung zu zweit in dreißigtägiger Arbeit in standgesetzt.

Dadurch hatte sich auch die Weizeneinsaat etwas verspätet. Ansonsten ist die Anbaufläche mikroklimatisch gegenüber der auf der offenen Caldera besser gestellt. Es ist hier weniger windig und wärmer. Der Platz liegt nur 50 m tiefer als die östlichen Gärten. Die thermische Begünstigung ergibt sich also nicht aus der Höhendifferenz, sondern dem Schutz vor Wind und Kaltluftseen. Hier sind zwei Ernten im Jahr auf gleicher Fläche möglich, was für die offene Caldera nicht gilt: Die erste Rotation kann vom 1. März bis 15. Juli erfolgen, die zweite vom 15. Juli bis 15. Dezember. Die bessere Wärmeversorgung wird auch dadurch ausgedrückt, daß in diesem Teil der Gartenkette Hirse- und Körnermaisbau möglich ist.

Früher war das anbaufähige Areal größer und reichte viel weiter in das rezente Flußbett hinein (vgl. Fig. 4). Seit etwa Ende der dreißiger Jahre wurde die um 1,50 m höher gelegene Anbauerrasse vom episodisch fließenden Wasser unterschritten und jährlich weiter abgetragen, so daß nur im hinteren Teil des Flußbogens genügend hochwasserfreies Gartenland übrig blieb.

Fig. 4: Durch "fließende" Bewässerung irrigierter Garten (VIII) des Tarso Yéga



2.2 Getreideanbau

Die aus Stein oder Matten errichteten Hütten für die Familien der Kultivatoren stehen meist dicht beim Garten (Photo 16 und 17). Ziegen werden am Tage in der Nähe von Kindern gehütet (Photo 18), nachts in Anbauten der Hütten oder separat in kleinen Steinhütten verschlossen, damit sie nicht in die Gärten eindringen können. Soweit die Kultivatoren Kamele und Esel in Gartennähe halten, weiden sie tags und nachts – an den Vorderfüßen gefesselt – in der Caldera. Der mit einer Strauchreihe besetzte, den Garten umgebende, etwa 50 cm tiefe übliche Wallgraben (Photo 19), seltener – z. B. im vorher beschriebenen letzten Garten – eine Steinmauer, reicht nach Angaben der Tibbus aus, Kamele und Esel am Einbrechen in die Gärten und am Abweiden des Getreides zu hindern. Deutliche Grenzen zwischen dem Besitz des einen oder anderen Teils der Gartengemeinschaft sind für den Fremden häufig nicht zu sehen. Er bleibt in der Regel auf Hin-

weise angewiesen, wie die Grenzen zwischen den Arealen der beiden Gartenbesitzer verlaufen. Mit Hilfe der Ziehgerüste kann er nur grob die Areale trennen.

Von den im Sommer 1968 auf dem Tarso siedelnden sechs Weizengärtnern waren fünf hier geboren. Einer, der ehemalige Sklave Kalea Bougami, damals 60 Jahre alt, stammte aus Djado⁷.

⁷ Kalea Bougami ist kein Teda-, sondern ein Daza-Angehöriger aus dem Gebiet von Djado (heute Staat Niger). Er wurde im Alter von 7 Jahren durch bewaffnete Tibbus geraubt und in das Tibesti-Gebirge verschleppt. Hier lebte er als Sklave in verschiedenen Familien und Oasen, längere Zeit z. B. in Wour. Im Jahre 1942 durfte er eine Hörigenfrau (Kamadja) heiraten. 1946 wurde er durch den französischen Erlaß frei. Er verließ aber nicht wie viele ehemalige Sklaven das Tibesti-Gebirge, sondern siedelte mit seiner Familie in Ononofo. Da er keine Palmen, sondern nur zwei Milchziegen besaß, war er gezwungen, einen Weizengarten auf dem Tarso Yéga zu bebauen, um sich ernähren zu können. Seine Söhne allerdings hatten im Jahre 1968 bereits das Gebirge verlassen und arbeiteten in Libyen.

Er und Wousche Adami (29), ebenfalls aus Oou-nofo, lebten nur saisonal auf dem Tarso Yéga. Die anderen Gartenbesitzer Barkai Jogordemi, Kalea Lebinmi, Koreja Remi und Mahamat Adami, die alle aus der Oase Bouro stammen, verließen den Tarso Yéga nur für etwa zwei Monate im Jahr. Im August gingen sie mit ihren Familien zur Dattelernte in ihre Heimatoase. Vor der großen Auflassungswelle in den 50er und 60er Jahren war die Mehrheit der Kultivatoren nur saisonal auf dem Yéga. Sie kam Ende Februar zum Anbau auf den Tarso und verließ ihn nach der Ernte im Juli, Anfang August bis zum nächsten Frühjahr⁸.

Die Gartenarbeit beginnt Ende Februar mit der Säuberung der Anbaufläche von nachwachsenden Sträuchern der Wüstensteppenvegetation, der Ausbesserung der Brunnenschächte, Ziehgerüste und Fließbrampen. (Es wird hier also nicht von der Neuerschließung eines Gartens ausgegangen!) Hat das Gartenareal ein oder mehrere Jahre unbearbeitet in Umlage gelegen, bleibt mehr zu tun. Ist im vergangenen Jahr auf der Fläche Getreide angebaut worden, muß nicht so viel Vorbereitungsarbeit geleistet werden. In intensiv bebauten Gärten (Fig. 2, III) beträgt das Verhältnis zwischen Anbau- und Ruhejahren 3:1 bei relativ festem Wechsel. An extensiv genutzten Stellen (Fig. 2, IV) liegt der Garten eine Reihe von Jahren unbearbeitet, so daß man diese Form der Umlagewirtschaft mit langer Ruhezeit als extensive Wechselwirtschaft bezeichnen könnte.

Das Akazienholz zur Ausbesserung der Wasserziehgerüste über den Brunnen stammt aus tiefergelegenen Enneris. Nach der Bodenlockerung mit der Hacke – Pflug und Zugtiere setzt man nicht ein – werden die Saatbeete mit den wasserzuführenden Kanälen angelegt (vgl. Bild 4 bei HAGEDORN, 1966). Die einzelnen Saatbeete haben meistens eine dem Quadrat angenäherte Form und Kantenzlängen um knapp 1 Meter. In das Saatbeet werden 150 bis 200 Saatlöcher mit dem Finger oder einem Stock etwa 3 cm tief gedrückt, die jeweils mit einem oder zwei Getreidekörnern besät werden. Diese gärtnerische Einsaatmethode zeigt noch einmal klar, daß es sich hier nicht um Ackerbau im mitteleuropäischen oder nordafrikanischen Sinne

⁸ Nach Mitteilung von Kalea Lebinmi und Barkai Jogordemi, beide aus Bouro, säte ihr Ahn Tschinoi im 19. Jahrhundert als erster Weizen auf dem Yéga. Er kam ursprünglich aus dem 500 m tiefer gelegenen Goubon, wo die Weizengärten durch selbständig fließendes Wasser bewässert und im November eingesät werden. Auf die Frühjahrsaussaat sei er erst nach einigen Fehlversuchen, die er jeweils im November unternahm, gekommen.

handelt, sondern um eine äußerst arbeitsaufwendige, archaische Getreidepflanzung, die richtig nur mit der Bezeichnung „Gartenbau“ wiedergegeben werden kann.

Die Einsaat erfolgt wetterunabhängig Anfang bis Mitte März. LE ROUVREUR (1962, S. 399) gibt dafür bereits den Februar an. Die Verzögerung wurde von Kalea Lebinmi und Barkai Jogordemi damit begründet, daß sie vor der Weizeneinsaat gezwungen seien, selbst die trockenen Zweige der Dattelpalmen in ihren Heimatoasen auszuhauen und deswegen erst später mit der Getreideeinsaat auf dem Tarso Yéga beginnen könnten.

Es erfolgt keine Einzelauswahl des Samens etwa durch Handverlesen oder Aussieben großer Getreidekörner, jedoch eine flächenabhängige Selektion, indem man Saatgut nur von vorher gut beobachteten, besonders wuchskräftigen und ertragreichen Bestandsflächen nimmt. Im Prinzip wird kein anderer Weizen als in den tiefer gelegenen Zoumri-Oasen angebaut. Saatgut, das die Franzosen geliefert haben, ist nach Aussagen der Tibbus nicht gediehen.

Ungefähr sechs Tage nach der Einsaat zeigt sich oberirdisch ein grüner Trieb. Die Beete werden alle 3 Tage bewässert. Die Irrigation erfolgt möglichst morgens oder nachmittags, um der heißen Tageszeit und damit der größeren Verdunstung auszuweichen. Je Beet – im Durchschnitt etwas weniger als 1 m² – werden alle 3 Tage 2 Ledereimer Wasser gegeben, das sind etwa 15 Liter. Das Irrigationswasser versickert zur Gänze. Der sekundären Versalzung des Gartenareals wird durch die Umlagewirtschaft entgegengewirkt. Die Befragten haben ein besonderes Versalzungsproblem auf dem Tarso Yéga verneint. Sie unternehmen auch keine periodischen Bodendurchwaschungen, um Salzkonzentrationen von der Anbaufläche in das Enneri zu spülen⁹. Die Gärten liegen ja nicht in einer abflußlosen Depression, sondern hart am Rande des Enneri Yéga, das das episodisch fallende Niederschlagswasser aus der Caldera führt und für die Gärten als Hauptdrainagekanal fungiert (vgl. Photos 11 und 23).

Anscheinend reichen zur salzregulierenden Durchspülung die natürlichen Niederschläge während der Umlage aus, zumal alle Gärten direkt am rezenten Trockenflußbett und auf leicht geneigter Anbaufläche liegen. (Nach dem letzten Regen

⁹ Wahrscheinlich werden die Kultivatoren dasselbe unternehmen, was mir Herr J. GERMER für Bardai mitteilte, daß man nämlich Salzkrusten auf den Wülsten der Bewässerungskanäle mit der Hand absammelt.

Mitte Juli 1968 war z. B. der Boden etwa 20 cm tief durchfeuchtet und der Wasserstand im rezenten Flußbett vor dem Durchbruchstal bis zu 1,80 m hoch!) Wichtig ist, daß hier im Gegensatz zu den tiefer gelegenen Zoumri-Oasen beinahe jedes Jahr im Sommer Regen fällt. (Siehe zum Vergleich die Niederschlagswerte für die Meßstation am Trou au Natron 1965 bis 1968 in 2450 m Höhe ü. M. bei GAVRILOVIĆ 1969, S. 47!).

Wenn das Getreide 20 bis 25 cm hoch gewachsen ist, wird es gedüngt. Das geschieht mit Hilfe einer Lösung aus Wasser und Ziegenexkrementen und stellenweise durch Zugabe humoser Schluffe. Weitere Pflegearbeiten wurden nicht erwähnt. Es erfolgt auch keine besondere Schädlingsbekämpfung. Den Koli-Vogel, der die Wurzeln der Ansaat zerschneidet, versucht man mit Steinwürfen und lautem Schreien zu vertreiben.

Die Getreidernte beginnt Mitte Juli und endet Anfang bis Mitte August. Danach gehen die Kultivatoren in die Heimatoasen zur Dattelernte. Die Ernte zieht sich u. a. deswegen so lange hin, weil das Getreide wegen der Tage andauernden Einzelkorn- einfaat entsprechend den unterschiedlichen Einfaatterminen auch zu unterschiedlicher Zeit reift (Photo 20). Sicherlich werden sich dabei auch Wassergabenunterschiede oder die Sortenungleichheit des Saatgutes auswirken (Photo 21). Das Getreide wird während der Wachsreife geerntet, um Körnerverlust durch Ausfall zu vermeiden. Die Halme werden wegen der mangelnden Verrottung mit den Wurzeln ausgerissen und zu Garben gebunden. Dabei wird mit der Ernte der Gerste angefangen, die aber nur etwa $\frac{1}{5}$ der Gartenfläche einnimmt. Ansammlungen von rund 25 Garben werden auf dem Gartenareal oder randlich zum Nachreifen zusammengestellt (vgl. Photo 16). Der Drusch erfolgt auf einer vorher durch Wasserbegießen hergerichteten Tenne (Photo 22), indem die Körner aus den Ähren geschlagen und durch Worfeln von den Spelzen getrennt werden.

2.3 Ertragsschätzungen

Das geerntete Getreide wird zum größeren Teil selbst gegessen und nur zum kleineren Teil verkauft. Der Autor sah 1968 während seines mehr als einwöchigen Aufenthaltes auf dem Yéga einzelne Tibbus, die das von den Frauen mit dem Reibstein gemahlene Schrot in kleinen Kilomengen für die tägliche Grütze kauften oder tauschten. Wie schon erwähnt, schickten bis in die Nachkriegszeit 4 bis 5 Besitzer größerer Gärten (so z. B. Kalea Lebinmi

und Koreja Remi) je 2 bis 3 Kamele mit Weizen beladen nach Libyen, hauptsächlich in die Kufra-Oasen¹⁰. Wenn man eine Last von 100 kg pro Kamel rechnet, so sind im Höchstfall 1,5 t Getreide jährlich aus dem Tarso Yéga nach Libyen exportiert worden. Durchschnittlich ist wahrscheinlich eine jährliche Exportmenge von 1 Tonne anzusetzen. Das ist nach einer Schätzung auf der Grundlage von 1968 der Ertrag von wenig mehr als $\frac{1}{3}$ ha.

Der Hektarertrag wurde 1968 nicht auf dem Tarso Yéga ermittelt, sondern nachträglich auf der Basis der jeweils gleichen sechs Weizenanbaufotos im Zustand der Wachsreife von W. DÖLLE (Eschwege), D. FATH (Eschwege) und W. VOSSELER (Hildesheim) geschätzt. Die Schätzer kamen trotz der nicht einfachen Bildauswertung zu folgenden, weitgehend übereinstimmenden Ergebnissen: 33 dt/ha, 28-32 dt/ha; 30-35 dt/ha. Der aus diesen Angaben errechnete Mittelwert liegt aufgerundet bei 32 dt/ha¹¹.

Im Jahre 1968 wurden zusammen in allen sechs Gärten weniger als 2 ha Getreide, hauptsächlich Weizen, angebaut, was einen geschätzten Ertrag von rund 60 dt, also 6 Tonnen brachte. Nach LE ROUVREUR (1962, S. 399) wurden etwa 10 ha auf dem Tarso Yéga mit Getreide besät. Er sagt allerdings nicht, für welche Zeit diese Angabe gilt. Viel mehr an bebauter Gartenfläche gab es wahrscheinlich auch vor der Sklavenbefreiung 1946 nicht. Nach meiner Meinung wird man das ehemalige Anbaumaximum nicht über 12 ha schätzen können, wobei ich davon ausgehe, daß mir während meiner Begehung nicht absolut alle wüsten Gärten gezeigt worden sind. Wahrscheinlich sind zwischen 1947 und 1967 mehr als die durch die Begehung ermittelten Gärten aufgelassen worden. Trotzdem kann man die Angaben des ehemaligen Meharisten-

¹⁰ In den 50er und frühen 60er Jahren konnte man in Kufra für Weizen noch einen guten Preis erzielen. Das ist vorbei, seitdem ausländische Techniker mit Hilfe des libyschen Ölgeldes fossile Wasserspeicher unter den Kufra-Oasen erbohrt haben und dort auf kreisrunden Bewässerungsflächen (sprinkling irrigation) viele Hektar mit Weizen besetzt wurden.

¹¹ HERVOUET (1958, p. 84) gibt mit 10 bis 12 dt/ha Weizenenertrag für den Nord-Tschad (B. E. T.) meines Erachtens zu wenig, LE ROUVREUR mit 50 dt/ha für das Tibesti (p. 400) zu viel an. HAGEDORN (1966, S. 279) scheint der Wert von L. R. ebenfalls zu hochgegriffen! Meines Erachtens nennt HERVOUET Minimal-, LE ROUVREUR dagegen Maximalerträge. Der durchschnittliche Ertrag lag wahrscheinlich in der Mitte, d. h. doppelt so hoch wie die Minimal- und halb so hoch wie die Maximalangaben, also bei etwa 25 dt/ha.

Offiziers MASSIP (1969, S. 305) nicht übernehmen. Folgt man seinen Zahlen, so sollen 1963 auf dem Tarso Yéga noch 60 Gärten bearbeitet worden sein. Diese 60 Gärten hätten 24 Tonnen Weizen und Gerste erbracht. Von mir sind insgesamt 37 wüste Gärten festgestellt worden. Laut Darlegung der Kultivatoren wurden zwischen 1963 und 1967 nur 12 Gärten aufgelassen. Diese Angaben erscheinen der Wirklichkeit angenäherter, denn im Jahre 1968 waren lediglich noch 6 Weizengärten auf dem Yéga bebaut.

Sollten innerhalb der kurzen Zeitspanne von 5 Jahren die Gärten sich um 90 % verringert haben, hätten die übriggebliebenen Kultivatoren das rapide Wüstfallen nicht verschwiegen. Es gäbe keinen Grund für sie, diesen „Exodus“ von temporären Weizenbauern zu verheimlichen. Immerhin hätten nach der Zahl von MASSIP 54 Weizenbauern den Tarso Yéga in nur 5 Jahren verlassen. Eine solche Vielzahl jüngerer Wüstungen wäre bei der Begehung aufgefallen.

Dies ist wahrscheinlich das entscheidende Argument, denn die Angaben von Tibbus und Militärpersonen sind nicht immer als objektiv zu werten. Die Tibbus setzten die Angaben über Zahl der Gärten und Erträge wegen der Besteuerung möglichst tief an. Die Militärs wußten das und glaubten, durch geschätzte Erhöhung der Realität eher gerecht zu werden. Letzteres scheint mir auch für die Zahlen von MASSIP zu gelten, der für 1954 auf dem Tarso Yéga 100 Gärten nennt, die 36 t Weizen und Gerste, also im Durchschnitt 3,6 dt Getreide pro Garten erzeugt hätten (MASSIP 1969, p. 305). Das ist das Maximum an Gärten auf dem Tarso Yéga laut seiner kurzen Statistik. Das Minimum lag nach MASSIP bei 36 Gärten im Jahr 1940, die allerdings 25 t Weizen und Gerste, also fast ebensoviel wie 1963 die 60 Gärten, nämlich 24 t, erzeugten. Theoretisch kann das nur möglich sein, wenn man unterstellt, daß 1940 die Erträge fast doppelt so hoch waren wie 1963 oder daß 1940 die Fläche eines Gartens etwa doppelt so groß war wie 1963. In praxi erscheint das aber unwahrscheinlich. Aus diesen Überlegungen ist abzuleiten, daß die obigen Angaben mit Vorsicht zu gebrauchen sind.

2.4 Spekulationen über anbaufähiges Land

Das gilt erst recht für die Zahlen über anbaufähiges Land in der Caldera des Tarso Yéga. LE ROUVREUR (1962, p. 399) gibt eine kultivierbare Riesenfläche von 400 ha an, wobei das Grundwasser in dem bisher ungenutzten Teil allerdings tiefer als 3 m unter der Oberfläche liegen würde. Er stützt

diese Annahme jedoch nicht durch irgendwelche Herkunfts- oder Begründungshinweise ab. Wer die Verhältnisse auf dem Tarso Yéga etwas kennt, wird diese Zahl für viel zu hoch gegriffen und als völlig spekulativ erachten. Am ehesten möchte man annehmen, daß aus Versehen eine Null zu viel geschrieben worden ist. Die Zahl 400 kommt aber nur einmal vor, so daß die Vermutung nicht überprüft werden kann.

Nach HERVOUET (1958, p. 84) wurden 1957 im gesamten Tibesti-Gebiet nur 44 ha mit Weizen bestellt. Diese Menge verteilte sich über mit Wasser relativ gut versorgte, meistens etwa 1000 m ü. M. gelegene Oasen.

Um 400 ha in der Caldera des Yéga mit Getreide zu bebauen, reicht das Wasser nicht aus. Wer diese Zahl erwogen hat, ist anscheinend davon ausgegangen, daß in der sogenannten großen Caldera potentiell dort Getreideflächen angelegt werden könnten, wo die Caldera-Sohle mit Feinsedimenten und Wüstensteppenvegetation bedeckt wird (Photo 23 und 24). Meines Wissens wurde hier aber nirgendwo die Mächtigkeit des wasserspeichernden Lockersedimentes durch Bohrungen ermittelt. Mit dem Auge läßt sich häufig nicht feststellen, ob über anstehendem vulkanischem Gestein ein dünner Alluvionenschleier oder ein mächtiger, wasserspeichernder Sedimentkörper liegt. Auf beiden kann sich unter den Bedingungen der örtlichen Niederschlags- und Abflußverhältnisse die strauchartige Wüstensteppenvegetation halten. Jedoch erst wenn man das Volumen des einsetzbaren Irrigationswassers abschätzen kann, vermag man die kultivierbaren Flächen zu bestimmen. Denn hier gilt wie überall im Bewässerungslandbau die überkommene orientalische Oasenregel: Sage mir nicht, wieviel Land du besitzt, sondern sage mir, über wieviel Wasser du verfügst!

Gerade diese Auskunft kann für den Tarso Yéga abgesichert nicht gegeben werden. Wenn man dort eine Mindest-Weizen-Vegetationszeit von 120 Tagen und einem Wasserverbrauch wie etwa bisher, nämlich 5 Liter pro Tag und Quadratmeter Gartenfläche ansetzt, so würde das bei 400 ha bebauten Gartenareals im Jahr einen Wasservorrat von 2,4 Mio m³ verlangen. Man würde dann, legen wir der Berechnung die vorher genannten Ertragsschätzungen für 1968 zugrunde, mit knapp 2000 m³ Wasser über 1 t Getreide erzeugen. Das bewegt sich im Zahlenbereich des traditionellen orientalischen Bewässerungslandbaues. Die ganze Berechnung bleibt aber illusorisch, solange unbekannt ist, ob die 2,4 Mio m³ Wasser pro Jahr ökonomisch verfüg-

bar sind. Nach meiner Meinung ist das unmöglich; aber letztlich können nur Schätzungen auf der Basis einer genügenden Anzahl von Bohrungen diese verneinende Auffassung absichern.

Doch auch unabhängig von den Wasservorräten wird sich der Weizenanbau auf dem Tarso Yéga nicht nur nicht ausdehnen, sondern weiterhin schrumpfen. Wahrscheinlich wird er mit dem Tode

der letzten Kultivatoren, die ja schon 1968 meistens um 60 Jahre alt waren, aufhören. Möglicherweise hat er gegenwärtig bereits seinen Abschluß gefunden. Zur Zeit, d. h. im Sommer 1980 sind keine offiziellen Nachrichten aus Bardai über den Getreideanbau im Tarso Yéga zu erhalten. Selbst die einfache Frage nach Anbau oder Nichtanbau kann abgesichert nicht beantwortet werden.

3. Das Ende des Weizenanbaues auf dem Tarso Yéga

Das Ende des Weizenanbaues auf dem Tarso Yéga war schon 1968 absehbar. Nur noch sechs Kultivatorenfamilien lebten von den Gärten. Ihre erwachsenen Söhne arbeiteten meist in Libyen. Wenn auch einzelne junge Leute zeitweise zurückkehrten oder zurückkehren sollten, so waren die Weizenbauern doch übereinstimmend der Ansicht, daß nach ihrem Tode die Anbauflächen wahrscheinlich wüst fallen würden.

3.1 Gewünschte Hilfsmaßnahmen

Natürlich wollten sich die Kultivatoren trotzdem die Arbeit erleichtern und fragten nach der Installation von Motorwasserpumpen, um die schwere Handschöpfarbeit zu ersetzen. Die Einrichtung von Motorpumpen ist aber aus einer Reihe von Gründen unrealistisch:

1. Niemand dort kann einen Motor bedienen. Wer es könnte (z. B. ein Sohn), will nicht in der Isolation einer primitiven Subsistenzwirtschaft in 2000 m Höhe leben.
2. Kraftstoff für den Motor müßte ab Piste bei Ouonofu bzw. Kamai mit Kamelen oder direkt von Bardai aus mit Kamelen in einigen Tagesmärschen auf den Tarso transportiert werden. (Die Schwierigkeit des Kameltransportes zeigt Photo 25!)
3. Kein Mechaniker würde kommen, um den defekten Motor zu reparieren. Die Pflanzung müßte verdorren, falls man nicht zum Schöpfeimer griffe. Die Aufzählung kann man fortsetzen. Zur allgemeinen Kennzeichnung der Verhältnisse muß folgendes Problem ausgesprochen werden: Wie soll auf dem entfernten Tarso Yéga gegenwärtig eine Motorpumpe denkbar sein, wenn in Bardai, dem Hauptort des Tibesti, öffentliche (eiserne) Handpumpen jahrelang nicht repariert wurden bzw. sehr bald nach der Reparatur wieder defekt waren?

Dieser Widerspruch bleibt, auch wenn man anstelle der Motorpumpen windgetriebene Pumpen einrichten wollte. Es entfielen zwar die Kraftstoffversorgung und die morgendlichen sowie abendlichen Lokalwinde am Rande der großen Caldera würden ausreichen, um eine Reihe von Windmotoren anzutreiben, die für wenige Hektar Anbauland genügende Wassermenge aus geringer Tiefe in Wasserbehälter an der Oberfläche pumpen würden. Abgesehen von der Schwierigkeit für einige Kultivatoren, bisher bevorzugte windgeschützte Anbauflächen im Engtal aufgeben zu müssen und Flächen am Rande der windbewegten Caldera zu besetzen, bleibt das Hauptproblem der Bedienung und Reparatur industriegefertigter Anlagen ungelöst. Selbst wenn man einer unrealistischen Phantasterei nachgeben wollte und gedanklich in Bardai einen Mechaniker leben ließe, der sowohl kundig als auch willens wäre, die Windmotoren bzw. Pumpen zu reparieren, sind die Aussichten schlecht. Er brauchte nach der Auftragserteilung bei härtestem Eilmarsch mindestens zwei Tage, um auf den Tarso zu gelangen. In der Zeit zwischen Defekt und Wiederherstellung der Anlage würden die Pflanzen aber verdorrt sein¹², wenn man nicht auf die Bewässerung mit Muskelkraft zurückgreifen könnte.

Auf die Dauer will aber niemand mehr – und das zu Recht – mit schwerer Schöpfarbeit ein kleines Weizenfeld bewässern, um sein Existenzminimum an Cerealien zu erarbeiten, das die Frauen auf dem Reibestein zu Grütze quetschen, die als Brei gekocht die Hauptnahrung bietet.

¹² Das Problem des Verdorrrens von Kulturpflanzen bis zum Eintreffen von Mechanikern zur Reparatur von Motorpumpen ist z. B. in Algerien auch bei Autopistenanschluß u. a. ein Grund für landwirtschaftliche Rückentwicklung. Vgl.: Sahara, Exkursion 1973 des Geographischen Instituts der Universität Bern, Bern 1974, S. 185, 187.

3.2 Entwicklungsrealität

Das ölreiche Libyen, selbst der südliche Sahel-Bereich, bieten ein besseres Auskommen. Die jungen Menschen verlassen die Tarsos und sie verlassen das Tibesti. Sie fliehen aus der Isolation hochgelegener Teile des Tibesti-Massivs wie aus dem Ungunstraum des Tibesti-Gebirges überhaupt. Diese Abwanderung ist temporär umkehrbar, aber auf längere Zeit gesehen irreversibel.

Zwar kann man die primitive Wasserleitung aus Steinen, Stöcken und Grassoden, die das natürliche Gefälle zum Garten VIII nutzt, durch Plastikschläuche ersetzen. Plastikschläuche können von jungen Tibbus in Libyen oder im Süden relativ schnell verdient werden. Sie sind auf Kamelen unabhängig von Autopisten leicht zu transportieren, einfach zu verlegen und ohne Schwierigkeiten bei Rissen und Löchern zu reparieren. Das bliebe aber eine kurzfristige Aushilfe.

Auf die Dauer gesehen sind die Anbauflächen auf dem Tarso Yéga zu klein, zu isoliert und zu unbedeutend, als daß sie erhalten bleiben würden. Selbst die das Gebirge durchziehende primitive Autopiste führt weit an ihnen vorbei. Das Wüstfallen der letzten Weizengärten auf dem Yéga ist nicht aufhaltbar. Es ist eine von den Tibbus immer wieder betonte Tatsache, daß der Getreideanbau in den etwa 1000 m tiefer gelegenen Palmen-Oasen der Zoumri-Kette seit der Sklavenbefreiung von 1946 zurückging. Wie sollte er dann unter den sozioökonomisch ungünstigeren Verhältnissen des Tarso Yéga erhalten bleiben? Die Höhenisolation in der Abgeschiedenheit dieses Sahara-Gebirges geht ihrem Abschluß entgegen oder ist bereits zu Ende gegangen. Mag die Bewässerungssubsistenzwirtschaft in den Palmen-Oasen – dem „Innenfeld“, um mit mitteleuropäischen Termini zu reden

– auch noch andauern, das „Außenfeld“ auf dem Tarso Yéga wird aufgelassen. Schon 1968 überwogen dort die Wüstungen bei weitem den damaligen Anbau. Die Weizengärten des Tarso Yéga wurden bzw. werden für die Bevölkerung Vergangenheit. Die eingangs des Aufsatzes geäußerte Feststellung, daß vom Tarso Yéga, also dem ehemaligen „Außenfeld“ der Zoumri-Oasen auch in Notzeiten keine merklichen Zuschüsse zu erwarten seien, muß noch einmal bekräftigt werden. Das hochgelegene, nur über weite Anmarschwege erreichbare „Außenfeld“ wird am ehesten durch die in das Gebirge einwirkenden Veränderungen aus den nördlichen und südlichen Randlandschaften der Sahara betroffen. Der Getreideanbau in der Höhenlage wird nicht mehr betrieben werden.

Der Gebrauch des geographischen Terminus Höhenflucht scheint mir vollauf gerechtfertigt. Der Vorgang wird durch den tschadischen Bürgerkrieg beschleunigt, er wurde aber von der Ölprospérité Libyens verursacht. Das Verlassen des Tarso Yéga im Tibesti läßt sich mit der Höhenflucht in europäischen Hochgebirgen – wie den Alpen oder den Pyrenäen – vergleichen, wenn auch jeweils andere volkswirtschaftliche Entwicklungsstufen den Hintergrund bilden. Gemeinsam ist sowohl in Europa wie auch in Afrika, wie überhaupt in großen Teilen der Welt, das Abwandern aus der Subsistenzwirtschaft der Höhe, um in Becken oder gebirgsvorgelagerten Ebenen zu leben, die von der industriellen Entwicklung geprägt werden¹³.

¹³ Zu Folgen für die Landwirtschaft durch Abwanderung aus den „Oasen des Hinterlandes“ in die vom Ölreichtum besser entwickelte Capital Area des Sultanats Oman siehe SCHOLZ (1977), S. 66.

Literaturverzeichnis

- ERGENZINGER, P. (1969): Die Siedlungen des mittleren Fezzan (Libyen). Ein Beitrag zur Siedlungsgeographie der Wüste. – Berliner Geogr. Abh., H. 8, Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti.
- EVANS-PRITCHARD, E. E. (1949): The Sanussi of Cyrenaica. – Oxford.
- GAVRILOVIĆ, D. (1969): Klimatabellen für das Tibesti-Gebirge. Niederschlagsmenge und Lufttemperatur. – Berliner Geogr. Abh., H. 8, Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. II. S. 47-48.
- HAGEDORN, H. (1966): Beobachtungen zur Siedlungs- und Wirtschaftsweise der Toubous im Tibesti-Gebirge. – Die Erde, Jg. 97, H. 4, S. 268-288.
- HERVOUET, M. (1958): Le B. E. T. (Borkou, Ennedi, Tibesti). – Imp. du Tchad. 62863, p. 84 (Hektographie).
- KRONENBERG, A. (1958): Die Teda von Tibesti. – Wiener Beiträge zur Kulturgeschichte und Linguistik. Bd. XII.
- LE ROUVREUR, A. (1962): Sahariens et Sahéliens du Tchad. – L'Homme d'Outre-Mer, Nouvelle Série No. 5, Paris.
- MASSIP, J. M. (1969): Contribution à l'Inventaire des Ressources du Tibesti. – Thèse pour l'obtention du doctorat du 3^e cycle: Bibliothèque de l'Université de Paris. Sorbonne I 1225-4.
- Sahara, Exkursion 1973 des Geographischen Instituts der Universität Bern, Bern 1974, S. 185, 187.
- SCHOLZ, F. (1977): Sultanat Oman: Ein Entwicklungsland im Südosten der arabischen Halbinsel. – Die Erde, Jg. 108, H. 1/2, S. 23-74.

Zusammenfassung

Die Darstellung beruht auf Feldarbeit im Jahre 1968. Beabsichtigte Folgeuntersuchungen waren wegen der politischen Entwicklung im Nordtschad nicht mehr möglich.

Im Jahre 1968 lebten nur noch sechs Familien auf dem Tarso Yéga und es wurden nur noch sechs Getreidegärten (Leitkultur Weizen, Begleitkultur Gerste) bewässert. Kurz vor Mitte dieses Jahrhunderts sind hier etwa 40 Gärten (vgl. Kap. 1.5) von den Bewohnern der Zoumri-Oasen gewissermaßen als „Außenfeld“ irrigiert worden. In dem Aufsatz werden der natürliche Standort der Weizengärten und die Ursachen ihrer weitgehenden Auflassung ausführlich begründet. Außerdem erfolgt eine de-

taillierte Beschreibung und mengenorientierte Wertung des Weizenanbaues in diesen höchstgelegenen Getreidegärten der Sahara.

Nach den Untersuchungen des Autors werden auch die letzten auf dem Tarso Yéga isolierten Weizengärten der anhaltenden Höhenflucht unterliegen. Dieser Prozeß ist trotz einer im Tibesti volkswirtschaftlich niedrigeren Evolutionsstufe mit den ackerbaulichen Entleerungen von Hochlagen in den Alpen, den Pyrenäen oder dem Kaukasus und der Abwanderung in industrieoffene Täler oder vorgelagerte Ebenen zu vergleichen. Der Erdölboom in Libyen ermöglichte, der tschadische Bürgerkrieg beschleunigte den Prozeß.

Summary

This study is based on field work done in 1968. Political developments in northern Chad prevented follow-up investigations.

In 1968 only six families still inhabited Tarso Yéga, and only six corn-plots (primary culture: wheat, secondary culture: barley) were still being irrigated. Just before the middle of this century about 40 plots (cp. Chap. 1.5) were irrigated, so to speak as "out-fields", by the inhabitants of the Zoumri oases. The author gives in detail the reasons for the natural site of the wheat-plots and why they have largely been abandoned. There is also a detailed description and

quantitative evaluation of wheat cultivation in these plots, the highest-lying in the Sahara.

The author's investigations show that the last, isolated wheat-plots on Tarso Yéga are also affected by the persistent migration out of high-altitude areas. In spite of the lower economic stage of evolution in Tibesti, this process is comparable to the abandoning of agriculture at high altitudes in the Alps, the Pyrenees, or the Caucasus and the migration into the industrialized valleys and plains. The oil boom in Libya made this process possible, the civil war in Chad accelerated it.

Résumé

L'exposé est le résultat de recherches sur les lieux en 1968. D'autres recherches envisagées dans le futur n'ont pu être réalisées à cause de l'évolution des événements politiques au Tchad septentrional.

En 1968, il n'y avait que six familles qui vivaient au Tarso Yéga, et on n'a irrigué que six jardins de céréales (culture principale: le blé, culture associée: l'orge). Juste avant le milieu de ce siècle, les habitants des oasis de Zoumri y ont encore irrigué 40 jardins environ servant en quelque sorte de «champs extérieurs» (cf. chap. 1.5). Dans cette étude, on détermine de façon détaillée la position naturelle des jardins de céréales et les causes de leur abandon presque total. En plus, on y ajoute

une description détaillée et une évaluation quantitative de la culture de blé dans ces jardins de céréales les plus élevés du Sahara.

D'après ses recherches, l'auteur prévoit même que les derniers jardins de blé sur le Tarso Yéga seront abandonnés par les habitants à cause de la «fuite continue face à l'altitude». Ce processus peut être comparé malgré le niveau inférieur d'évolution de l'économie politique avec l'abandon rural des hautes régions des Alpes, des Pyrénées et du Caucase, et avec l'émigration dans les vallées et les plaines ouvertes à l'industrialisation. Le boom du pétrole en Libye a rendu possible ce développement et la guerre civile tchadienne l'a accéléré.

Anschrift des Autors:
Prof. Dr. Peter Rostankowski,
Osteuropa-Institut der Freien Universität Berlin,
Garystraße 55, D-1000 Berlin 33



Photo 1: Vernäßte Engtalstrecke des Enneri Yéga (vgl. Fig. 2) mit oberflächlich austretenden Wasserlachen sowie randlicher Boden- und Baumvegetation.



Photo 2: Wasserrinnsal und Riedgrashorste in der Engtalstrecke des Enneri Yéga (Größenvergleich: Begleiter Bougi Dazami mit Reisekamelen).



Photo 3: Tamariskengruppen am Rande einer Verbreiterung des Enneri-Yéga-Durchbruchtals. (Die Bäume befinden sich beim Garten VIII, vgl. Fig. 4. Zum Größenvergleich s. Photo 15!)



Photo 4: Ziehgerüst über einem Bewässerungsbrunnen auf dem noch im Vorjahr (1967) bebauten Gartenareal IV (vgl. Fig. 2).



Photo 5: Deutlich erkennbare Beeteinteilung eines noch im Vorjahr (1967) bebauten Gartens mit Brunnumrandung, Resten des Ziehgerüsts und steinerner Bewässerungsrampe für den Hauptkanal.



Photo 6: Vor mehr als drei Jahren aufgelassenes Gartenland. Die Beeteinteilung ist hauptsächlich daran zu erkennen, daß die höher gelegenen Wülste der ehemaligen Bewässerungsrampen vegetationslos, die tiefer gelegenen einstigen Anbaubeete mit spärlicher Bodenvegetation bedeckt sind.



Photo 7: Auf diesem noch Ende der fünfziger Jahre bebauten Areal war 1968 eine Beeteinteilung nicht mehr zu erkennen.



Photo 8: Eingestürzter Brunnen auf ehemaligem Gartenland. Der als Loch sichtbare einstige Brunnenschacht ist von Aushubmaterial und verfallenen Steinpackungen umgeben.



Photo 9: Die Aufschüttung (Rampe) eines ehemaligen Bewässerungskanal ist nur noch als schnurgerade Sandrippe erhalten.



Photo 10: Daß sich hier einmal ein Weizengarten befand, zeigt der zugehauene Steinschieber mit „Durchlaufeinschnitt“ (Pfeil) an. (Längsseite des Steinschiebers gut 20 cm!)



Photo 11: Durch buschbestandene Stufe scharf markierter Rand zwischen geringfügig vernäbtem, rezentem Trockenflußbett und Westteil des Gartenareals III mit Umlagefläche und 1968 bebautem Teil (vgl. Fig. 2).



Photo 12: Weizengärtner des Tarso Yéga: Links und rechts außen sitzen Barkai Jogordemi und Kalea Lebinmi, die den Garten III bearbeiteten. (Zweiter von rechts ist Bougi Dazami, der Dolmetscher aus Zoui bei Bardai, der 1980 in Sebha/Libyen lebte.)



Photo 13: Kinder von Weizengärtnern auf dem Tarso Yéga vor einer (zeitweilig?) unbewohnten Steinhütte, deren Eingang (rechts) durch aufgeschichtete Gerölle versperrt ist.



Photo 14: Zwischen groben vulkanischen Blöcken beginnt die Wasserleitung zur „fließenden“ Bewässerung des Gartens VIII (vgl. Fig. 4).



Photo 17: Wohnhütten aus Matten beim teilweise abgeernteten Garten II. (Davor Frauen – schwarz gekleidet – und Männer bzw. Jungen – weiß gekleidet – sowie Strohreste von ausgedroschenem Getreide.)



Photo 18: Weidende Ziegenherde in der Caldera des Tarso Yéga unter der Aufsicht eines Mädchens (dunkel gekleidet) und eines Jungen (hell gekleidet).



Photo 15: Hauptkanal (Erdgraben) der „fließenden“ Bewässerung durch den Garten VIII des Tarso Yéga mit randlichen Salzausblühungen. (Der Kanal ist so gut sichtbar, weil fast der gesamte Garten bereits abgeerntet war!)



Photo 16: Wohnhütten aus Stein mit Mattendach beim Gartenareal III, das zur Zeit der Aufnahme in diesem Teil schon kein Getreide mehr trägt und daher deutlich das Muster der Bewässerungsgräben erkennen läßt. (Zur Lokation der Gärten vgl. hier und im folgenden Fig. 2!)



Photo 19: Feldbegrenzung beim Gartenareal III: Trockener Wallgraben mit Hecke zum Schutz gegen nächtliche Esel- oder Kameleinbrüche. (Die an den Vorderbeinen gefesselten Tiere fürchten sich nachts vor dem ungewissen Dunkel des Grabens und überschreiten ihn nicht! Rechts oben Wohnhütten vom Photo 16.)



Photo 20: Das Bild zeigt die unterschiedliche Reifezeit im Garten II. Während die Ähren im mittleren Teil bereits gelblich (hell) gefärbt sind, ist der zuletzt eingesäte Weizen zu beiden Seiten des Ziehgerüstes noch völlig grün (dunkel).



Photo 21: Nahaufnahme reifenden Weizens im östlichen Teil des Gartenbereiches III am 23. 7. 1968.



Photo 22: Tenne mit randlichen Strohresten und Spreuablagerungen bei Gartenareal III.



Photo 23: Blick vom Garten II über einen Teil der sogenannten großen Caldera nach Osten. Das Photo suggeriert den Eindruck, als könnte der im Vordergrund sichtbare Weizenanbau noch weitläufig ausgedehnt werden.



Photo 24: Auch dieses Photo eines Teils der vegetationsbedeckten Caldera vermittelt den Eindruck vermeintlich weitläufiger Reserveflächen. (Die Breite des Enneri Yéga ist durch den im Trockenflußbett sitzenden Bougi Dazami abzuschätzen!)



Photo 25: Streckenweise schwieriger Kamelmarsch im Tibesti-Gebirge auf dem Rückweg vom Tarso Yéga nach Bardai.

Alle Photos wurden vom Verfasser zwischen dem 19. 7. 1968 und dem 29. 7. 1968 aufgenommen.

Zur Geologie des Zentraltibesti (Tarso Musue, Tarso Idri, Tarso Tori, Tarso Voon, Soborom, Tarso Tiri)

von Gerd J. Bruscek

1. Einführung über das Kartierungsgebiet

Das Kartierungsgebiet liegt etwa zwischen 16° 57' und 17° 20' östlicher Länge und 20° 47' und 21° 12' nördlicher Breite¹. Es umfaßt somit eine Fläche von rund 1800 km². Die Karte „Geologie des Zentraltibesti“ (s. Fig. 1) im Aufnahmemaßstab 1:50 000 – sie wurde für den Druck von Herrn Ing. grad. J. SCHULZ, Berlin, gezeichnet und verkleinert – stellt einen Ausschnitt der nördlichen und südlichen Tibestiabdachung zwischen Tarso Musue², Tarso Tori und Tarso Idri im Norden und Tarso Tiri und Tarso Voon im Süden dar.

Die topographische und geologische Aufnahme erfolgte auf mehreren Expeditionen in dieses nur mit Kamelkarawanen zugängliche Gebiet nach Luftbildern der Serien NF-33-XII und NF-33-VI im Maßstab 1:50 000 des Institut Géographique National, Paris. Bilder der Serie NF-33-XII bilden die Kartengrundlage für das Gebiet nördlich des 21. Breitenkreises, die der Serie NF-33-VI für das Gebiet südlich des 21. Breitenkreises³. Nach der Auswertung am Stereoskop wurde ein unkontrollierter Luftbildplan hergestellt. Die Anwendung der Radialschlitztriangulation oder der zeichnerischen Radialtriangulation nach der Arundel-Methode zur Herstellung eines möglichst verzerrungsfreien bzw. verzerrungsarmen Festpunktnetzes und einer planimetrischen Karte war nicht möglich, da die seitliche Überlappung der einzelnen Luftbilder oft unzureichend oder überhaupt nicht vorhanden ist. Die auf der Karte verzeichneten Höhenpunkte wurden mit Hilfe zweier barometrischer Höhenmesser gemessen und stellen nur ungefähre Mittelwerte dar, die um ±50 m schwanken können. Die Namen für einzelne markante Enneri⁴, Wasserstellen (Guelta, Bini)⁵, Landschaftspunkte (Ehi)⁶ und größere Landschaftseinheiten (Tarso) wurden von den einheimischen Toubou erfragt und in deutscher Umschrift wiedergegeben.

Das Gelände steigt von ungefähr 1200 m Höhe im Norden des Kartierungsgebietes auf etwa 2000 m bis 2500 m Höhenlage im Bereich der Ost-West-verlaufenden Gebirgswasserscheide an. Die höchste Erhebung bildet mit 3100 m der Vulkan Ehi Musue im Zentrum des Kartierungsgebietes. Der Höhenunterschied der Südabdachung zwischen der Gebirgswasserscheide bis zu den in etwa 1200 m Höhe gelegenen tiefsten Punkten im südlichen Teil des Kartierungsgebietes am Flußsystem⁷ Enneri Bon – Enneri Forchi – Enneri Tegaham beträgt ebenso wie der Höhenunterschied der Nordabdachung rund 800 m bis 1300 m. Das auf der Karte „Geologie des Zentraltibesti“ dargestellte Gebiet gehört zum Vulkanmassiv des Tibesti-Gebirges, das nach E. KLITZSCH (1965, 1970) im Schnittgebiet von zwei bedeutenden nordafrikanischen Schwellenräumen, der altpaläozoischen ±NNW-SSE-streichenden Tripoli-

¹ Das Koordinatennetz der Karte ist nach den Netzangaben der „Carte de l'Afrique au 1:1 000 000, NF 33, Djado“ (IGN, Paris) für dieses Gebiet „interpoliert“ worden.

² Tarso = Hochfläche, Depression, Weidefläche (i. e. S. auch Schüssel). Musue ist in französischen Karten als Mousgou aufgeführt. Dieser Name ist den Toubou jedoch meist unbekannt.

³ Jedes zweite Luftbild ist auf der Karte angegeben. Serie und Nummer einzelner Aufnahmen werden im Text oft zur Lokalisierung angeführt.

⁴ Enneri = Trockental, Wadi.

⁵ Guelta = Wasserloch, meist nicht ganzjährig wasserführend. Bini = Brunnen, oft ganzjährig wasserführend.

⁶ Ehi = Berg, Bergkette.

⁷ Es handelt sich um einen Trockenfluß, der im Oberlauf von den Toubou Enneri Bon, im Mittellauf Enneri Forchi und im Unterlauf Enneri Tegaham genannt wird. Diese bei längeren Trockenflüssen üblichen unterschiedlichen Teilbezeichnungen durch die Toubou gehen wohl auf die Einteilung in Weidegerechsam zurück.

Tibesti-Schwelle und der jungpaläozoisch-mesozoischen \pm NE-SW-streichenden Tibesti-Syrte-Schwelle liegt. Im Känozoikum trat im Dachbereich des aufgewölbten, gefalteten präkambrischen Grundgebirges und dem ebenfalls aufgewölbten, hauptsächlich aus mächtigen Sandsteinpartien aufgebauten Deckgebirges ein bedeutender Vulkanismus auf, der fast alle vulkanischen Bau- und Erscheinungsformen wie z. B. Lava- und Ignimbritdecken, Reste von Schildvulkanen, Stau- und Stoßkuppen, Stratovulkane, Lockerkegel, Calderen, Krater, maarartige Hohlformen und postvulkanische Erscheinungen aufweist und fast die gesamte Hochregion des Tibesti-Gebirges bedeckt.

Zyklisch abwechselnd wurden basische und saure Vulkanite gefördert. Trappartige, vorwiegend basaltische bis andesitische Decken der Unteren Dunklen Serie bilden die ältesten vulkanischen Ablagerungen, auf die die Ignimbrit- und Tuffdecken der Unteren Hellen Serie folgen. Die olivin- und hornblendereichen Feldspatbasalte der Mittleren Dunklen Serie können als Reste großer Schildvulkane vom Hawaii-Typ gedeutet werden, über die mächtige deckenartige Ignimbrit- und Tufflagen der Mittleren Hellen Serie abgelagert wurden. Diese sauren Vulkanite sind als Glutwolken bei der Entstehung der Caldera Tarso Voon zu deuten. Junge Bildungen sind die von den Scheitelbereichen des Gebirges nach Norden und Süden über ein bereits vorhandenes Relief abgeströmten Basalte der Oberen Dunklen Serie, die oft fingerartige Formen zeigen, und die auf-

gesetzten jüngeren kleinen Stratovulkane und Lockerkegel der Obersten Dunklen Serie, die durch die sauren Ablagerungen der Oberen Hellen Serie getrennt werden. Besonders auffällig im Kartierungsgebiet sind die riesige Caldera Tarso Voon und der große Stratovulkan Ehi Musue im Scheitelbereich des aufgewölbten Grund- und Deckgebirges. Als letzte Anzeichen der vulkanischen Aktivität im zentralen Teil des Tibesti-Gebirges sind die postvulkanischen Erscheinungen an der vulkano-tektonischen Domstruktur von Soborom westlich des Tarso Voon zu deuten.

Der größte Teil des auf der Karte „Geologie des Zentraltibesti“ dargestellten Gebietes wird somit von tertiären und quartären basischen und sauren vulkanischen Ablagerungen bedeckt, bis auf Teile im Nordwesten, Westen und Südwesten des Kartierungsgebietes, in denen präkambrische Schiefer der Oberen Tibesti-Gruppe, der kambroordovizische Zouar-Sandstein und der Bardai-Sandstein zu Tage treten. In den Enneris und großflächig in der Caldera Tarso Voon sind als jüngste Sedimente Sande und Schotter abgelagert, in denen sich ein Terrassensystem ausgebildet hat. Zu erwähnen sind außerdem bis zu 10 m mächtige, stark kalkhaltige limnische Ablagerungen, die Characeen und Diatomeen enthalten. Drei kleine Vorkommen dieser Diatomite befinden sich im nördlichen Teil der Caldera Tarso Voon, ein Vorkommen konnte am Rande der Struktur von Suradom, am Höhenpunkt 2100 m, nördlich des Ehi Adigubu kartiert werden.

2. Stratigraphie des Kartierungsgebietes

2.1 Grundgebirge

2.1.1 Obere Tibesti-Gruppe

Als älteste Ablagerungen sind im Kartierungsgebiet westlich des Enneri Tabi (NF 33-XII, 169-171)⁸ und westlich des Ehi Gesbida (NF 33-VI, 26-28, 31, 32) die präkambrischen Schiefer der Oberen Tibesti-Gruppe (s. Tab. 1) aufgeschlossen. Die stark eingerumpften präkambrischen Schiefer treten im Norden in Erosionsfenstern an den \pm Nord zum Flußsystem Enneri Zoumri – Enneri Bardagué – Enneri Arayé⁹ entwässernden Enneris auf und werden mit einer deutlichen Diskordanz vom Bardai-Sandstein und von jungen Basaltlaven überdeckt. Es handelt sich um schwach metamorphisierte Serizit- und Chloritschiefer der Oberen Tibesti-Gruppe, deren sedimentäre Schichtung oft noch erkennbar ist. Die Schiefer sind auf \pm NS-streichenden Achsen eng gefaltet. Die Falten-

achsen treten infolge starker Verwitterung morphologisch als Sättel hervor (Bildoberkante NF 33-XII, 170). Die Farbe des angewitterten Schiefers ist gelbbraun bis grünbraun, im frischen Anschlag zeigt das Gestein eine graugrüne Farbe. An der der Verwitterung ausgesetzten Oberfläche ist meist eine dunkle gelbbraune Verwitterungsrinde zu erkennen, die bis zu 5 mm stark sein kann. Teilweise ist das Gestein auch von einer braunschwarzen Wüstenlackschicht überzogen. Das Sedimentpaket

⁸ Buchstaben-Zahlenkombination und Zahlen geben Luftbildserie und Bildnummern an.

⁹ Der Oberlauf des Enneri wird von den einheimischen Toubou bis zur Oase Bardai Enneri Zoumri, der Mittellauf bis zur Mündung des Enneri Toudoufou Enneri Bardagué, der Unterlauf bis hin zum nördlichen Tibesti-Vorland Enneri Arayé genannt.

der Oberen Tibesti-Gruppe streicht in seiner Haupttrichtung NE-SW und fällt mit einem Winkel von 5° bis maximal 10° nach NE ein. Im Bereich des Tarso Abuki (NF 33-VI, 26-28, 31, 32) beißen die präkambrischen Schiefer ringförmig am südöstlichen und südlichen Fuß des Abuki-Massivs aus. Die Schichten der Oberen Tibesti-Gruppe, die man im nördlichen Tibesti-Gebirge in etwa 600 m Höhe und im Nordwesten des Kartierungsgebietes westlich des Enneri Tabi in etwa 1200 m Höhe findet, sind hier domartig bis auf über 2000 m Höhe aufgewölbt worden.

2.2 Sandstein-Deckgebirge

2.2.1 Zouar-Sandstein

Mit den präkambrischen Schiefen der Oberen Tibesti-Gruppe wurde am Tarso Abuki gleichzeitig der kambroordovizische Zouar-Sandstein bis auf eine Höhe von über 1600 m aufgewölbt und taucht mit einer Flexur nach Süden ab. Im nur 5 km Luftlinie entfernten Enneri Bon beim Höhenpunkt 1325 m, am Beginn des bis zu 300 m tief eingeschnittenen Canyons des Flußsystems Enneri Bon, Enneri Forchi, Enneri Tegaham, tritt derselbe Zouar-Sandstein (s. Tab. 1) unter den diskordant auflagernden Basalten der Unteren Dunklen Serie wieder mit einem Streichen von 100° bis 115° und einem Einfallen von 10° bis maximal 15° SE zu Tage. Die über 500 m mächtigen kambroordovizischen Sandsteine, die in den nach Südwesten gerichteten Schluchten gut aufgeschlossen sind, bilden die südliche Abdachung des Tibesti-Gebirges und prägen die Gebirgslandschaft bis südlich der Oase Zouar. Der am Enneri Bon aufgeschlossene Sandstein ist gut gebankt mit Mächtigkeiten der einzelnen Bänke bis zu 10 m. In den einzelnen Sandsteinlagen ist deutlich Kreuzschichtung, Schrägschichtung und Gradierung der Sedimentkörner („graded bedding“) zu erkennen. Der meist gelbbraune bis rötliche Sandstein ist fein- bis mittelkörnig und wird gelegentlich von Quarzkiesel-Lagen mit einer Mächtigkeit bis zu 1 m unterbrochen. Die Quarzkiesel haben meist einen Durchmesser von 1 cm bis 2 cm, können vereinzelt aber auch bis hühnereigroß werden. Daneben unterbrechen an manchen Stellen bis zu 5 cm mächtige violette Siltsteinlagen die Sandsteinfolge. Jedoch können diese Zwischenlagen nicht zur stratigraphischen Gliederung herangezogen werden, da sie meist nur über wenige Zehner oder Hunderte von Metern verfolgt werden können. Ebenso unterbrechen Zentimeter breite bis Dezimeter starke Lagen eines hellgelben quarzitischen, feinkörnigen und hochverfestigten Sandsteins stellen-

weise die Abfolge. An der Oberfläche der Sandsteine ist oft eine dünne, bis maximal 2 cm starke, dunkle Eisenmangankruste ausgebildet. Fossilien ließen sich in diesem Bereich nicht finden. Die Datierung des Zouar-Sandsteins als Kambroordovizium wird mit den *Cruziana*-Funden (Trilobiten Spuren) von H. HAGEDORN und Verfasser im über dem Zouar-Sandstein folgenden Ehi-Goudia-Sandstein (s. BRUSCHEK, 1970, S. 37 und 1974, S. 26-27; s. auch Tab. 1) am Ehi Goudia bzw. Ehi Dao Minetto¹⁰ im westlichen Tibesti begründet. Nach SEILACHER (s. KLITZSCH, 1966, S. 6) kann *Cruziana* in das frühe Ordovizium gestellt werden. Der Zouar-Sandstein kann am Südwestabhang des Tibesti-Gebirges ohne Unterbrechung bis in das Gebiet des Enneri Bon im Kartierungsbereich verfolgt werden.

2.2.2 Bardai-Sandstein

Im Nordwesten des Kartierungsgebietes treten ebenfalls Sandsteine auf (NF 33-XII, 169-171), die als Bardai-Sandstein (s. Tab. 1) kartiert wurden, da sie zu einem großen, vom südlich des Tibesti gelegenen Zouar-Sandstein jedoch isolierten Sandsteinvorkommen zwischen Bardai und Aozou im Norden des Tibesti gehören. Der Bardai-Sandstein wurde zunächst, bis zur eindeutigen Klärung¹¹, wie der Zouar-Sandstein in das Kambroordovizium gestellt, da die nördlichen Vorkommen des Bardai-Sandsteins faziell gleichartig ausgebildet sind wie die südlichen Vorkommen des Zouar-Sandsteins. Auch die morphologische Überprägung der beiden Sandsteinvorkommen ist gleichartig, obgleich im Nordteil des Kartierungsgebietes und im nördlichen Tibesti-Gebirge die tiefeingeschnittenen canyonartigen Schluchten fehlen oder nicht so deutlich ausgeprägt sind. Jedoch können Teile des Bardai-Sandsteins – wie unten weiter ausgeführt – auch jünger sein. Die Sandsteine westlich des Enneri Tabiriou zeigen ein Generalstreichen von 110° bis 130° und fallen mit Winkeln zwischen 5° und 15° nach NE ein. Sie liegen, wie der Zouar-Sandstein mit einer deutlichen Diskordanz und einem lokal ausgebildeten bis zu 1/2 m mächtigen Konglomerat mit bis zu kopfgroßen, ziemlich unverfestigten Geröllen auf den basalen Schiefen der Oberen Tibesti-Gruppe. Im Norden des Kartierungsgebietes werden die Sandsteine nur bis zu 60 m

¹⁰ Der Ehi Dao Minetto wird von den einheimischen Toubou Ehi Goudia genannt.

¹¹ Zum Problem der Altersfrage der Sandsteine vgl. auch BRUSCHEK (1974, S. 26-28) und JÄKEL (1982).

Tabelle 1: Vergleichende Stratigraphie Tibesti, Serir Tibesti, Djado- und Erdis-Becken

	Westliches Tibesti und Djado-Becken (nach B. Plauchut, 1959, E. Klitzsch, 1966)	Zentrales Tibesti, Serir Tibesti (nach Ph. Wacrenier, 1958, E. Klitzsch, 1966, G. Brushek, 1970, 1977, D. Jäkel, 1982, N. Roland, 1971, 1973)	Östliches Tibesti, Erdis-Becken (nach de Lestang, 1965, E. Klitzsch, 1966)
Känozoikum	Holozän	Dünen Lakustre Ablagerungen	Dünen Lakruste Ablagerungen
	Quartär	Obere Basalte	Musue-Vulkanite Oberste Dunkle Serie Obere Helle Serie Obere Dunkle Serie Mittlere Helle Serie Mittlere Dunkle Serie Untere Helle Serie Untere Dunkle Serie
	(ca. 1)	Untere Basalte Rouaga Chalk Flosculina Lmst.	Rouaga Chalk Flosculina Limestone
	Pliozän bis Oligozän		
	Tertiär	Eozän	Kheir Marl Operculinoides Beds Dor el Msid Claystone Scedida Dolomit Dor el Gani Marl
Paleozän (70)			
Mesozoikum	Oberkreide	Ben Afen Beds	Kontinentale Sandsteine und Schiefer
	Unterkreide bis Jura (185)	Messak Sandstein	Sandsteine und Konglomerate W Djebel Eghei
	Perm-Trias (270)	Posttassilien	Nubische Serie (Bardai-Sandstein)
	Karbon (320)	Madama Sdst. Assedjefar-Formation Mrar-Formation	Eli-Yé-Sandstein
	Paläozoikum	Ober Devon	Aouinet Quenine Formation
Mittel Devon		Uan Casa Form.	Quatre-Roches-Basalt Quatre-Roches-Sandstein
Unter Devon (400)		Tadart Sdst.	Basis-Sandstein
Silur (420)		Acacus Sdst. Niveau 4 (Harlania)	
Kambroordovizium (600)	Sandsteine: Niveau 3 Niveau 2 Niveau 1	Bardai-Sandstein Ehi-Goudia-Sandstein Zouar-Sandstein	
Präkambrium	Obere Tibesti Gruppe (Pharusien)	Obere Tibesti Gruppe	
	Untere Tibesti Gruppe (Suggarien) - (>3000)	Untere Tibesti Gruppe	

Die Zahlen (in Mio. Jahren) geben absolute Altersbestimmungen an (nach D. J. SCHTSCHERBAKOW, 1961)

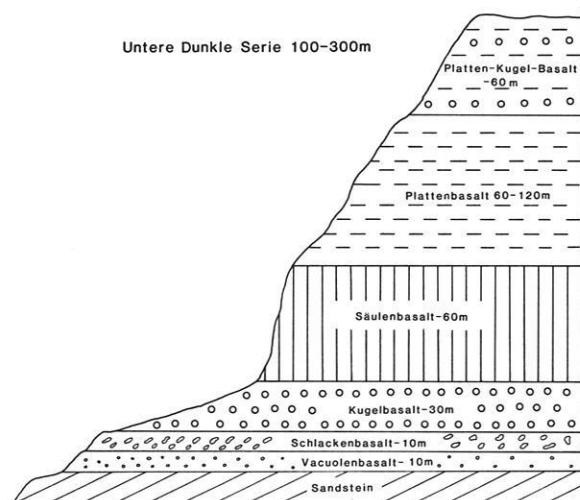
mächtig, sie nehmen jedoch zum Enneri Bardagué schnell an Mächtigkeit zu und bilden morphologisch deutlich erkennbare Verebenungen, die kleinflächig zwischen den nach Norden entwässernden Enneris hervortreten. In diesen Sandsteinflächen treten im Luftbild (NF 33-XII, 169, 170) gut erkennbare Klüfte und Quarzitgänge auf, die etwa NS und NNW-SSE streichen und sehr steil bis saiger stehen. Die Quarzitgänge von mehreren Dezimetern bis maximal 2,5 m Mächtigkeit bestehen aus einem hellgrauen bis hellgelben feinkörnigen Quarzit. Die Strukturen werden durch verwitterten Basaltschutt, der sich an den Klüften und Gängen angesammelt hat, deutlich sichtbar. WACRENIER (1958) und VINCENT (1963) stellen den Bardai-Sandstein aufgrund von *Dadoxylon*-Funden (CORFIN in DALLONI, 1934) als Nubische Serie in das Mesozoikum. KLITZSCH (1965) korrelierte den Bardai-Sandstein mit der kambrischen Hassaouana Formation. Verfasser (1970) hält aufgrund schlecht erhaltener Pflanzenspuren von der Flugplatzebene bei Bardai (GABRIEL, KILPPER, frdl. mündl. Mittlg.) ein devonisch bis postdevonisches Alter für Teile des Bardai-Sandsteins für möglich. Die Fossilfunde im Tabiriou-Sandstein (s. Tab. 1) durch N. ROLAND (1971) wurden dem Verfasser erst nach Fertigstellung der Karte bekannt. ROLAND (1971) unterteilt den Bardai-Sandstein in den Basis-Sandstein, den Quatre-Roches-Sandstein, den Tabiriou-Sandstein und den Eli-Yé-Sandstein. Aufgrund von Fossilfunden (*Pecopteris arborescens* SCHLOTH.) konnte er für den Tabiriou-Sandstein ein permokarbonisches Alter ermitteln. Eine Störungsbekzie östlich der Piste Bardai-Flugplatzebene deutet ROLAND als mögliches Abschleppungsprodukt. Östlich der Störung liegt der permokarbonische Tabiriou-Sandstein, für die westlich der Störung gelegenen Basis- und Quatre-Roches-Sandsteine vermutet ROLAND weiterhin paläozoisches Alter, für den Eli-Yé-Sandstein postpermokarbonisches Alter. Nach JÄKEL (1982, S. 133-142 in diesem Heft) ergab ein Basalt im Kontakt zum Quatre-Roches-Sandstein ein Alter von 326 ± 6 Mio. Jahren. Der im nordwestlichen Kartierungsgebiet erfaßte Bardai-Sandstein dürfte somit dem Tabiriou-Sandstein ROLANDs zuzurechnen sein und aufgrund der Pflanzenfunde permokarbonisches Alter haben.

2.3 Vulkanische Abfolge

2.3.1 Untere Dunkle Serie

Über den präkambrischen Schiefer, dem kambro-ordovizischen Zouar-Sandstein und dem Bardai-

Sandstein folgen im Kartierungsgebiet die Basalte der Unteren Dunklen Serie, die südöstlich des Ehi Fosnua (NF 33-VI, 30-32, 88-90) und westlich des Ehi Domaro¹² (NF 33-XII, 169, 170, 223) aufgeschlossen sind. Bei der Unteren Dunklen Serie handelt es sich um einen Trappvulkanismus, der das Gelände durch flächenhafte Verebenungen morphologisch deutlich bestimmt. Diese Verebenungen werden durch zahlreiche Enneris angeschnitten, die dann am Übergang vom Basalt zum liegenden Sandstein in tiefeingesägte canyonartige Schluchten übergehen. Dies wird im Südwesten des Kartierungsgebietes besonders deutlich. Das Profil der Unteren Dunklen Serie ist deshalb auch am Enneri Bon (NF 33-VI, 88-90, 30, 31) sehr gut aufgeschlossen (s. Fig. 2).



Figur 2: Normalprofil der Unteren Dunklen Serie.

Die zumeist aus Spalten gespeisten Trapp-Basalt-Decken der Unteren Dunklen Serie erreichen Mächtigkeiten zwischen 100 m bis 300 m. Es wurden hauptsächlich Basalte und Andesin-Basalte mit einem SiO_2 -Anteil zwischen 43 % und 48 % gefördert (vgl. Tab. 2). In den unteren Lagen können lokal auch rhyolitische Einschaltungen und Ignimbrite beobachtet werden. In der Regel beginnt die Untere Dunkle Serie jedoch mit schlackigen Basaltlaven, häufig mit Zeolith- und Kalzit-ausfüllungen der Hohlräume. Zum Hangenden werden die Basalte dichter. Auf einen Kugelbasalt folgt der eine markante Stufe bildende Säulenbasalt, der von Lagen eines plattig abgesonderten Basalts überlagert wird. In den oberen Partien zeigt sich eine mehr kugelige Absonderung mit typischer zwiebelschaliger Verwitterung.

¹² Ehi Domaro bedeutet im „Tedaga“, der Sprache der Toubou, Heuschrecken-Berg.

Tabelle 2: Chemismus und Klassifikation („Rittmann-Nomenclature“, nach A. RITTMANN, 1952) der Tibesti-Vulkanite

Dunkle Serien

	Untere Dunkle Serie					Mittlere Dunkle Serie					Obere Dunkle Serie					Oberste Dunkle Serie		
	V1 ¹	100 ²	V2	V4	V5	V21	V22	V20	101	V31	V33	L65 ³	102	V77	104	V78		
SiO ₂	43.4	44.8	45.6	47.3	48.3	50.2	50.6	52.5	54.0	44.5	45.5	46.9	47.8	51.2	52.4	55.3		
Al ₂ O ₃	16.0	16.1	16.9	17.0	13.7	17.2	15.4	17.5	13.6	14.8	13.9	16.3	14.3	18.6	14.8	15.9		
Fe ₂ O ₃	12.7	16.9	12.6	13.0	12.1	11.3	11.0	11.0	12.6	11.2	10.1	11.3	14.4	9.5	11.8	8.9		
TiO ₂	1.4	2.3	3.2	2.4	3.0	3.0	2.8	2.2	1.5	3.2	2.6	3.6	3.7	1.4	2.3	1.9		
CaO	12.3	10.3	10.3	10.3	10.5	8.4	7.5	6.4	5.3	12.6	11.7	11.2	11.8	7.5	7.8	6.7		
MgO	8.9	4.7	5.8	5.6	8.0	2.2	2.9	3.6	1.3	9.4	8.6	5.7	2.0	3.1	3.1	3.8		
Na ₂ O	3.5	2.5	3.3	2.6	2.9	3.0	4.0	3.7	3.7	2.0	2.9	2.3	4.2	4.5	3.8	3.7		
K ₂ O	0.8	0.6	0.7	0.8	0.8	1.7	1.8	2.5	2.6	1.1	1.4	1.5	1.6	2.3	1.8	2.4		
H ₂ O	1.2	0.5	0.7	1.0	0.2	1.4	1.7	0.3	0.6	0.5	2.0	0.7	0.4	0.2	0.3	0.5		
Glühverlust	1.5	0.7	0.7	0.3	0.3	1.2	1.2	2.5	2.5	0.4	0.7	0.2	0.4	0.7	0.7	1.1		
Total	100.2	100.2	99.8	100.0	99.8	99.6	98.9	99.7	97.7	99.7	99.7	99.7	100.2	98.3	98.9	100.2		
SiO ₂	43.4	44.8	45.6	47.3	48.3	50.2	50.6	52.5	54.0	44.5	45.5	46.9	47.8	51.2	52.4	55.3		
Al	14.1	14.5	15.2	15.3	12.3	15.5	13.9	15.7	12.7	13.3	12.5	14.6	12.9	16.7	13.3	14.3		
Alk	4.4	4.4	5.6	4.7	5.2	6.1	7.9	8.1	8.5	4.1	5.8	5.9	7.9	9.1	7.5	7.9		
FM	31.5	27.3	25.2	25.0	29.0	16.0	17.5	18.8	15.2	30.6	28.8	22.6	19.0	16.3	21.0	16.3		
k	0.18	0.14	0.13	0.17	0.15	0.27	0.23	0.31	0.29	0.28	0.24	0.25	0.2	0.23	0.23	0.3		
an	0.51	0.48	0.46	0.53	0.4	0.43	0.27	0.32	0.18	0.53	0.37	0.43	0.25	0.3	0.28	0.3		

V1 = Basalt
 100 = Basalt
 V2 = Andesin-Basalt
 V4 = Basalt
 V5 = Andesin-Basalt

V20 = Olivin-Trachy-Andesit
 V21 = Olivin-Trachy-Andesit
 V22 = Olivin-Trachy-Andesit
 101 = Andesit

V31 = Basalt
 V33 = Olivin-Andesin-Trachy-Basalt
 L65 = Andesin-Basalt
 102 = Andesit

V77 = Olivin-Trachy-Andesit
 104 = Olivin-Trachy-Andesit
 V78 = Trachyandesit

Helle Serien

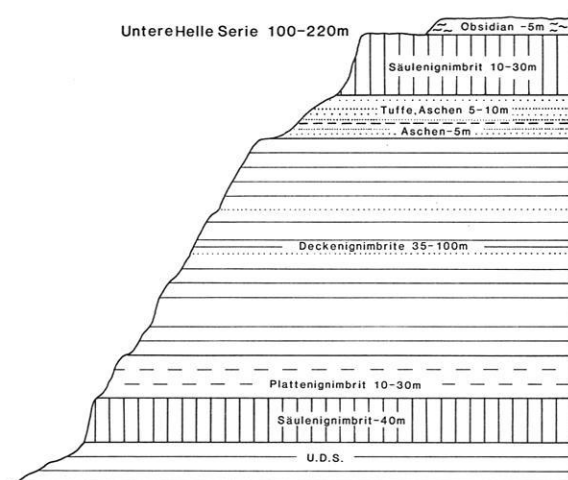
	V48	105	106	V50	V51	V60	107
SiO ₂	67.5	68.5	69.1	70.0	69.7	71.8	71.8
Al ₂ O ₃	15.4	14.6	13.7	13.3	13.5	12.8	12.0
Fe ₂ O ₃	5.1	4.6	4.6	4.8	4.4	4.1	5.0
TiO ₂	0.5	0.5	0.4	0.6	0.5	0.5	0.7
CaO	0.4	1.0	1.0	0.6	1.0	0.5	0.7
MgO	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5
Na ₂ O	6.3	4.0	5.5	5.6	4.7	4.5	4.6
K ₂ O	3.1	4.5	4.8	4.8	5.6	4.2	4.6
H ₂ O	0.7	0.3	0.3	0.3	0.6	1.0	0.3
Glühverlust	1.4	1.4	1.2				0.9
Total	99.4	99.8	100.8	100.0	100.0	99.6	101.1
SiO ₂	67.5	68.5	69.1	70.0	69.7	71.8	71.8
Al	13.9	13.1	12.3	12.0	12.0	11.5	10.8
Alk	12.6	10.5	13.0	13.2	12.7	11.0	11.4
FM	5.9	5.8	5.4	5.0	4.6	4.7	6.5
k	0.25	0.43	0.37	0.36	0.44	0.38	0.4
an	0.05	0.11	-0.028	-0.05	-0.02	0.03	-0.03

V48, 105, 106, V50, V51, V60 = Soda Rhyolith
 107 = Dunkler Soda Rhyolith

¹ V = chemische Analyse nach P. VINCENT (1963)
² Dreistellige Zahlen = eigenes Probenmaterial. Analyse: H. HERMANN
³ L = chemische Analyse nach A. LACROIX in M. DALLONI (1934)

2.3.2 Untere Helle Serie

Die Gesteine der Unteren Hellen Serie treten in weitausgedehnten Flächen im nordwestlichen und westlichen Teil des Kartierungsgebietes zwischen Ehi Domaro und Ehi Tjoichona im Norden und den präkambrischen Schiefen des Tarso Abuki im Süden auf (NF 33-XII, 221-223, 226, 227, NF 33-VI, 27, 28). Im Südwesten des Tarso Tiri (NF 33-VI, 32, 86-88) sind die Ignimbitdecken der Unteren Hellen Serie mit Mächtigkeiten von über 200 m im Anschnitt der nach Südwesten entwässernden Enneris aufgeschlossen. An den Steilwänden des tief eingeschnittenen Enneri Togosu (NF 33-VI, 86, 87) kann man das Normalprofil der Unteren Hellen Serie gewinnen (s. Fig. 3).



Figur 3: Normalprofil der Unteren Hellen Serie

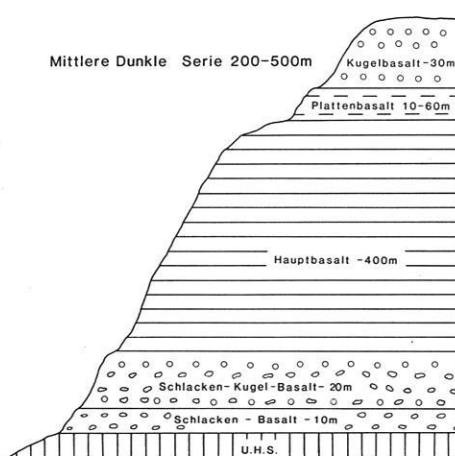
Die Untere Helle Serie besteht aus SiO_2 -reichen (um 70 %) vulkanischen Gesteinen, Ignimbriten, Rhyolithen, Trachyten und Phonolithen, wobei die Rhyolithe und Ignimbrite den Hauptanteil der Serie bilden. Aschen-, Tuff- und Bimslagen sind dieser aus zahlreichen Decken bestehenden Serie zwischengeschaltet. Charakteristisch für die Untere Helle Serie sind die stufenbildenden unteren und oberen Säulenignimbrite sowie im Hangenden lokal auftretende vulkanische Gläser. Die Mächtigkeit der Unteren Hellen Serie kann 200 m übersteigen.

2.3.3 Mittlere Dunkle Serie

Von den Basalten der Unteren Dunklen Serie durch die Ignimbitdecken der Unteren Hellen Serie getrennt folgen die Basalte der Mittleren Dunklen Serie, die im Arbeitsgebiet in großen zusammenhängenden Flächen plateauartig nördlich und

westlich des Tarso Abuki (NF 33-XII, 221-223, 226-228, NF 33-VI, 26) vorkommen. Außerdem tritt diese Serie in den durch Erosion tief eingeschnittenen Enneri Suradom und Enneri Soborom (s. Fig. 4) sowie an der Westflanke der Caldera Tarso Voon auf (NF 33-VI, 22, 23, 34-36, 83). Die Basalte der Mittleren Dunklen Serie haben im nordwestlichen Teil des Kartierungsgebietes eine Mächtigkeit von 200 m bis 300 m und fallen flach nach Norden ein. Im Bereich von Suradom und Soborom steigt die Mächtigkeit auf knapp 500 m an. Hier ist die Serie an den vulkano-tektonischen Domen von Suradom und Soborom (s. BRUSCHEK, 1972, S. 35 bis 47) steil aufgewölbt worden, fällt aber in einer Entfernung von wenigen Hundert Metern vom jeweiligen Dom flach nach Südwesten ein.

Die Ablagerungen der Mittleren Dunklen Serie werden hauptsächlich aus olivin- und hornblende-haltigen Feldspatbasalten gebildet. Daneben treten auch Andesite auf. Der SiO_2 -Gehalt dieser Serie ist mit durchschnittlich 50 % bis 54 % höher als der der Unteren Dunklen Serie (s. Tab. 2). Nach VINCENT (1963) stammen die Ablagerungen der Mittleren Dunklen Serie im Tibesti-Gebirge aus fünf alten Schildvulkanen, die er im Bereich des Tarso Voon, Ehi Terkei, Tarso Toon, Tarso Yega und Tarso Tieroko annimmt. Die liegenden Partien zeigen, wie bei der Unteren Dunklen Serie, eine schlackige Absonderung. Große Plagioklase und Titanhornblenden sind hier typische Einsprenglinge. Über dem Schlackenbasalt folgen kugelig abgesonderte Basalte, die in den massigen, teilweise säulig abgesonderten und extrem harten olivinreichen Hauptbasalt übergehen. In den oberen Bereichen der Mittleren Dunklen Serie herrschen wiederum plattige bis kugelige Absonderungsformen vor.



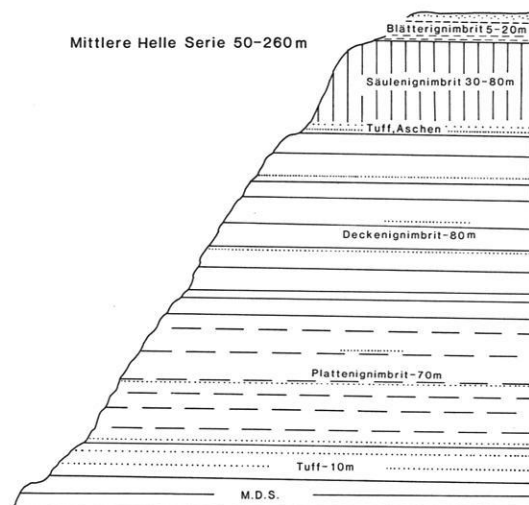
Figur 4: Normalprofil der Mittleren Dunklen Serie

2.3.4 Mittlere Helle Serie

Die Ignimbritablagerungen der Mittleren Hellen Serie bedecken weite Flächen des Kartierungsgebiets. In Fenstern tauchen sie unter den Basalten der Oberen Dunklen Serie im Tarso Musue auf (NF 33-XII, 171-173, 219-221) und bedecken den nordöstlichen Teil des Kartierungsgebiets (NF 33-XII, 173-175, 213-219). Nördlich des Tarso Voon im Tarso Idri werden die Ignimbritschichten von jungen Basalten überdeckt (NF 33-VI, 19, 20). Auch im Tarso Tori (NF 33-VI, 25), im Tarso Tiri (NF 33-VI, 32-36, 84-88), im Tarso Voon und südöstlich des Tarso Voon (NF 33-VI, 40, 82, 361) bestimmen sie das Landschaftsbild und werden nur an einigen Stellen von jüngeren Basalten der Oberen und Obersten Dunklen Serie sowie von den Schottern des Tarso Voon verdeckt.

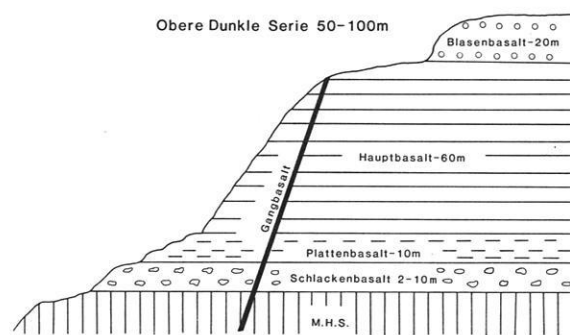
Die Serie, deren Mächtigkeit zwischen wenigen Zehnern von Metern und maximal etwa 250 m schwanken kann, ist besonders gut in den tief eingeschnittenen Enneris, die nördlich der Wasserscheide ± Nord südlich davon ± Südwest entwässern, aufgeschlossen. Im mehr als 100 m tief eingesägten Enneri Suradom konnten über 50 verschiedene Lagen gezählt werden, die jeweils Dezimeter bis mehrere Zehner von Metern Mächtigkeit haben können, sich aber nicht deutlich voneinander unterscheiden. Am Enneri Mortije, Enneri Togosu, Enneri Domsu, südwestlich des Tarso Voon sowie im Gebiet von Suradom wurde das Normalprofil der Mittleren Hellen Serie aufgenommen (s. Fig. 5).

Wie bei den Gesteinen der Unteren Hellen Serie sind SiO_2 -Gehalte zwischen 67 % und 72 %, hohe Anteile an K_2O (zwischen 3,1 % und 5,6 %) und Na_2O (zwischen 4,0 % und 6,3 %) typisch für die



Figur 5: Normalprofil der Mittleren Hellen Serie

Mittlere Helle Serie (s. Tab. 2). Die sauren Gesteine dieser Serie prägen insbesondere den Bereich um die Caldera des Tarso Voon, sind aber auch flächenhaft im Gebiet der Caldera Yirrigué, des Doon (Trou au Natron) sowie am Emi Koussi verbreitet. Hierbei handelt es sich wohl um die SiO_2 -reiche Förderung in Verbindung mit der Entstehung der Calderen Tarso Voon, Yirrigué, Doon und Emi Koussi. Hauptsächlich wurden Ignimbrite und Rhyolithe gefördert, teilweise auch Trachyte und Phonolithe. Tuffe, Aschen und Brekzien sind den einzelnen Decken lokal zwischengelagert. Die säulige Ablagerung der Ignimbritdecken im oberen Bereich der Mittleren Hellen Serie ist ebenso typisch wie die abschließenden weichen Partien des Blätterignimbrits.



Figur 6: Normalprofil der Oberen Dunklen Serie

2.3.5 Obere Dunkle Serie

Die Basaltablagerungen der Oberen Dunklen Serie bedecken weite Flächen der Nordabdachung des Kartierungsgebietes, außerdem treten kleinere Vorkommen im Tarso Tiri im Südwesten des Kartierungsgebietes auf. Die etwa 50 m bis 100 m mächtigen Basalte überlagern ein altes in den weichen Ignimbriten ausgebildetes Relief und fließen fingerförmig vom Nordrand des Tarso Voon, im Gebiet des Tarso Idri, wo das Normalprofil (s. Fig. 6) aufgenommen wurde, mit flachem Einfallen hangabwärts nach Norden (NF 33-VI, 20-22, NF 33-XII, 232-234, 215-217). Nördlich des Ehi Musue bedecken die Basalte der Oberen Dunklen Serie die Ignimbrite der Mittleren Hellen Serie, die in Fenstern wieder hervortreten (NF 33-XII, 219-221, 171-173). Südlich der Wasserscheide fließen die Basalte etwa mit dem Abdachungswinkel des Tibesti-Gebirges fingerförmig nach Südwesten (NF 33-VI, 24-26, 32-35, 82-86, 88). Teilweise sind diese Basalte auch in die Caldera Tarso Voon geflossen (NF 33-VI, 36-40). Charakteristisch ist dabei für das

Kartierungsgebiet, daß die nach Südwesten gerichteten Basaltströme wesentlich kleiner sind als die Vorkommen nördlich der Wasserscheide.

Die Basalte und Andesite der Oberen und Obersten Dunklen Serie (s. weiter unten) weisen kaum Unterschiede in ihrem Aufbau auf. Die Obere Dunkle Serie zeigt einen SiO₂-Gehalt zwischen 44 % und 48 % (s. Tab. 2) und ähnelt in ihrem Chemismus der Unteren Dunklen Serie. Auch der mineralogische Aufbau ist dieser Serie ziemlich nahestehend. Die Andesite der Obersten Dunklen Serie lehnen sich in ihrem chemischen Aufbau und in ihrem Mineralbestand an die Vulkanite der Mittleren Dunklen Serie an.

2.3.6 Obere Helle Serie

Über den Basalten der Oberen Dunklen Serie folgt die Obere Helle Serie. Sie besteht aus pyroklastischem Material und ist im Kartierungsgebiet östlich des Ehi Tori und nördlich des Ehi Ajo (NF 33-VI, 24) sowie am südwestlichen Fuß des Ehi Musue (NF 33-XII, 229) ausgebildet. Die Ablagerungen der Oberen Hellen Serie erreichen nur wenige Meter Mächtigkeit und bestehen hauptsächlich aus graugelben und gelbgrünen Bims- und Aschenlagen. Die kantigen etwa Zentimeter großen Bimsteilchen und Aschenbänder ähneln den Bimsvorkommen am Trou au Natron, die von PH. WACRENIER (1958) als „Cinérites à blocs“ beschrieben wurden. Westlich des Tarso Tori erreicht die Obere Helle Serie mit maximal 15 m ihre größte Mächtigkeit. Die basalen Partien zeigen hier eine geringe Verschweißung, während sonst der Bimsuff-Charakter vorherrschend ist, der der Ablagerung ein sehr einheitliches Bild gibt.

2.3.7 Oberste Dunkle Serie

Die Oberste Dunkle Serie tritt im Kartierungsgebiet im Bereich des Tarso Tori, Tarso Musue, Tarso Idri, am Nord- und Westrand der Caldera Tarso Voon sowie im Innern der Caldera Tarso Voon auf. Es handelt sich dabei um Stratovulkane, die bis maximal 200 m Höhe erreichen können, und geringmächtige Lavaausflüsse. Die kleinen Vulkanbauten sind sehr gut erhalten, da die Erosion sie kaum angegriffen hat. Neben blasigen Basaltflüssen treten hauptsächlich Schlackenlagen und vulkanische Bomben auf, welche die Vulkankegel aufbauen. Bei den aus den Vulkanen austretenden Basaltflüssen handelt es sich um einen stark schlackigen bis blasigen, harten, scharfkantigen Basalt mit dichter Grundmasse ohne makroskopisch erkennbare Einsprenglinge. Vereinzelt Partien sind olivin- und hornblendereich. Die Oberste Dunkle Serie ähnelt in ihrem Chemismus sehr stark

der Oberen Dunklen Serie (s. Tab. 2). Morphologisch bilden die Ablagerungen der Obersten Dunklen Serie jedoch einen eigenen typischen Formenschatz, kleine Stratovulkane, die sehr gut erhalten sind, und gut erkennbare, kaum von der Erosion angegriffene kleine Basaltflüsse.

2.3.8 Musue Vulkanite

Der Ehi Musue im Zentrum des Kartierungsgebietes ist ein Stratovulkan von 3100 m Höhe (NF 33-XII, 230), der aus schlackig-blasigen bis massigen Lavaströmen aufgebaut wird. Im Gipfelbereich treten außerdem helle trachytische Gesteine auf. Die einzelnen Lavaströme bestehen aus einem meist dunkelgrauen bis schwarzen, manchmal grüngrauen feinkörnigen Basalt, der in seiner Plagioklasmikrolithen-reichen Grundmasse einzelne 1 mm bis 2 mm große Plagioklasleisten, Olivine und Hornblende aufweist. Die an der Basis ausgebildeten schlackig-blasigen Partien entsprechen in ihrem Aufbau den Basalten der Obersten Dunklen Serie.

2.4 Tarso Voon – Soborom – Suradom

2.4.1 Tarso Voon

Im Kartierungsgebiet gibt es drei geologisch bedeutende vulkanische Bauformen, die im Scheitelpunktbereich der Aufwölbung des zentralen Tibesti-Gebirges liegen. Die markanteste und größte vulkanische Erscheinung ist die Caldera Tarso Voon¹³. Die Nord-Süd-Achse der Caldera mißt knapp 18 km, die Ost-West-Achse etwa 15 km. Das Muldentiefste des Tarso Voon liegt etwa im Zentrum der Caldera am Ehi Michr in rund 1950 m Höhe. Die Wände der Caldera sind, insbesondere am Westrand, ziemlich steil. Der nördliche, östliche und südliche Calderarand liegt in 2100 m bis 2300 m Höhe. Die größte Höhenlage wird im Westen am Ehi Duduri mit 2685 m erreicht. Lediglich am Westrand der Caldera ist die vulkanische Schichtenfolge von der Unteren Hellen Serie bis zur Obersten Dunklen Serie am Ehi Duduri aufgeschlossen, sonst werden die Hänge hauptsächlich von den Ignimbitlagen der Mittleren Hellen Serie bedeckt.

Der rund 350 km² große Tarso Voon kann als Einbruchscaldera des Katmai-Typ (H. WILLIAMS, 1941) gedeutet werden, aus der bei der Entstehung gewaltige Glutwolken ausgeschleudert wurden, die als mächtige Ignimbitdecken der Mittleren Hellen Serie in weitem Umkreis um die Caldera Tarso Voon abgelagert wurden. Dabei wurden auch Teile des Grund- und Deckgebirges (Schiefer

¹³ Vgl. dazu BRUSCHEK, 1972, S. 35-47.

und Sandsteine) mitgerissen, die sich heute in den Ignimbritablagerungen feststellen lassen. Der nachfolgende basische Vulkanismus folgt fingerförmig einem alten Relief am Innenrand in die Caldera (S Ehi Oskoba) bzw. strömt hauptsächlich am Außenrand der Aufwölbung nach Norden zum Tarso Idri. Später kommt es zur Entstehung kleiner Vulkankegel aus vorwiegend pyroklastischem Material am Rand (Ehi Mussoi, Ehi Yedri, Ehi Wurke, Ehi Duduri) und im Innern der Caldera (Ehi Uradom, Ehi Tubuoi, Ehi Mussagur, Ehi Michr). Schließlich wird der größte Teil des Tarso Voon von mächtigen Schutt- und Schottermassen bedeckt. Am Fuß der Calderawände sind riesige Schwemm- bzw. Schuttflächen ausgebildet, in die sich die heute episodisch fließenden Enneris eingeschnitten haben. Die zentripetal entwässernden Enneris vereinigen sich in den nach Norden fließenden Enneri Yedri, der den Calderarand am Ehi Mussoi durchsägt hat. In den Schuttablagerungen des Tarso Voon sind mindestens drei Flußterrassen ausgebildet (s. auch G. JANNSEN, 1970), die den Flußterrassen am Enneri Zoumri – Enneri Bardagué entsprechen. Am Zusammenfluß des Enneri Oskoba mit dem Enneri Yedri, am Enneri Yedri und am Enneri Wurke sind limnische, diatomeenhaltige Ablagerungen von geringer Ausdehnung aufgeschlossen.

2.4.2 Soborom – Suradom

Westlich der Caldera Tarso Voon sind zwei wesentlich kleinere Strukturen, die von Soborom und die von Suradom, von Interesse. Es handelt sich um vulkano-tektonische Dome, die morphologisch als Mulden in Erscheinung treten. Bei beiden Struk-

turen sind hauptsächlich die Basalte der Mittleren Dunklen Serie, die Ignimbrite, Tuffe und Rhyolithe der Mittleren Hellen Serie und die Basalte der Oberen Dunklen Serie aufgeschlossen (s. dazu BRUSCHEK, 1972, S. 35-47). Durch Aufsteigen magmatischer Massen – die Aktivität scheint im Zusammenhang mit der Entstehung des Tarso Voon zu stehen – sind dort die Deckschichten aufgebogen worden. Als letzte Anzeichen der vulkanischen Aktivität sind hier die postvulkanischen Erscheinungen von Soborom zu nennen.

Bei Soborom treten im Gebiet des Enneri Soborom in 2400 m bis 2500 m Höhe die bedeutendsten rezenten postvulkanischen Erscheinungen des Tibesti auf, die als späte Zeugen des gewaltigen Tibesti-Vulkanismus tertiären bis quartären Alters gelten können. Im Zentrum des vulkanischen Domes findet man auf etwa 1 km Länge postvulkanische Erscheinungen in Form von Thermalquellen, Exhalationen, „kühlen Fumarolen“, Solfataren, Schlammvulkanen und „toten“ Fumarolenfeldern, die zu drei aktiven Hauptzonen zusammengefaßt werden können (s. dazu BRUSCHEK, 1972, S. 35-47). Die Zentrale Zone zeigt die größte Vielfalt und stärkste Aktivität der postvulkanischen Erscheinungen. Die Westliche Zone ist die kühlste Zone mit der geringsten Intensität. Die Nördliche Zone nimmt eine Mittelstellung ein. Die Temperaturen der Thermalen und Exhalationen liegen zwischen dem Siedepunktbereich, der bei Soborom aufgrund der Höhenlage bei etwa 92° C liegt, und 21,5° C. Die Wasserstoffionenkonzentration liegt hauptsächlich im stark sauren Bereich mit pH-Werten zwischen 1 und 2.

Zusammenfassung

Im Tibesti-Gebirge trat im Känozoikum im Dachbereich des aufgewölbten präkambrischen Grundgebirges und des paläozoischen-mesozoischen Deckgebirges im Bereich der sich schneidenden altpaläozoischen Tripoli-Tibesti-Schwelle mit der jungpaläozoischen-mesozoischen Tibesti-Syrte-Schwelle ein bedeutender Vulkanismus auf, der noch heute anhand der postvulkanischen Erscheinungen von Soborom dokumentiert wird. Die vulkanischen Ablagerungen, die einen Großteil des Tibesti-Gebirges und des Kartierungsgebietes bedecken, bestehen aus einer Wechselfolge von basischen und sauren Vulkaniten. Die vulkanischen Erscheinungsformen sind vielfältig, so kann man

Lava- und Ignimbritdecken, Reste von Schildvulkanen, Stau- und Stoßkuppen, Stratovulkane, Lockerkegel, Krater, vulkano-tektonische Dome, die Caldera Tarso Voon und postvulkanische Erscheinungen beobachten. Die Untere Dunkle Serie ist durch trappartige Basaltdecken gekennzeichnet, während die Mittlere Dunkle Serie als Rest eines großen Schildvulkans gedeutet werden kann. Die Obere Dunkle Serie zeigt, im Gegensatz zu den älteren Basalten und Andesiten des Tibesti-Gebirges, insgesamt eine geringere Ausdehnung. Die Oberste Dunkle Serie ist nur noch durch kleine Stratovulkane, Lockerkegel und Lavaflüsse vertreten. Im Gegensatz zu den hauptsächlich basalti-

schen und andesitischen Dunklen Serien stehen zwei über 200 m Mächtigkeit erreichende deckenförmige Ignimbrit-Serien. Die Obere Helle Serie, die hauptsächlich aus Tuff-, Aschen- und Bimsablagerungen besteht, ist dagegen nur geringmächtig und kleinflächig ausgebildet. Die Mittlere Helle Serie ist offenbar bei der Entstehung der Einbruchcaldera Tarso Voon als Glutwolke ausgeschleudert worden, ihre Ignimbritdecken be-

decken weite Teile des zentralen Tibesti-Gebirges. Die Altersdatierung der Vulkanite kann noch nicht eindeutig geklärt werden, da bisher nur wenig verlässliche Fossilfunde und erst seit kurzem erste Ergebnisse physikalischer Altersbestimmungen vorliegen. Die zeitliche Einordnung basiert deshalb hauptsächlich auf vergleichenden Betrachtungen im Raum Nordafrika und geomorphologischen Beobachtungen.

Summary

Significant volcanic activity occurred in the Tibesti Mountains in the Cenozoic era at the top of the uplifted Precambrian basement and in the Palaeozoic-Mesozoic cover at the intersection of the Early Palaeozoic Tripoli-Tibesti uplift and the Late Palaeozoic-Mesozoic Tibesti-Syrtic uplift. This volcanism is still documented today by postvolcanic phenomena at Soborom. The volcanic layers, which cover a great part of the Tibesti Mountains and the mapped area (see fig. 1), are composed of alternate layers of basic and acid igneous rocks. A wide variety of volcanic forms is to be observed: layers of lava and welded tuff (ignimbrite), remains of shield volcanoes, intrusive and plug domes, stratovolcanoes, pyroclastic cones, craters, volcano-tectonic domes, the Tarso Voon caldera and postvolcanic phenomena. The Lower Dark Series (LDS) is characterized by trappoid flood basalt, whereas the Middle Dark Series (MDS) can be regarded as the remains of a large shield volcano. The Upper Dark Series (ODS), compared with the older basaltic and andesitic rocks of the Tibesti Mountains, is on the

whole less extensive. The Highest Dark Series is now only represented by small stratovolcanoes, pyroclastic cones and lava flows. In contrast to the mainly basaltic and andesitic dark series there are two overlying ignimbrite series which reach a thickness of over 200 m. The Upper Light Series (OHS), chiefly composed of layers of tuff, ash and pumice, is in comparison small in area as well as in thickness. The Middle Light Series (MHS) was apparently emitted as a glowing cloud during the formation of the collapse caldera of the Katmai type Tarso Voon and its layers of welded tuff cover large parts of the central Tibesti Mountains.

The dating of the volcanic rocks cannot as yet be conclusively settled, since up to the present only few reliable fossil finds have been made and only recently have the first results of physical dating processes been available. The chronology is therefore chiefly based on comparative observations in the region of North Africa and on geomorphologic observations.

Résumé

Dans les montagnes du Tibesti s'est produit au kénozoïque dans la zone supérieure du socle précambrien cintré et de la strate paléozoïque-mésozoïque, au niveau du croisement du seuil paléozoïque ancien Tripoli-Tibesti et du seuil paléozoïque récent-mésozoïque Tibesti-Syrte, un volcanisme important illustré encore aujourd'hui par les phénomènes postvolcaniques récents de Soborom. Les couches volcaniques recouvrant une grande partie des montagnes du Tibesti et de la zone de la carte (v. fig. 1) sont constituées d'une alternance de vulcanites basiques et acides. Les phénomènes volcaniques sont divers; on peut ainsi observer des couches de lave et d'ignimbrite, des restes de volcans de type hawaïen (en forme de bouclier), des culots et aiguilles d'extrusion, des strato-volcans, des cônes pyroclastiques, des cratères, des dômes volcano-tectoniques, le Caldera Tarso Voon et des phénomènes postvolcaniques. La Série Noire Inférieure (UDS) est caractérisée par des nappes basaltiques des trapps alors que la Série Noire Intermédiaire (MDS) peut être considérée comme un résidu d'un grand volcan de type hawaïen. La Série Noire Supérieure (ODS) montre globalement, contrairement aux basaltes et andésites plus anciens des montagnes du Tibesti, une extension moindre.

La Série Noire Ultime n'est encore représentée que par de petits strato-volcans, des cônes pyroclastiques et des coulées de lave. Contrairement aux Séries Noires essentiellement basaltiques et andésitiques, on trouve deux séries d'ignimbrite en forme de nappe atteignant plus de deux cents mètres d'épaisseur. La Série Claire Supérieure (OHS), consistant essentiellement en couches de tuf, de cendres et de ponce, ne présente par contre qu'une faible épaisseur et qu'une superficie réduite. La Série Claire Moyenne (MHS) a visiblement été rejetée en tant que nuée ardente lors de l'apparition des irrptions du Caldera Tarso Voon, ces nappes ignimbrites recouvrent de larges parties des montagnes centrales du Tibesti.

La datation des vulcanites ne peut être encore clairement déterminée étant donné que nous ne disposons jusqu'à présent que de peu d'éléments fossiles découverts fiables et depuis peu de temps des premiers résultats des déterminations d'âge physique. C'est la raison pour laquelle le classement temporel est essentiellement fondé sur des observations comparatives dans la région de l'Afrique du Nord ainsi que sur des constatations géomorphologiques.

Literaturverzeichnis

- BIZARD, C., BONNET, A., FREULON, J. M., GERARD, G., DE LAPPARENT, A. F., VINCENT, P., WACRENIER, Ph. (1955): La série géologique entre le Djado et le Tibesti (Sahara oriental). – C. R. Acad. Sci., 241, p. 1320-1323, Paris
- BIZARD, C., BONNET, A., FREULON, J. M., GERARD, G., DE LAPPARENT, A. F., VINCENT, P., WACRENIER, Ph. (1955 a): Sur l'extension de couches continentales tertiaires („Continental Terminal“) dans le nord-est du bassin du Tchad. – C. R. Acad. Sci., 241, p. 1800-1803, Paris
- BLAIZOT, R. (1917): Les sources chaudes de Soborom. – Enseignements coloniaux et Documents, 9, 10, 11, Comité de l'Afrique Française et le Comité du Maroc, Paris
- BONNET, A., FREULON, J. M., DE LAPPARENT, A. F., VINCENT, P. (1955): Observations géologiques sur L'Ennedi, le Mourdi et les Erdi (Territoire du Tchad, A. E. F.). – C. R. Acad. Sci., 241, p. 1403-1405, Paris
- BRUSCHEK, G. (1969): Les phénomènes volcaniques récentes à Soborom (République du Tchad), Fort-Lamy (vervielfältigt)
- BRUSCHEK, G. (1970): Geologisch-vulkanologische Untersuchungen im Bereich des Tarso Voon im Tibesti-Gebirge (Zentrale Sahara). – 189 S., Ms., Berlin
- BRUSCHEK, G. (1972): Soborom–Souradom–Tarso Voon – Vulkanische Bauformen im zentralen Tibesti-Gebirge – und die postvulkanischen Erscheinungen von Soborom. – Berliner Geogr. Abh., Heft 16, p. 35-47, Berlin
- BRUSCHEK, G. (1974): Zur Geologie des Tibesti-Gebirges (Zentrale Sahara). – FU Pressedienst Wissenschaft, Nr. 5/74, p. 15 bis 36, Berlin
- BRUSCHEK, G. (1977): Vulkanische Erscheinungen, Bauformen und postvulkanische Aktivitäten im Bereich des Tarso Voon im Tibesti-Gebirge (Zentrale Ostsahara). – Dipl.-Arbeit an der FU Berlin, 207 S., Berlin
- DALLONI, M. (1934): Mission au Tibesti. – Mém. Acad. Sci., 61/62, Paris
- DENAEYER, M. E. (1935): Age de grès à Harlania du Tibesti et de l'Ennedi. – C. R. sommaires de la Société géol. de France, fasc. 4, p. 44-45, Paris
- DESIO, A. (1972): Il Tibesti Nord-Orientale, Rom
- ERGENZINGER, P. J. (1967): Die natürlichen Landschaften des Tchadbeckens. – Deutsch-Tchadische Gesellsch., KW 8/67, Bonn
- ERGENZINGER, P. J. (1967 a): Rumpfflächen, Terrassen und Seeablagerungen im Süden des Tibestigebirges. – Tagungsbericht und wissenschaftliche Abhandlungen, Deutscher Geographentag, Bad Godesberg
- FAURE, H., MANGUIN, G., NYDAL, K. (1963): Formations lacustres du Quaternaire Supérieure du Niger oriental: diatomites et âges absolus. – Bull. Bur. Rech. Géol. Min. no 3, Dakar
- FAURE, H. (1965): Evolution des grands lacs Sahariens à l'Holocène. – Note présentée Congrès INQUA, Denver
- FAURE, H. (1966): Une importante période humide du Quaternaire supérieur au Sahara. – Bull. Association Senegalaise pour l'étude du Quaternaire de l'Ouest Africain, 10-11, p. 13, Dakar

- FÜRST, M., KLITZSCH, E. (1963): Late Caledonian Paleogeography of the Murzuk Basin. – *Revue de l'Institut Français du Pétrole*, 18, 10/11, p. 158-170, Paris
- FURON, R. (1964): Géologie de l'Afrique, Paris, 1960. – Le Sahara (Géologie, Ressources, Minérales), Paris
- GERARD, G. (1958): Notice explicative et Carte géologique de l'Afrique Equatoriale Française au 1/2 000 000. – Direction des Mines et de la Géologie, Paris
- GERMAIN, L. (1936): Mollusques fluviatiles du Tibesti in: DALLONI, M., Mission au Tibesti. – *Mém. Acad. Sci.*, 62, p. 53-63, Paris
- GEZE, B. (1957): Reconnaissance volcanologique du Tibesti. – *Bull. Dir. Min. Géol., A. E. F.*, 8, p. 119-125, Paris
- GEZE, B., HUDELEY, H., VINCENT, P., WACRENIER, Ph. (1957): Le volcan du Toussidé dans le Tibesti Occidental (Sahara du Tchad, A. E. F.). – *C. R. Acad. Sci. Fr.*, 245, p. 1815-1818, Paris
- GEZE, B., VINCENT, P. (1957): Les volcans du Tarso Yega, du Tarso Toon, du Tarso Voon et de Soborom, dans le Tibesti Central (Sahara du Tchad), A. E. F.). – *C. R. Acad. Sci. Fr.*, 245, p. 1938-1940, Paris
- GEZE, B., HUDELEY, H., VINCENT, P. (1957): Le volcan de l'Emi Koussi, dans le Tibesti Oriental (Sahara du Tchad, A. E. F.). – *C. R. Acad. Sci. Fr.*, 245, p. 2064-2067, Paris
- GEZE, B., HUDELEY, H., VINCENT, P., WACRENIER, Ph. (1957 a): Succession et âge probable des formations volcaniques du Tibesti (Sahara du Tchad, A. E. F.). – *C. R. Acad. Sci. Fr.*, 245, p. 2328-2331, Paris
- GEZE, B., HUDELEY, H., VINCENT, P., WACRENIER, Ph. (1957 b): Morphologie et dynamisme des grands volcans du Tibesti (Sahara du Tchad). – *C. R. Soc. géol. Fr.*, p. 117-120, Paris
- GEZE, B., HUDELEY, H., VINCENT, P., WACRENIER, Ph. (1959): Les volcans du Tibesti (Sahara du Tchad). – *Bull. volcanol., Ital.*, 2, 22, p. 135-172, Napoli
- GROVE, A. T. (1960): Geomorphology of the Tibesti region with special reference to Western Tibesti. – *Geogr. Journal*, Vol. CXXVI, part 1, London
- GUERIN-DESJARDIN, HUDELEY, H., VINCENT, P., WACRENIER, Ph. (1957): Le bassin des Erdis. – *Bull. Dir. Min. Géol., A. E. F.*, 8, p. 116-118, Paris
- HAGEDORN, H. (1966): Landforms of the Tibesti Region. – In: WILLIAMS, J. J. & KLITZSCH, E. (ed.): South-Central Libya and Northern Chad. A Guidebook to the Geology and Prehistory. – 8th Annual Field Conference, *Petrol. Explor. Soc. Libya*, p. 53-58, Amsterdam
- HAGEDORN, H. (1967): Beobachtungen an Inselbergen im westlichen Tibesti-Vorland, in: Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. – *Berliner Geogr. Abh.*, Heft 5, p. 17-22, Berlin
- HECHT, F., FÜRST, M., KLITZSCH, E. (1964): Zur Geologie von Libyen. – In: *Geol. Rdschau*, 53,2, p. 413-470, Stuttgart
- JÄKEL, D. (1971): Erosion und Akkumulation im Enneri Bardagué-Arayé des Tibesti-Gebirges (Zentrale Sahara) während des Pleistozäns und Holozäns. – *Berliner Geogr. Abh.*, 10, Berlin
- JÄKEL, D. (1982): Bemerkungen zur geologischen Alterseinstufung des Tibesti-Vulkanismus und des „Bardaisandsteins“ nach Kalium-Argon-Datierungen. – *Berliner Geogr. Abh.*, 32, p. 133-142, Berlin
- JANNSEN, G. (1970): Morphologische Untersuchungen im nördlichen Tarso Voon (Zentrales Tibesti). – *Berliner Geogr. Abh.*, 9, Berlin
- KAISER, K. (1970): Über Konvergenzen arider und „periglazialer“ Oberflächenformung und zur Frage einer Trockengrenze solifluidaler Wirkungen am Beispiel des Tibesti-Gebirges in der zentralen Ostsahara. – *Abh. 1. Geogr. Inst. FU Berlin*, 13 (Festschrift für J. H. SCHULTZE), p. 147-188, Berlin
- KAISER, K. (1972): Der känozoische Vulkanismus im Tibesti-Gebirge. *Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti 3.* – *Berliner Geogr. Abh.*, 16, p. 9-34, Berlin
- KAISER, K. (1972 a): Prozesse und Formen der ariden Verwitterung am Beispiel des Tibesti-Gebirges und seiner Rahmenbereiche. *Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti 3.* – *Berliner Geogr. Abh.*, 16, p. 49-66, Berlin
- KLITZSCH, E. (1963): Geology of the North-East flank of the Murzuk Basin. – *Revue de l'Institut Français du Pétrole*, 18, 10/11, p. 97-113, Paris
- KLITZSCH, E. (1965): Zur regionalgeologischen Position des Tibesti-Massivs. – *Max-Richter-Festschrift*, p. 111-125, Clausthal-Zellerfeld
- KLITZSCH, E. (1966): Comments on the geology of the central parts of Southern Libya and Northern Chad. – In: *South-Central Libya and Northern Chad*, Petroleum Exploration Society of Libya, p. 1-19, Tripolis
- KLITZSCH, E. (1966 a): Geology of the northeast flank of the Murzuk Basin. – In: *South-Central Libya and Northern Chad*. *Petr. Expl. Soc. Lib.*, p. 19-32, Tripolis
- KLITZSCH, E. (1970): Die Strukturgeschichte der Zentralsahara. Neue Erkenntnisse zum Bau und zur Geographie eines Tafellandes. – *Geol. Rdsch.*, 59, p. 459-527, Stuttgart
- LACROIX, A. (1934): Volcanisme et Lithologie. – In: DALLONI, M., Mission au Tibesti, *Mém. Acad. Sci.*, 61, p. 171 ff., Paris
- LELUBRE, M. (1946): Sur les séries antécambriennes du Tibesti septentrional. – *C. R. Acad. Sci.*, 223, 11, p. 429-431, Paris
- LELUBRE, M. (1946 a): Le Tibesti Septentrional. – *C. R. Acad. Sci. Colon.* 6, p. 337-357, Paris
- LESTANG, J., DE (1965): Communication sur le bassin des Erdis (République du Tchad). Le Paléozoïque à la bordure du continent afro-arabe de Gondwana. – Jahrestagung der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Hannover
- PESCE, A. (1966): Uau en Namus. – In: *South-Central Libya and Northern Chad*. *Petr. Expl. Soc. Lib.*, p. 47-52, Tripolis
- PETROLEUM EXPLORATION SOCIETY OF LIBYA (1961): Spring geological excursion 1961 Tibesti-Tchad, Field trip guide book, Tripolis
- PETROLEUM EXPLORATION SOCIETY OF LIBYA (1966): South-Central Libya and Northern Chad. – 8th annual field conference, 1966, Tripolis
- PICHLER, H. (1963): Zur Problematik der Ignimbrit-Diagnose. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 118, 3, p. 281-290, Stuttgart
- PLAUCHUT, B., FAURE, H. (1960): Notice explicative sur la Carte Géologique du Bassin du Djado (Feuilles Djado et Toummo), Echelle: 1/500 000. – Bureau de Recherches de Pétrole, B. R. G. M., Dakar
- ROLAND, N. W. (1971): Zur Altersfrage des Sandsteins bei Bardai (Tibesti, République du Tchad). – *Neues Jahrbuch Geol. Paläont., Mh.*, Jg. 1971, 8, p. 497-506, Stuttgart
- RITTMANN, A. (1952): Nomenclature of Volcanic Rocks. – *Bull. volcanol. Serie II, Tome XII*, p. 75-102, Napoli
- RITTMANN, A. (1957): On the serial character of igneous rocks. – *Egyptian J. Geol.*, 1, p. 23-48, Cairo
- RITTMANN, A. (1960): Vulkane und ihre Tätigkeit. – Stuttgart
- SERVANT, M., COPPENS, Y., ERGENZINGER, P.: Sur la présence d'un delta lacustre Holocene au sud du Tibesti (Falaise d'Angamma). – (Unveröffentl. Manuskript)
- SMITH, R. L., ROSS, C. S. (1961): Ash-Flow Tuffs: Their Origin Geologic Relations and Identification. – *Geological Survey Professional Paper*, 366, Washington
- SPARKS, B. W., GROVE, A. T. (1961): Some quaternary fossil non-marine mollusca from the central Sahara. – *Journ. of the Linnean Society of London, Zoology*, Vol. XXIV, No. 298, p. 355-364, London
- TILHO, J., LACROIX, A. (1919): Les volcans du Tibesti. – *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 168, p. 1237, Paris

- WACRENIER, Ph. (1958): Notice explicative de la carte géologique provisoire du Borkou–Ennedi–Tibesti au 1:1 000 000. – Institut équatorial de recherches et d'études géologiques et minières, Brazzaville
- WILLIAMS, H. (1941): Calderas and their origin. – Univ. Calif. Publishing Bull., Dept. Geol. Sci., 25
- VINCENT, P. (1963): Les volcans tertiaires et quaternaires du Tibesti occidental et central. – Mém. B. R. G. M., 23, Paris
- WACRENIER, Ph. (1956): Borkou–Ennedi–Tibesti. – Bull. Dir. Min. Géol., A. E. F., 7, p.101-108, Paris
- WACRENIER, Ph. (1957): Le Guezendou. – Bull. Dir. Min. Géol., A. E. F., 8, p. 110-112, Paris

Karten- und Luftbildverzeichnis

- DALLONI, M. (1934): Carte du Tibesti. M. 1:1 000 000. – In: DALLONI, M., Mém. Acad. Sci., 61, Paris
- DALLONI, M. (1934 a): Esquisse géologique du Tibesti. M. 1:2 000 000. – In: DALLONI, M., Mém. Acad. Sci., 61, Paris
- GERARD, G. (1958): Carte géologique de l'Afrique Equatorial Française au 1:2 000 000. – Direction des Mines et de la Géologie, Paris
- INSTITUT EQUATORIAL DE RECHERCHES ET D'ETUDES GEOLOGIQUES ET MINIERE (ab 1958): Kartenwerk: Minute Photogrammetrique, M. 1:200 000. – Brazzaville
- INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL (1961): Carte de l'Afrique M 1:1 000 000, Blatt Djado (NF 33), Blatt Puits de Sarra (NF 34), Blatt Bilma (NE 33), Blatt Largeau (NE 34). – Institut Géographique National, Paris
- INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL (1957): Luftbilder der Serie NF-33-VI und NF-33-XII im Maßstab 1:50 000. – Institut Géographique National, Paris
- PLAUCHUT, B., FAURE, H. (1960): Carte géologique du bassin du Djado (Feuilles Djado et Toummo). M.: 1:500 000. – Bureau de Recherches de Pétrole, B. R. G. M., Dakar
- WACRENIER, Ph. (1958): Carte géologique provisoire du Borkou–Ennedi–Tibesti au 1:1 000 000. – Direction des Mines et de la Géologie, Brazzaville
- Anschrift des Autors:
Diplom-Geol. Gerd J. Bruscek,
Heckerdamm 21 b, D-1000 Berlin 13.

Eine photogeologische Luftbilddauswertung nördlich und südlich des Enneri Dilénao im Tibesti-Gebirge, Zentral-Sahara, Tschad

von

Mohammad Hossein Salahchourian und Seyd Resa Hadj Mohssen Tehrani

1. Einleitung

1.1 Vorbemerkungen

Die Erforschung des Tibesti begann mit einer Entdeckungsreise von NACHTIGAL im Jahre 1869 und setzte sich vor allem durch die Arbeiten von DALLONI (1934), GEZE (1958), LACROIX (1919), TILHO (1920), VINCENT (1963), WACRENIER (1958) und KLITZSCH (1965, 1970) fort, wobei der letztere die regional-geologische Position und die Strukturgeschichte der Zentralsahara zu charakterisieren versucht.

Außerdem sollen hier die zahlreichen Forschungsarbeiten, die Angehörige der Freien Universität Berlin von der „Außenstelle Bardai“ aus durchführten, genannt werden.

Die ariden Klimaverhältnisse in der Sahara und die ökonomischen Vorteile der Luft- und Satellitenbild-Interpretation ermöglichten eine weitere Erforschung großer Areale des Tibesti-Gebirges. Dies wurde u. a. von LIST (1969), LIST & HELMCKE (1970), LIST, HELMCKE & ROLAND (1974, 1975), LIST & STOCK (1969), MORRISON & CHOWN (1965), MESSERLI (1970), PESCE (1968), ROLAND (1971, 1973, 1974), STOCK (1972), VERSTAPPEN & VAN ZUIDAM (1970) durchgeführt.

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis einer geologischen Luft- und Satellitenbild-Interpretation eines Gebietes, das sich im S etwa 5 km über den Enneri Bardagué hinaus erstreckt und im SW bei Bardai an das Arbeitsgebiet von ROLAND (1973) anschließt. Die W-Grenze bildet in etwa die große „Störung Lelubre“, die auch von STOCK (1972) erfaßt wurde. Im E wird der N-S-verlaufende Enneri Goumasa noch erfaßt. Das Gebiet südlich des Enneri Dilénao wurde von TEHRANI, das nördlich des Enneri Dilénao durch SALAHCHOURIAN bearbeitet.

Diese Arbeit wurde durchgeführt, um mit den

oben genannten Untersuchungen ein großes zusammenhängendes photogeologisch bearbeitetes Gebiet im N des Tibesti zu erhalten.

Politische Entwicklungen machten eine Geländekontrolle für diese Arbeit im Tibesti unmöglich, doch standen ausreichend Geländedaten aus benachbarten Gebieten zur Verfügung.

Aufgrund des Forschungskontraktes SR-349 mit der NASA unter der Leitung von F. K. LIST war es möglich, in einer Auswertung von LANDSAT-1-Bildern für die Herstellung einer geologischen Interpretationskarte im Maßstab 1:1 000 000 (LIST et al., 1975) mitzuarbeiten und ein LANDSAT-1-Bild zu interpretieren.

1.2 Material und Methodik

1.2.1 Kartenmaterial

Für die vorliegende Arbeit standen die folgenden Karten zur Verfügung:

- Carte géologique du Nord-Ouest de l'Afrique, Sahara Central (2ième édition – 1962) – Maßstab 1:2 000 000
- Carte géologique provisoire du Borkou-Ennedi – Tibesti au 1:1 000 000 par Ph. WACRENIER (1958)
- Carte de l'Afrique – 1:1 000 000; Blatt DJADO: NF-33
- Minute Photogrammétrique – 1:200 000; Blatt BARDAI: NF-33-XI und Blatt AOZOU: NF-33-XII

1.2.2 Luftbild- und Satellitenbildmaterial

Zur Auswertung und Anfertigung einer photogeologischen Karte wurden die Aufnahmen des INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL (IGN, Paris) benutzt. Dabei handelt es sich um Kontaktkopien auf normalem Photopapier.

Diese Luftbilder haben einen Maßstab zwischen 1:50 000 und 1:60 000. Sie weisen ein Format von 18 x 18 cm auf. Die Kammerkonstante beträgt $C = 124,78$ mm, die Flughöhe schwankte zwischen 7350 m und 8650 m a. s. l. Die ausgewerteten Luftbilder sind aus der Serie NF-33-XII (1956-57), Bild-Nr. 019-025, 33-38, 92-94, 97-101, 165-168, 194-200 und 268-274. Die Ergebnisse zur Auswertung der Luftbilder 95 und 96 wurden aus der photogeologischen Karte des Gebietes südlich Bardai von ROLAND (1973) übernommen.

Die Längsüberdeckung der Luftbilder liegt im allgemeinen bei 60 %. Die seitliche Überlappung schwankt zwischen 35 % und 2 %, gelegentlich fehlt sie ganz.

Die für die Satellitenbild-Interpretation zur Verfügung stehenden LANDSAT-1-Bilder wurden im Maßstab von 1:3 369 000 aufgenommen und auf 1:1 000 000 vergrößert. Sie wurden ursprünglich auf 70 mm breitem Filmmaterial aufgezeichnet und standen nach der Vergrößerung als Diapositive mit einem Format von 18 x 18,5 cm zur Verfügung. Außerdem wurden auf 1:200 000 vergrößerte Papierpositive der obigen Aufnahmen sowie GEMINI- und APOLLO-Farbphotos im Maßstab 1:1 000 000 benutzt.

Durch den frühzeitigen Ausfall des Return Beam Vidicon Systems (RBV) im LANDSAT-1 sind vom Tibesti nur Aufnahmen erhältlich, die mit dem 4-Kanal-Scanner aufgezeichnet wurden. Das Multi-spectral Scanner System (MSS) nahm die LANDSAT-1-Bilder vom Tibesti in 4 Bändern (Band 4-7) auf, wobei Band 4 einen Bereich zwischen 0,5 bis 0,6 μm , Band 5: 0,6-0,7 μm , Band 6: 0,7-0,8 μm und Band 7: 0,8-1,1 μm umfaßt.

Die LANDSAT-1-Bilder wurden im Rahmen des Forschungskontraktes SR-349 über das Bundesministerium für Forschung und Technologie von der NASA zur Verfügung gestellt. Als Kartenmaterial wurden dieselben topographischen und geologischen Karten wie bei der Luftbildauswertung benutzt.

Für die vorliegende Arbeit wurde das LANDSAT-1-Bild Nr. E 1209-08491, MSS, Band 6 und 7, interpretiert. Zur Interpretation wurden die LANDSAT-1-Bilder (Diapositive) auf einem Leuchttisch unter einem Zoom-Stereomikroskop-Gerät (BAUSCH & LOMB) betrachtet.

1.2.3 Photogeologische Vorarbeit

Durch das Fehlen großmaßstäbiger topographischer Karten des Arbeitsgebietes wurde eine Radialschlitztriangulation notwendig, welche die

Paßpunktunterlage für die photogeologische Karte liefern sollte. Die Übertragung der Interpretationsdaten in das Paßpunktnetz und ein Teil der Interpretation selbst wurde mit einem Stereokartiergerät 3. Ordnung, dem ZEISS-Stereotop, durchgeführt.

Für die Radialschlitztriangulation wurden zunächst die Mittelpunkte und die Rautenpunkte in den Luftbildern aufgesucht und markiert, was z. T. große Schwierigkeiten bereitete, da nicht nur gelegentlich die Überlappung benachbarter Flugreihen ganz fehlte, sondern durch starke Kippungen der Aufnahmeachse verzerrte und verkantete Luftbilder vorlagen. Das Teilen von Rautenpunkten, die nicht in allen 6 erforderlichen Luftbildern wiederzufinden waren, bereitete vergleichsweise geringe Schwierigkeiten.

Alle Punkte wurden auf Schablonen übertragen und mit einem ZEISS-Radialsecator RS II gestanzt. Die gestanzten Schablonen wurden zusammen zu einem Triangulationsverband verknüpft und an die in den vier Ecken des Verbandes gelegenen Lagepaßpunkte eingehängt.

Diese vier Punkte wurden aus den Karten „Minute Photogrammétrie 66“, NF-33-XI, Blatt BARDAI und NF-33-XII, Blatt AUZOU, entnommen.

1.2.4 Fehlerbesprechung

Das der Zentralprojektion unterliegende Luftbild ist mit reliefbedingter Radialverschiebung und Maßstabsunterschieden behaftet. Lagegenauigkeit und ein gleichbleibender Maßstab kann bei einer photogeologischen Karte durch die Auswertung der Luftbilder an einem Stereokartiergerät erreicht werden. Hierzu können die Rautenpunkte entweder von einer genauen topographischen Karte entnommen oder durch eine Triangulation ermittelt werden.

Da für das Tibesti-Gebirge keine genaue topographische Karte vorhanden war, wurde – wie schon erwähnt – eine Radialschlitztriangulation durchgeführt. Um eine größtmögliche Genauigkeit und zügiges Arbeiten bei einer Triangulation zu erreichen, müssen die folgenden Voraussetzungen erfüllt werden:

1. Die Kammerachse soll keine Kippung aus der Vertikalen aufweisen;
2. Die Luftbilder sollen sich in Flugrichtung 60 % überlappen;
3. Die randliche Überlappung soll 25 bis 30 % betragen.

Da diese Voraussetzungen bei den Luftbildern des bearbeiteten Gebietes nicht immer erfüllt wurden, erschwerten diese die Durchführung einer genauen

Triangulation. Darüberhinaus mußten bei einigen Modellen Fehler verteilt werden, da sonst das Nachbarmodell nicht angepaßt werden konnte. Weitere Fehlerquelle war der Papierverzug, dem die Luftbild-Papierabzüge, die Schablonen und die Karte, aus der die Kontrollpunkte entnommen wurden, unterlagen.

1.3 Ergebnisse der photogeologischen Luftbildauswertung

Ein wichtiges Hilfsmittel zur photogeologischen Unterscheidung von Gesteinseinheiten im Luftbild ist das Aufstellen eines Photoschlüssels (BIGELOW, 1963; FROST, 1953; KRONBERG, 1967; LIST, 1968; ROLAND, 1973; ROSCOE, 1955), wobei die Unterscheidungsmerkmale in einer Tabelle zusammen dargestellt werden, damit eine einheitliche Ansprache von Gesteinen möglich wird. Bei dieser Arbeit wurden die dargestellten Photoschlüssel von ROLAND (1973) übernommen.

Neben Kriterien wie z. B. Vegetation, Erosionsresistenz, Homogenität, Oberflächenstruktur, Morphologie und topographische Position, wurden besonders solche Unterscheidungsfaktoren berücksichtigt, die für den ariden Klimabereich wichtig und ausschlaggebend sind, so wie: Grauton, Entwässerungsnetz, Klüftigkeit.

Da bereits Untersuchungen von LIST (1969), LIST & STOCK (1969), LIST & HELMCKE (1970), ROLAND (1973, 1974) aus dem Tibesti-Gebirge vorliegen, wird auf die Methodik hier nicht näher eingegangen.

Die Klüftigkeit wurde bei dieser Arbeit besonders zur Unterscheidung der Sedimentgesteine verwendet.

Außerdem wurden zur Differenzierung von Vulkaniten auch deren Morphologie und Oberflächenstruktur („Textur“) bei den Sedimentiten und Sedimenten auch die Verwitterungsresistenz berücksichtigt.

1.3.1 Lithologie und Stratigraphie

Die Lithologie und die Stratigraphie des Tibesti-Gebirges wurden schon weitgehend von DALLONI (1934); KLITZSCH (1965, 1970); ROLAND (1973); STOCK (1972); VINCENT (1963) und WACRENIER (1958) beschrieben.

Die Untergliederung der Gesteinseinheiten bei dieser Arbeit stützt sich vollkommen auf ROLAND (1973), da dessen durch Geländekontrollen abgesicherte und biostratigraphisch bestimmte

(ROLAND, 1971) lithologische Einteilung auch für dieses angrenzende Gebiet übernommen werden konnte.

Die Gesteinseinheiten werden vom Liegenden zum Hangenden beschrieben.

1.3.1.1 Die Metamorphite

1.3.1.1.1 Das regionalmetamorphe Tibestien

Das metamorphe Tibestien – es wurde von WACRENIER (1958) stratigraphisch ins Präkambrium eingestuft – liegt zum größten Teil im NW-Teil des Arbeitsgebietes. Das Tibestien wurde von WACRENIER (1958) nach seinem Metamorphosegrad in zwei Serien unterteilt: „Tibestien Inférieur“ und „Tibestien Supérieur“. Der tiefere Teil (Tibestien Inférieur) besteht aus meso- oder katamorphen kristallinen Schiefer. Der höhere Teil (Tibestien Supérieur) besteht hauptsächlich aus parametamorphem Gestein. Im einzelnen handelt es sich hier um Schiefer, Sandsteine, Arkosen und Konglomerate.

Im Nachbargebiet (NW des bearbeiteten Gebietes) wurde eine intensive, detaillierte Bearbeitung der Metamorphite des Tibestien von STOCK (1972) durchgeführt. Dabei wurde versucht, durch die im Luftbild sichtbaren Kriterien einen Überblick über die Metamorphite des Tibestien zu geben.

In dem von uns bearbeiteten Gebiet sind nur die Gesteine des oberen Tibestien (Tibestien Supérieur) anstehend. Im NW-Teil des Gebietes fallen einige Unterschiede im Grauton und Kluftnetz innerhalb der Metamorphite des Tibestien auf. Diese Unterschiede beschränken sich auf eine kreisförmige Fläche in der Größe von ca. 16 km².

Die Ursache für diese Anomalie („circular feature“) könnte das Vorhandensein eines bis kurz unter die Oberfläche aufgedrungenen Granitstockes sein. Für diese Deutung spricht, daß in der Nähe das „Ofouni-Granitmassiv“, ein kreisförmig umgrenzter Intrusivkörper, bis zur Oberfläche aufgedrungen ist. Da aber eine Geländekontrolle nicht möglich war, kann keine nähere Aussage darüber gemacht werden. Dieser Bereich wurde umgrenzt und als Tibestien Supérieur-Zerracht bezeichnet.

In erster Linie unterscheiden sich die Metamorphite des Tibestien von den übrigen, nicht metamorphen Gesteinen im Arbeitsgebiet durch geringere Porosität, zu erkennen aus ihrem feidentritischen Entwässerungsnetz. Nach den Messungen von ROLAND (1973), LIST & STOCK (1969) zeigt das Entwässerungsnetz des Tibestien Supé-

rieur eine Dichte von 8,15 bis 9,85 und eine subangulare Form im Gegensatz zu den anderen Gesteinseinheiten des Arbeitsgebietes (Abb. 1).

Das Kluftnetz der Metamorphite ist im Gegensatz zum Flußnetz weniger dicht ausgeprägt. Das Kluftstreichen verteilt sich hauptsächlich in den Hauptrichtungen NE-SW zwischen 30° bis 45° und die Kluftlängen schwanken zwischen 0,25 bis 0,7 km mit einer Ausnahme von 2,05 km, die in der Hauptrichtung streicht. Normalerweise weist das Tibestien Supérieur einen mittleren Grauton auf. An manchen Stellen aber tritt eine hellere oder dunklere Tönung auf, die durch eine unterschiedliche Hangexposition verursacht ist. Außerdem ist bei den präkambrischen Metamorphiten eine eiförmige und leichtwellige Morphologie mit steilstehender Bankung zu erkennen. Das Tibestien Supérieur ist im Gegensatz zum Tibestien Inférieur nur schwach metamorphisiert und seinen tektonischen Baustil zeigen Faltenstrukturen mit engen Sätteln und Mulden. Diese Faltenzüge haben eine Streichrichtung von ca. NNE-SSW. Das ursprüngliche sedimentäre Gefüge ist noch erhalten (WACRENIER, 1957, 1958).

1.3.1.1.2 Der kontaktmetamorphe Sandstein

Nach ROLAND (1973) sind auch kontaktmetamorphe Sandsteine in kleineren Flächen im N-Tibesti-Gebirge vorhanden, wobei diese im Luftbild in zwei verschiedenen Formen angesprochen werden können:

1. Da, wo sich basische Gänge und Schloten befinden, fand durch die höhere Temperatur eine Frittung der benachbarten Sandsteine statt. Diese Form von „Verquarzung“ wurde z. B. an einem Schlot und einigen Gängen im südlichen Teil des Enneri Bardagué-Zoumri erkannt, aber wegen der geringen Flächenausdehnung nicht als kontaktmetamorpher Sandstein im Maßstab 1:50 000 auskartiert.
2. Kontaktmetamorpher Sandstein kann als Fläche im Luftbild ausgeschieden werden. Diese Ausbildung ähnelt häufig den Resten von Deckenbasalten, von denen er sich jedoch durch die von ROLAND (1973) und VINCENT (1963, 1970) er-

arbeiteten Merkmale unterscheidet. Diese Form konnte im bearbeiteten Gebiet nicht beobachtet werden, sondern ist beschränkt auf den von ROLAND (1973) übernommenen Kartenteil.

1.3.1.2 Die Sedimentgesteine

Die Stratigraphie und Lithologie von Sedimentgesteinen im Tibesti-Massiv wurde schon seit Jahren von verschiedenen Autoren untersucht und beschrieben. So u. a. von DALLONI (1934), ERGENZINGER (1966), GROVE (1960), HECHT, FÜRST & KLITZSCH (1963), KLITZSCH (1965, 1966, 1970), POMEYROL (1968), TILHO (1920), VERSTAPPEN & VAN ZUIDAM (1970), VINCENT (1963) und WACRENIER (1958).

Innerhalb des mächtigen Sandsteinkomplexes konnten wegen mangelhafter Fossilfunde und fehlender großflächiger Untersuchungen keine exakten Altersangaben gemacht werden.

So entstanden Altersangaben, die zwischen „altpaläozoisch“ und „jungmesozoisch“ schwankten. STOCK (1972) sprach zwar von drei lithologisch verschiedenen Sandsteineinheiten, doch vermutete er für den gesamten Sandsteinkomplex ein kretazisches Alter.

Erstmals gelang ROLAND (1971) die durchgehende lithologische und stratigraphische Gliederung der Sandsteine in drei Einheiten. Später konnte ROLAND (1973) eine vierte Einheit ausgliedern.

Die Interpretation des Sandsteinkomplexes des bearbeiteten Areals stützt sich auf die Gliederung von ROLAND (1973). Die Gesteinseinheiten wurden deshalb vom Liegenden zum Hangenden als Basis-Sandstein (BS), Quatre-Roches-Sandstein (QRS), Tabiriou-Sandstein (TS) und Eli-Yé-Sandstein (EYS) benannt.

Da der größte Teil des hier photogeologisch bearbeiteten Gebietes aus diesen vier Einheiten besteht, wurde das Kluft- und Entwässerungsnetz so genau wie möglich erfaßt, um eine exakte Differenzierung an Hand dieser photogeologischen Kriterien zu ermöglichen.

2. Beschreibung der Untersuchungsergebnisse zur photogeologischen Karte des Gebietes nördlich des Enneri Dilénao (s. Beilage)

von Mohammed Hossein Salahchourian

2.1 Die Sedimentgesteine

2.1.1 Basis-Sandstein (BS)

Der Basis-Sandstein ist im Westteil des Arbeitsgebietes stellenweise in einer Form von langgestreckten schmalen Schollen aufgeschlossen. Er liegt mit seinen horizontal bis subhorizontal einfallenden Bänken diskordant auf den steilstehenden Metamorphiten des Tibestien auf.

Diese Serie wird im Luftbild durch ihre „sandig-körnige“ Textur und durch ihre massige, erosionsresistente Ausbildung charakterisiert. Außerdem wird sie noch durch andere Parameter wie Klüfte, Entwässerungsnetz und Grauton gekennzeichnet. Das Kluftsystem ist im Vergleich zu den hangenden Serien weitständig. Im Gegensatz zu den Metamorphiten des Tibestien zeigen die Basis-Sandsteine ein Entwässerungssystem mit geringer Flußdichte, das angulare, z. T. auch subparallele Formen eines Flußnetzsystems erkennen läßt. Der Grauton weist eine mittelgraue Tönung auf. An manchen Stellen wird durch Vorhandensein von Wüstenlack (Fe-Al-Oxidhydraten) der primäre Grauton des Basis-Sandsteins völlig verdeckt.

Die gleichförmige Körnung, die gute Parallelschichtung und Klüftigkeit des Basis-Sandsteins läßt auf eine Sedimentation in einem Flachwasser-Bereich schließen (ROLAND, 1972).

KLITZSCH (1965) hatte diese Serie Acacus-Sandstein genannt und stufte sie ins Gotlandium ein. Außerdem meinte er, daß es sich hier um ein sandiges Flachwassersediment handelt, welches das Regressionsstadium des gotlandischen Meeres repräsentiert.

2.1.2 Quatre-Roches-Sandstein (QRS)

Zum Hangenden hin geht der Basis-Sandstein in eine Serie über, die nach ihrer Morphologie (Oberflächenbildung), ihrer geringen Erosionsbeständigkeit und ihrem Grauton als grobkörniger Sandstein anzusprechen ist.

Die beiden Serien (Basis-Sandstein – Quatre-Roches-Sandstein) unterscheiden sich hauptsächlich durch ihren Grauton, ihr Kluftnetz, ihre Ablagerungsform und ihre Erosionsresistenz.

Der Quatre-Roches-Sandstein zeigt im Luftbild einen helleren Grauton als der Basis-Sandstein. Nach ROLAND (1972) zeigen aber der Quatre-Ro-

ches-Sandstein und der Basis-Sandstein im Gelände nicht so große Grautonunterschiede wie im Luftbild.

Die Klüftigkeit dieser Einheit ist hoch und die Verwitterungsformen sind durch die oft ausgeräumten Klüfte stark beeinflusst. Durch ihre geringe Erosionsresistenz wurden die Quatre-Roches-Sandsteine zum Teil flächenhaft ausgeräumt und von kleinen Sandflecken überdeckt (Abb. 2). Die Kreuzschichtung, eines der typischen Merkmale der grobkörnigen Sandsteine, wurde von ROLAND (1972) im Gelände häufig beobachtet. Dadurch ist auf eine Sedimentation bei Wechselströmung zu schließen.

Alle bisher genannten Kriterien weisen auf eine weiche, grobkörnige Sandsteineinheit hin, was bei dem Basis-Sandstein nicht der Fall ist. Die Annahme wurde von ROLAND (1972) im Gelände bestätigt. In der Abb. 3 wird die Überlagerung des Basis-Sandsteins von Quatre-Roches-Sandstein und der lithologische Unterschied zwischen beiden Einheiten deutlich erkennbar.

2.1.3 Tabiriou-Sandstein (TS)

Der Tabiriou-Sandstein wurde durch Funde von *Calamites sp.* und *Pecopteris cf. arborescens* SCHLOTH dem Permo-Karbon zugeordnet und als dritte, jüngere Sandstein-Serie im Tibesti erkannt (ROLAND, 1971 und 1972).

Eine der typischen Erkennungsmerkmale – dadurch trennt man den Tabiriou-Sandstein von den beiden älteren Serien – für den Tabiriou-Sandstein ist eine Wechsellagerung von grob- und feinsandigen Schichten. Diese Wechsellagerung ist im Luftbild durch einen stark wechselnden Grauton in fast dem gesamten, vom Tabiriou-Sandstein bedeckten Bereich des bearbeiteten Gebietes zu erkennen (Abb. 4).

Im SW-Teil des ausgewerteten Gebietes wird der Tabiriou-Sandstein von einer Sandschwemmebene verdeckt und nur stellenweise sind einige Ausbisse, die als markante Schichtbänke auskartiert wurden, zu sehen. Im Luftbild weist der Tabiriou-Sandstein einen dunkleren Grauton und ein dichteres Entwässerungsnetz auf als der Basis-Sandstein und der Quatre-Roches-Sandstein. Hieraus ist auf einen feinkörnigeren Sandstein mit niedrigerer

Porosität, im Vergleich zu den beiden älteren Einheiten, zu schließen. Nach der Messung von ROLAND (1972) hat Tabiriou-Sandstein ein angulares Entwässerungsnetz mit einer Dichte von 6,69. Die Kriterien, die für die Erkennung des Tabiriou-Sandsteins im Luftbild herangezogen werden können, sind folgende:

1. Wechselnder Grauton, der eine Wechselschichtung von grob- und feinsandigen Sedimentiten charakterisiert;

2. Die langaushaltend parallele Schichtung.

Aus den obengenannten Merkmalen kann auf eine Sedimentation bei unterschiedlichen Strömungsverhältnissen und Wassertiefen geschlossen und auch ein zeitweiliges Trockenfallen der Sedimente angenommen werden (ROLAND, 1972).

2.1.4 *Eli-Yé-Sandstein (EYS)*

Durch Luftbildinterpretation ist es ROLAND (1972) gelungen, eine vierte jüngste Sandstein-Einheit auszukartieren. Sie wurde von ihm in das Post-Permo-Karbon eingestuft. Der den Tabiriou-Sandstein überlagernde Eli-Yé-Sandstein wurde im Gebiet südlich von Enneri Dilénao beobachtet (Abb. 4) (s. auch TEHRANI, 117-128). In einem Stereomodell ist eine Winkeldiskordanz zwischen Tabiriou-Sandstein und Eli-Yé-Sandstein deutlich zu beobachten. Im Arbeitsgebiet (nördlich von Enneri Dilénao) konnte die Überlagerung von Eli-Yé-Sandstein auf Tabiriou-Sandstein und eine Winkeldiskordanz nicht deutlich erkannt werden, da an dem Kontakt zwischen dem liegenden Tabiriou- und dem hangenden Eli-Yé-Sandstein eine NE-SW streichende Störung die Schichtpakete versetzt hat. Im ausgewerteten Gebiet ist diese Sandstein-Einheit im Ost-Südostteil aufgeschlossen, in dem sich hauptsächlich Intrusivkörper befinden.

Diese Einheit läßt sich durch ihre charakteristischen Merkmale auskartieren. Durch ihren hellen Grauton und die geringe Erosionsbeständigkeit läßt diese Einheit auf einen grobkörnigen Sandstein schließen. Morphologisch fallen bei dem Eli-Yé-Sandstein durch Klüfte und Erosion zustande gekommene Kerbtäler und scharfe Grate zwischen diesen Tälern auf. Im Gegensatz zum Tabiriou-Sandstein und Quatre-Roches-Sandstein liegen die Eli-Yé-Schichten horizontal.

Eine Wechsellagerung von Fein- und Grobsandsteinen kann vermutet werden. An Berghängen wurden im Wechsel mächtige grobkörnige helle Bänke und geringmächtige feinkörnige dunkle Bänke beobachtet. Beide Sandsteine unterscheiden sich nicht nur durch ihren Grauton, sondern auch durch ihre Erosionsresistenz. Die grobkörnigen

Schichten wurden gegenüber den feinkörnigen stärker erodiert. Abb. 5 zeigt Ausbisse der erosionsbeständigen feinkörnigen Sandsteinbänke.

2.2 Die Vulkanite

Die Vulkanite des Tibesti-Gebirges wurden bis heute von vielen Geologen und Geographen bearbeitet. Eine einheitliche Datierung der verschiedenen Phasen vulkanischer Tätigkeit ist aber bisher nicht durchgeführt worden.

DALLONI (1934) und WACRENIER (1958) weisen darauf hin, daß die Vulkanite auf den jüngsten Sandsteinen des Tibesti-Gebirges liegen und dem Tertiär bzw. Quartär zugeordnet werden können. Nach VINCENT (1963) sind die basaltischen Laven im N des Tibesti, im Dahone-Gebiet Libyens, dem Eozän zuzuordnen. KAISER (1972) verglich die am Nordrand des Tibesti-Gebirges liegenden Vulkanite mit stratigraphisch bekannten libyschen Bruch- und Vulkangebieten und wies darauf hin, daß diese im Oligozän, aber hauptsächlich im Neogen einsetzen.

KAISER (1972) untergliedert die tertiären und quartären Vulkanite nach ihrer Petrographie und Stratigraphie in acht Serien.

Da allein anhand der Luftbilder keine exakte Differenzierung der einzelnen Vulkanite möglich ist, kann hier nicht näher auf die Ergebnisse von KAISER (1972) eingegangen, bzw. diese mit den Vulkaniten des Arbeitsgebietes verglichen werden.

Die Vulkanite des ausgewerteten Gebietes befinden sich zum größten Teil im SE-Teil des Gebietes, wo die jüngste Serie der Sandsteine (Eli-Yé-Sandstein) aufgeschlossen ist.

Nach ROLAND (1972) konnten auch die verschiedenen vulkanischen Formen (Extrusivkuppen, Basaltschlote, Basaltdecken und Gänge) an Hand der Luftbilder durch charakteristische Parameter unterschieden werden, wie:

Grauton (eine Differenzierung nach dem Chemismus), Morphologie und Erosionsresistenz (vom Chemismus, Korngröße und Korngefüge abhängig), Oberflächenstruktur.

2.2.1 *Extrusivkuppen*

Die zähflüssigen, gasarmen, sauren bis intermediären Laven, die unter der Erdoberfläche stecken geblieben sind und von Tuffen überdeckt wurden, oder denen ein oberflächlicher Ausfluß gelungen ist, bilden verschiedene Formen von Vulkankuppen, die als Fließ-, Quell-, Stau- und Stoßkuppen (Lavanadeln) bezeichnet werden. Diese sauren bis

intermediären Laven können nach VINCENT (1963) trachyandesit sein.

SCHNEIDER (1911) benutzte für Stoßkuppen den Begriff Belonite und für Staukuppen Tholoid, die von VINCENT (1963) weiter übernommen wurden. Die Klassifikation der verschiedenen Formen von Extrusionskuppen ist im normalen Fall durch Luftbilder nicht möglich.

Durch einen Vergleich der im bearbeiteten Gebiet vorhandenen Vulkankuppen mit den im benachbarten Gebiet (südlich des Enneri Dilénao) durch KAISER (1972) bekannten Quellkuppen konnte ebenfalls eine Quellkuppe auskartiert werden. Letztere, die sowohl in ihrer Morphologie wie in ihrer Oberflächenstruktur und ihrem Grauton übereinstimmt mit der von KAISER (1972) durch Geländebegehung ausgewiesenen Kuppe, liegt im SE-Teil des ausgewerteten Gebietes.

Im Bereich der Sandsteine sind drei Lavanadeln zu erkennen. Die ähnlichen Formen wurden von VINCENT (1963) als Belonite oder Staukuppen und von KAISER (1972) als Trachyt-Stoßkuppen bezeichnet. Die Lavanadeln des untersuchten Gebietes weisen dornförmige, nach oben zugespitzte Formen auf, die von senkrecht verlaufenden Kluftrspuren durchzogen werden, die wiederum von wenigen horizontalen Klüften unterbrochen sind (Abb. 6).

Die Lavanadeln zeigen aufgrund ihres Chemismus einen hellen Grauton. An ihrem Fuß bilden sich Schuttkegel. Die bereits von VINCENT (1963) beschriebenen Zwiebschalenstrukturen lassen sich recht gut im Luftbild erkennen.

2.2.2 Deckenbasalte

Im untersuchten Gebiet nehmen die Basaltdecken nur eine unbedeutende Fläche ein. Sie befinden sich im E-Teil des Gebietes. Hauptsächlich im SE-Teil bedecken sie stellenweise den Eli-Yé-Sandstein. Es muß aber gesagt werden, daß der Mangel an Basaltdecken für die Erkennung der einzelnen Gesteinseinheiten und vor allem für die Luftbildanalyse ein Vorteil ist. Die Deckenbasalte weisen nach ihrem Chemismus einen dunklen Grauton auf. Naturgemäß ist der Grauton der Basaltdecken abhängig von ihrem Alter und ihrem Verwitterungsgrad, so daß verschiedene Basaltdecken bei der Luftbildinterpretation durch Grauton klassifiziert werden können.

Die basischen Laven können durch ihre geringe Viskosität sich zumeist weitgehend auf Nachbargesteine ausbreiten. Im bearbeiteten Gebiet ist dies jedoch nicht der Fall. Als Ursache hierfür könnte die Verwitterung und die geringe Erosionsresistenz genannt werden.

2.2.3 Schlote

Im SE/NE-Teil des Gebietes konnten im Bereich der Sandsteine mehrere Basaltschlote auskartiert werden. Diese Schlote haben fast alle eine länglich-runde bis dreieckige Form. Ihr Grauwert liegt nach ROLAND (1973) um den Wert 9. Der Grauton kann sich aber je nach Alter und Verwitterungsgrad ändern. ROLAND (1973) beobachtete es bereits im Gelände. Während der angewitterte Basalt eine hellere bräunliche Verwitterungsrinde aufweist, ist das frische Material dunkelgrau. Dadurch weisen die jüngeren Schlote dunklere Grautöne auf als die älteren.

Die Basaltschlote konnten recht gut von den Extrusionskuppen unterschieden werden.

Da die basischen Laven eine höhere Temperatur und geringere Viskosität als saure und intermediäre Vulkanite haben, zeigen sie oft im Gegensatz zu den Extrusivkuppen eine Frittingszone mit Nachbargesteinen. Die Basaltschlote haben durch ihren basischen Bestandteil geringere Erosionsresistenz als Extrusivkuppen. Daher sind die Schlote oft bis zum Niveau der Sandsteine erodiert.

2.2.4 Gänge

Die im bearbeiteten Gebiet auskartierten Gänge wurden im Luftbild durch ihre diskordante Lagerung und vor allem durch ihre Frittingszonen gegenüber dem Nachbargestein erkannt.

Ähnlich den Extrusivkuppen unterscheiden sich die sauren bis intermediären Gänge von den basischen Gängen durch ihre fehlende Frittingszone. Die von ROLAND (1973) unterschiedenen konkordanten Gänge konnten im Bearbeitungsgebiet nicht auskartiert werden, da sie sehr leicht mit Basaltdecken zu verwechseln sind und allein an Hand der Luftbilder eine Unterscheidung zwischen diesen beiden nicht möglich ist. Im Gelände zeigt die Sillfläche unterschiedlich groben Schutt, während die Basaltdecken von einheitlich großem Blockschutt bedeckt sind (ROLAND, 1973).

Im N-Teil des ausgewerteten Gebietes wurden zwei diskordant gelagerte Gänge auskartiert. Sie streichen in zwei verschiedenen Richtungen. Der eine liegt in NE streichender Richtung und erstreckt sich über 2,5 km. Der andere beträgt ca. 1,5 km und streicht in NW-Richtung.

Die Gänge wurden von ROLAND (1973) und TEHRANI (S. 122) ausführlich behandelt.

2.3 Die Lockersedimente

Bei der Interpretation der Sedimente wurden die Terrassen, Sandschwemmebenen, Flugsandflächen

und Schwemmfächer wegen ihrer flächenmäßig geringen Verbreitung zusammengefaßt und als Sande ungegliedert auskartiert. Daneben wurden auch die Enneris („Trockenfluß“) und der Hangschutt abgegrenzt.

Die Lockergesteine unterscheiden sich im Luftbild durch ihren helleren Grauton und Oberflächenstruktur vom Festgestein. Ältere und morphologisch höher gelegene Terrassen zeigen einen dunkleren Grauton. Jedoch lassen sich ältere nicht von jüngeren Terrassen mit Hilfe der Luftbilder trennen (STOCK, 1972).

Als Hangschutt wurde das durch Verwitterung und Erosion abgetragene und am Fuß der Sandsteine liegende Material auskartiert. Im Luftbild läßt sich der Hangschutt durch seinen dunkleren Grauton von den übrigen lockeren Sanden unterscheiden. Der dunkle Grauton des Hangschuttes ist auf den darin befindlichen Blockschutt zurückzuführen.

Als größere Enneris im bearbeiteten Gebiet können der Enneri Kudi, Enneri Dilénao und Enneri Mécheuf genannt werden. Neben den oben genannten größeren Enneris gibt es noch einige kleinere Trockentäler, deren Verlauf nicht ganz verfolgt werden konnte.

Die pleistozänen und holozänen Erosions- und Akkumulationserscheinungen im Bereich des Enneri Bardagué-Arayé wurden von JÄKEL (1971) behandelt. STOCK (1972) und GABRIEL (1977) bearbeiteten die Lockergesteine des Gebietes nördlich von Bardai.

2.4 Tektonik

Dank der in ariden Gebieten so gut wie fehlenden Vegetation und den kaum vorkommenden Basaltdecken konnten die tektonischen Strukturen im bearbeiteten Gebiet gut erkannt und beurteilt werden.

Die ganze tektonische Problematik eines Gebietes kann nicht allein mit Hilfe von Luftbildern umfassend erarbeitet werden. Wie STOCK (1972) betonte, kann zwar ein Teil der für die Falten tektonik wichtigen Daten an Hand von Luftbildern ermittelt werden, ein anderer aber, vor allem was die innere Deformation betrifft, nur durch Geländearbeit.

Das ausgewertete Gebiet wird durch eine 30° NE-SW-streichende Störung diagonal in zwei Bereiche geteilt. Die anderen großen tektonischen Strukturen im Arbeitsgebiet stimmen in ihrer Richtung mit der oben genannten NE-SW-streichenden Störung überein. Nach KLITZSCH (1970) entstanden sie während der Blockbildung der Tibesti-Syrteschwelle an der Wende Jura-Kreide.

Die Gesteinseinheiten des bearbeiteten Gebietes sind zum größten Teil von bruchtektonischen Strukturen begrenzt. Soweit in den Luftbildern zu erkennen ist, fallen die Tabiriou-Sandstein-Schichten nach W ein, und die Schichten der jüngsten Serie (EYS) liegen horizontal. TEHRANI (S. 118) konnte in seinem Arbeitsgebiet zwischen beiden eine Diskordanz feststellen.

2.4.1 Bruch- und Faltenstrukturen

Die eindrucksvollste und größte Verwerfung des Arbeitsgebietes ist die Störung „Lelubre“ – von VINCENT (1963) so genannte „Faille-Lelubre“. Sie ist von der nördlichen Grenze des Tschad über Bardai nach S bis an den Rand des Tibesti-Gebirges zu verfolgen. Diese beträgt im bearbeiteten Gebiet eine Länge von ca. 28 km und weist eine Streichrichtung von 30° bis 40° auf.

Die Störung „Lelubre“ versetzt im NE-Teil des Arbeitsgebietes den Tabiriou-Sandstein gegen den Basis-Sandstein und im SW-Teil den Tabiriou-Sandstein gegen das Tibestien. An der Ostseite dieser Störung kann man deutlich das Einfallen des Tabiriou-Sandstein (nach W) beobachten.

Im Bereich des Tibestien, westlich der oben beschriebenen Störung, zieht eine weitere NE-SW-streichende Verwerfung, die den Basis-Sandstein gegen das Tibestien versetzt. Letztere scheint nach einem Knick weiter nach NE zu ziehen, bis sie wahrscheinlich in die größere Störung (*Faille-Lelubre*) einmündet. Hier ist der Verlauf wegen Schuttbedeckung nur undeutlich zu verfolgen.

Im NW-Teil des Gebietes verläuft parallel mit den bisher besprochenen Verwerfungen noch eine weitere NE-SW-streichende Störung. Diese versetzt den Quatre-Roches-Sandstein gegen das Tibestien. Am Südrand der Störung ist der Basis-Sandstein unter erodiertem Quatre-Roches-Sandstein aufgeschlossen. Östlich dieser Verwerfung ziehen noch einige kleine Störungen in der gleichen Richtung. Östlich der Störung Lelubre verläuft noch eine etwa NE-SW-streichende Verwerfung, die den Tabiriou-Sandstein gegen den Quatre-Roches-Sandstein versetzt. Dieser erstreckt sich weiter in das südliche Nachbargebiet (südlich Enneri Dilénao). Letztere Verwerfung weist eine der Störung Lelubre entgegengesetzte Einfallsrichtung auf. Zwischen diesen Verwerfungen bildete sich ein Graben, denn an beiden Störungen weist der Tabiriou-Sandstein gegenüber den anderen Einheiten (im Westen der Basis-Sandstein, im Osten der Quatre-Roches-Sandstein) die gleiche Versatzrichtung nach unten auf (Abb. 7, Profil C-D).

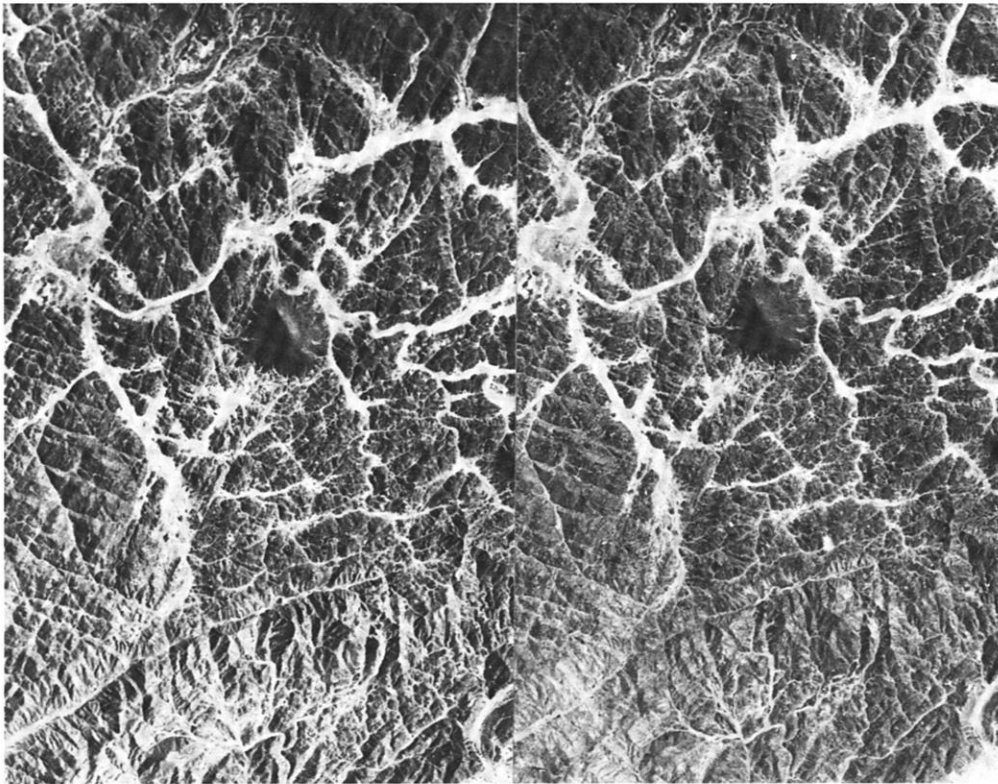


Abb.1: Ausschnitt aus dem Stereomodell Nr. 025/024. Der obere Bildrand = Norden. Er zeigt ein subangulares Entwässerungsnetz im Bereich des Tibestien westlich der Störung Bodui. Im NW-Teil des Modells fällt ein kreisförmiger Bereich innerhalb des Tibestien-Supérieur durch dunkleren Grauton und stärkere Zerklüftung auf.



Abb. 2: Ausschnitt aus dem Stereomodell Nr. 197/198. Der obere Bildrand = Norden. Quatre-Roches-Sandstein, der sich durch die Vielzahl heller Sandflecke und intensive Klüftung im Luftbild erkennen läßt. In der Bildmitte erstreckt sich eine etwa NW-SE streichende positive Photolineation.



Abb. 3: Ausschnitt aus dem Stereomodell Nr. 024/023. Der obere Bildrand = Norden. Quatre-Roches-Sandstein und Basissandstein in deutlich verschiedener Faziesausbildung, mit der NE-SW streichenden Bodui-Störung in der Bildmitte.

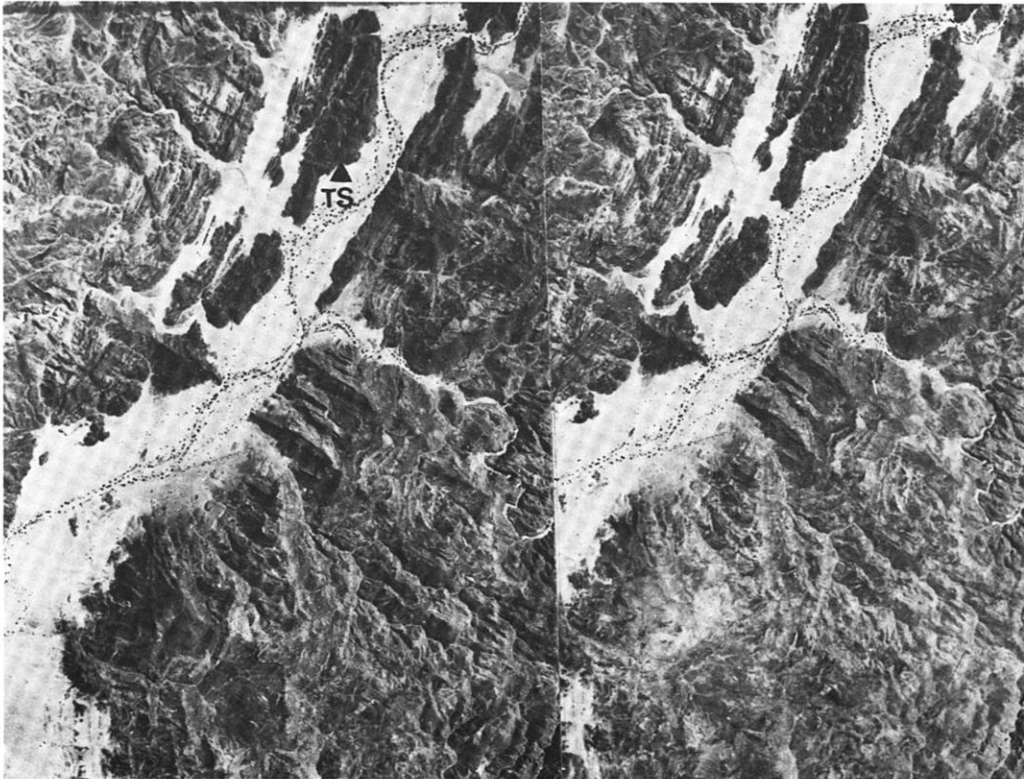


Abb. 4: Ausschnitt aus dem Stereomodell Nr. 196/197. Der obere Bildrand = Norden. Gut geschichteter Tabiriou-Sandstein mit seiner typischen Wechsellagerung.

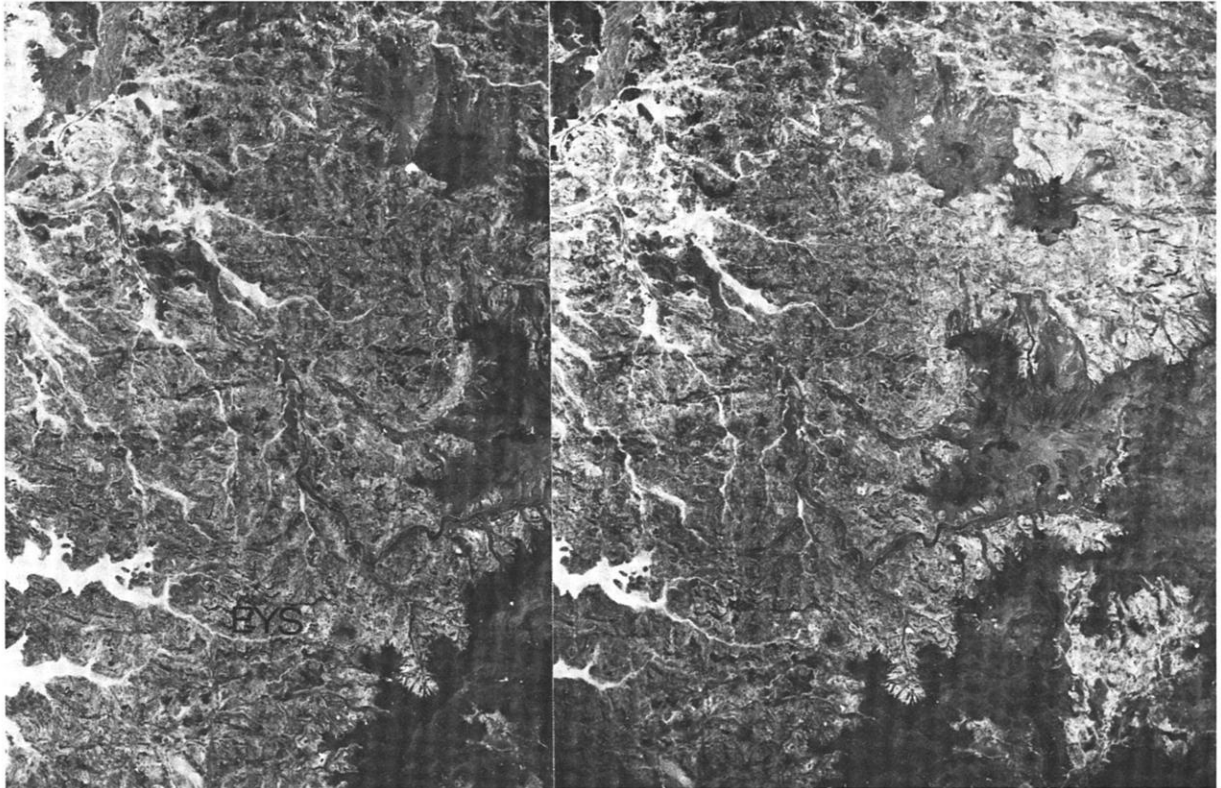


Abb. 5: Ausschnitt aus dem Stereomodell Nr. 270/269. Der obere Bildrand = Norden. Eli-Yé-Sandstein mit seinem charakteristischen Erkennungsmerkmal, der wechsellagernden, horizontalen Schichtung.

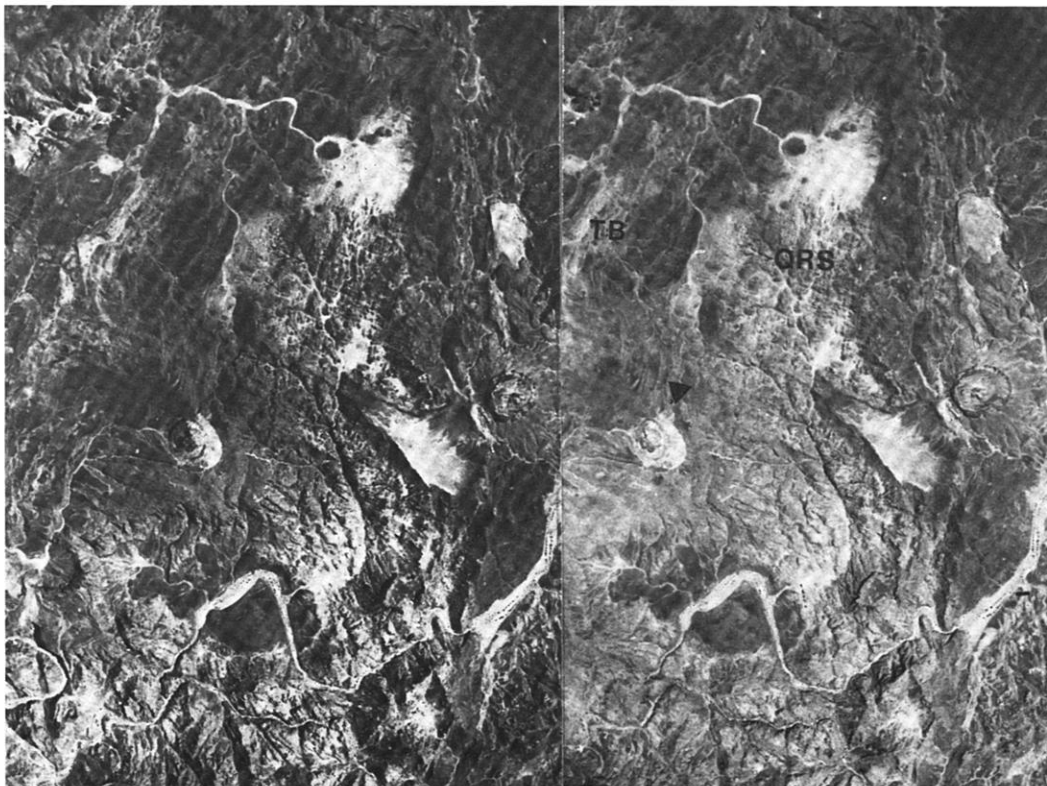


Abb. 6: Ausschnitt aus dem Stereomodell Nr. 021/020. Der obere Bildrand = Norden. Extrusivkuppen (Lavanadeln) an der Grenze Tabiriou- und Quatre-Roches-Sandstein mit zwiebelschaligem Aufbau der Kuppen.

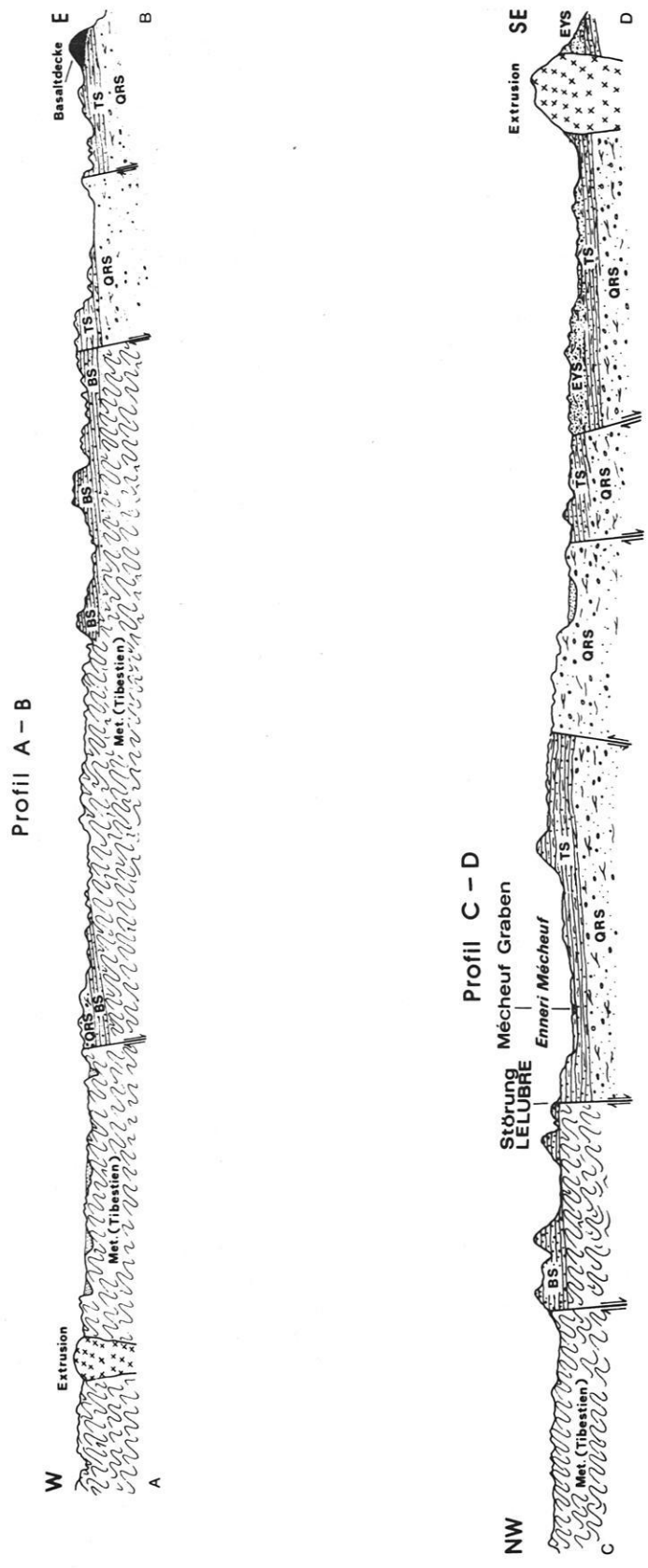


Abb. 7: Schematische Profile durch Gesteinsserien des bearbeiteten Gebietes (Luftbildinterpretation).

Da der Enneri Mécheuf etwa in der Mitte des Grabens verläuft, wird er nachfolgend als „Mécheuf-Graben“ bezeichnet. Der mit Tabiriou-Sandstein gefüllte Graben verbreitert sich nach S und wird dort von der Sandschwemmebene des Flugplatzes von Bardai eingenommen.

An der Ostseite des Mécheuf-Grabens zieht eine weitere Photolineation, die ebenfalls NE-SW streicht und nach einem Knick in die Richtung NNE weiter verläuft. Sie versetzt den östlich der Störung gelegenen Tabiriou-Sandstein gegen den auf der Westseite befindlichen Quatre-Roches-Sandstein. Da der Quatre-Roches-Sandstein durch diese Verwerfung an der Ostseite und die oben beschriebene Störung an der Westseite gegen den Tabiriou-Sandstein gehoben worden ist, entstand ein Horst (Abb. 7, Profil C-D).

Es wurden noch zwei weitere NE-SW-streichende Photolineationen im SW-Teil des bearbeiteten Gebietes kartiert. Eine versetzt den Eli-Yé-Sandstein gegen den Tabiriou-Sandstein und die andere versetzt den Eli-Yé-Sandstein gegen den Quatre-Roches-Sandstein.

Um einen Überblick über die Bruchtektonik des ausgewerteten Gebietes zu gewinnen, wurden zwei schematische Profile aus der photogeologischen Karte und eine tektonische Karte angefertigt (Abb. 7, 8).

Faltenstrukturen konnten im bearbeiteten Gebiet nicht beobachtet werden.

Die präkambrischen Falten des Tibestien wurden schon von STOCK (1972) photogeologisch untersucht. Er betont, daß die Falten, die eine Spannweite von weniger als 500 m haben, sich im Luftbild nur sehr undeutlich oder gar nicht erkennen lassen. Letzteres ist zum Teil auf den kleinen Maßstab der Luftbilder zurückzuführen.

2.4.1.1 Die Photolineationen

Bei einer photogeologischen Interpretation wird das Wort „Photolineation“ als ein Oberbegriff im allgemeinen für alle geradlinigen oder schwach gekrümmten, tektonischen Trennfugen benutzt, ohne damit etwas über ihre Länge oder ihre Versetzung zu sagen.

Darüberhinaus kann die Photolineation in Klüfte, Lineamente und Störungen untergliedert werden. Bisher gibt es keine einheitliche Abgrenzung zwischen Kluft, Lineament und Störung.

Bei der vorliegenden Arbeit werden in Anlehnung an die von LIST (1968) auf die Photogeologie erweiterte Definition von SCHMIDT-THOME (1953) und LATTMANN (1958) die Photolineationen (ohne sichtbaren Versatz) kleiner als 1,5 km als Klüfte

und größer als 1,5 km als Lineamente bezeichnet. Die Photolineationen mit sichtbaren horizontalen bzw. vertikalen Versatzbeträgen – sowohl lange als auch kurze – werden als Störungen bezeichnet.

RQLAND (1972) unterscheidet außer Kluft und Störung noch positive und negative Photolineation. Unter positiver Photolineation versteht er eine morphologische Herauspräparierung von Ruschelzonen, Störungsbrekzien und Myloniten. Von diesen unterscheidet er die ausgeräumten negativen Photolineationen.

Die von der photogeologischen Karte dargestellte tektonische Karte des bearbeiteten Gebietes zeigt einen Überblick über die gesamte Tektonik des Gebietes und läßt die Verteilung der Photolineationen besser erkennen (Abb. 8).

2.4.1.2 Kluftnetz

Das Kluftnetz und die Klüftigkeit der Gesteinseinheiten, wie in Kap. 2.4 erwähnt wurde, können als geeignete Parameter für die Differenzierung der verschiedenen Gesteinseinheiten im Luftbild bezeichnet werden. Die Klüfte und Lineamente treten im Luftbild als lineare Elemente in Erscheinung, die sich bevorzugt als feine, geradlinige Einkerbungen der Geländeoberfläche, als geradlinige Grautonunterschiede oder geradlinige Vegetationsanomalien zu erkennen geben (LIST, 1969).

Um einen Überblick über die Richtungen der Klüfte des bearbeiteten Gebietes zu gewinnen, wurde aus der photogeologischen Karte die Richtungsverteilung der Klüfte jeder Gesteinseinheit im Arbeitsgebiet in einem Histogramm dargestellt. Hierbei wurde die Gesamtlänge in mm und der prozentuale Anteil pro Azimut abgetragen, wobei der Spannrahmen des Histogramms 180° und die Spannweite der Größenklassen 5° umfaßte.

Ein Blick auf die Histogramme zeigt, daß die Klüfte in den verschiedenen Sandstein-Einheiten ihre Maxima mit 5° bis 10° Abweichungen in den gleichen Richtungen haben. Als Hauptrichtungen lassen sich die Richtungen zwischen 25° bis 45° und 110° bis 130° erkennen, wobei die Maxima des Basis-Sandsteins bei 45°, des Quatre-Roches-Sandsteins bei 120° und 130°, des Tabiriou-Sandsteins bei 35° und des Eli-Yé-Sandsteins bei 110° deutlich liegen. Die schwächeren Richtungen zeigen sich bei 10° bis 20°, 125°, 160° und 175° (Abb. 9).

Den Bereich des Tibestien zeigen zwei Histogramme (Abb. 10). Sie dienen dem Versuch, durch Vergleich dieser beiden Histogramme festzustellen, ob das vermutete Aufdringen des Granits (s. Kap. 1.3.1.1) die Klufttrichtungen beeinflusste. In den Histogrammen zeigt sich jedoch, daß die Klüfte

Tektonische Karte

des Gebietes nördlich von Enneri Dilénao

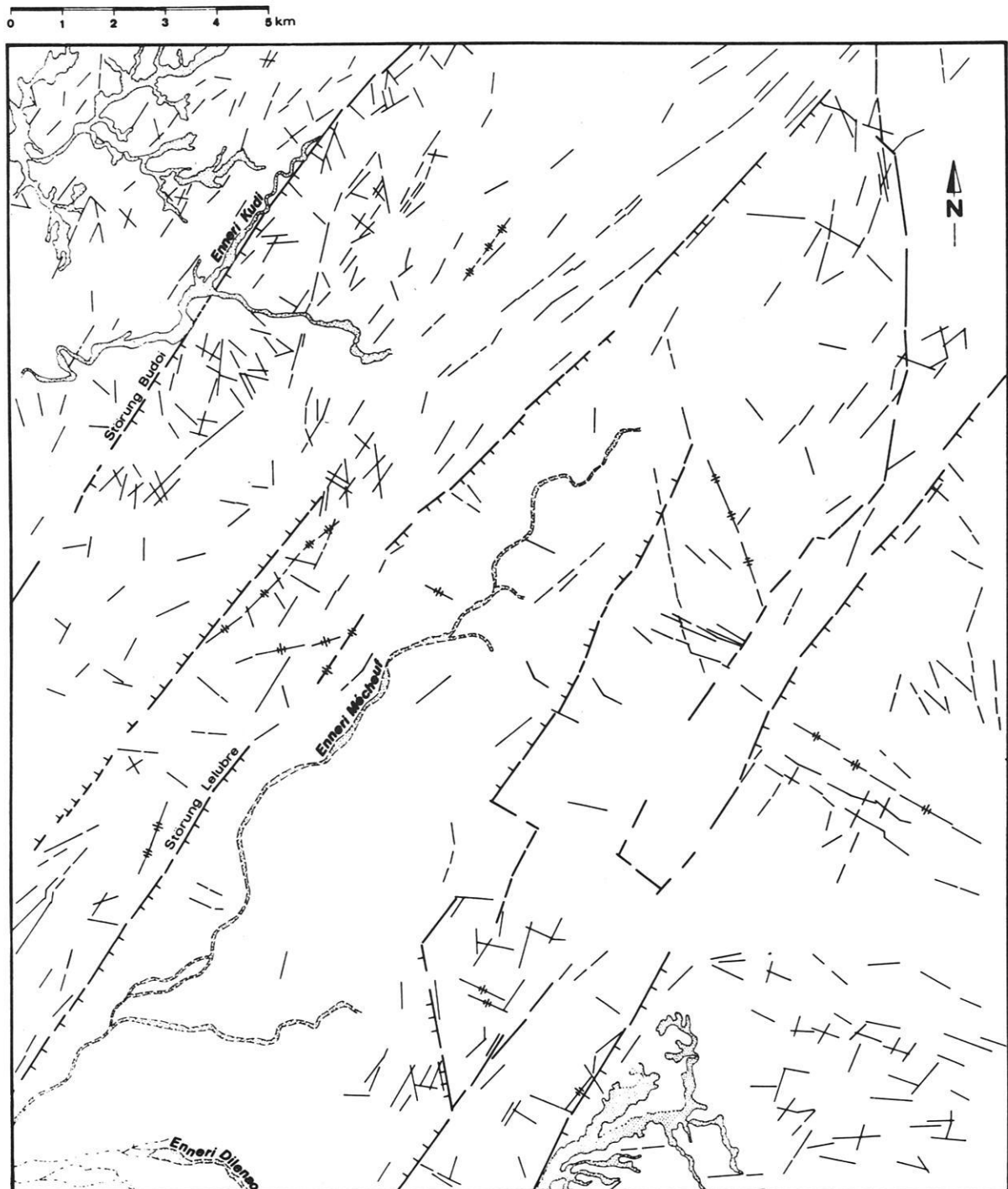


Abb. 8: (siehe Beilage 1).

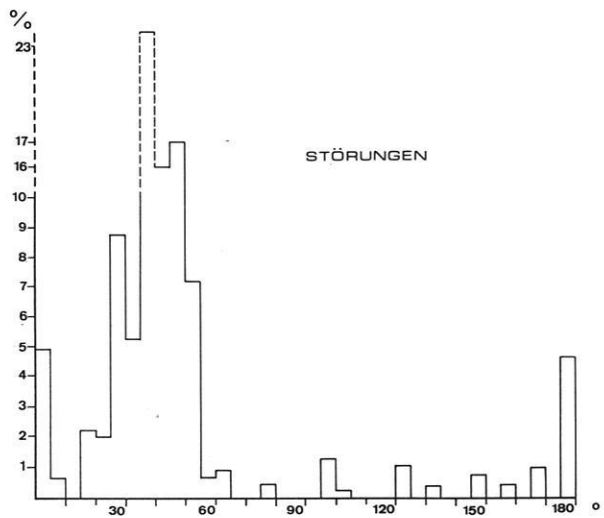
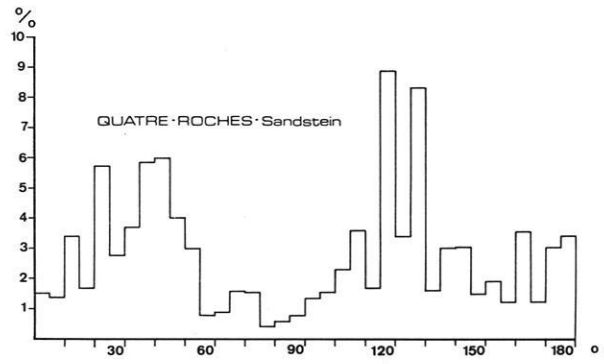
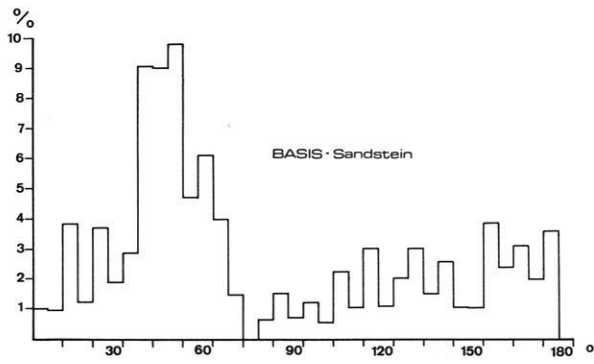
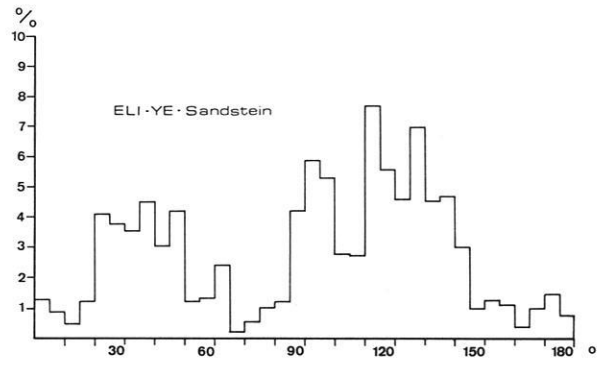
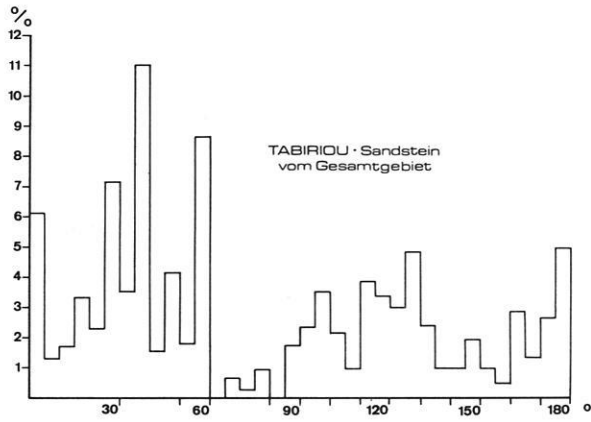


Abb. 9: Histogramme zur Richtungsverteilung der Photolineationen (Luftbildauswertung, 1:50 000).

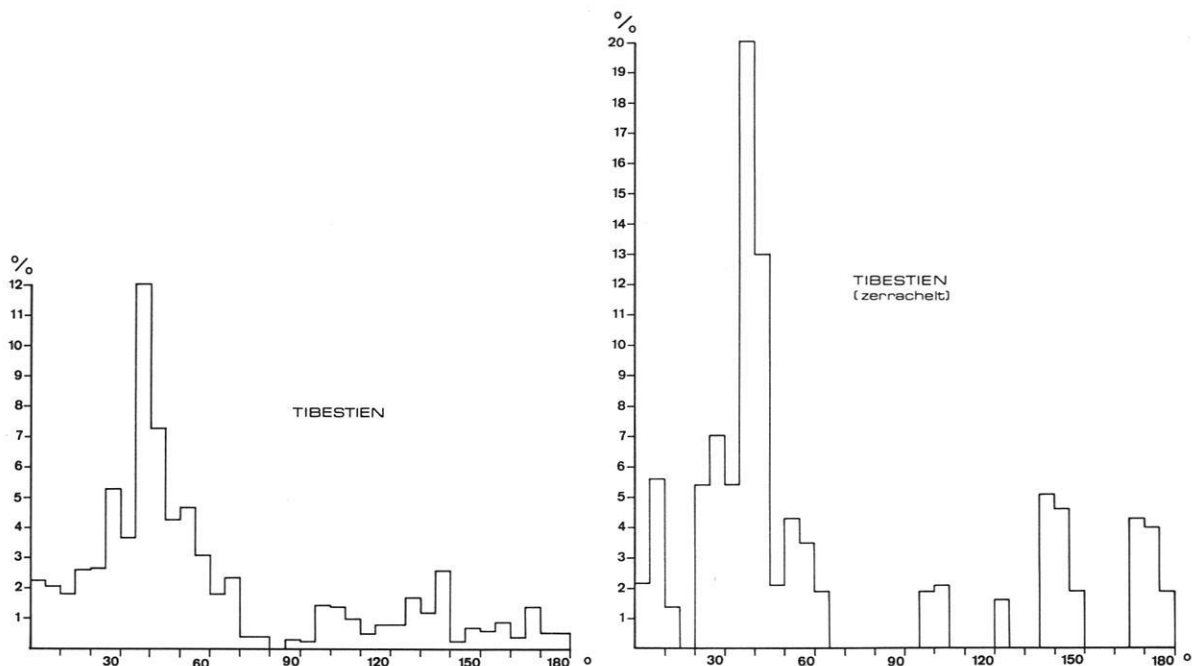


Abb. 10: Histogramme zur Richtungsverteilung der Photolineationen in Metamorphiten (Luftbildauswertung, 1:50 000).

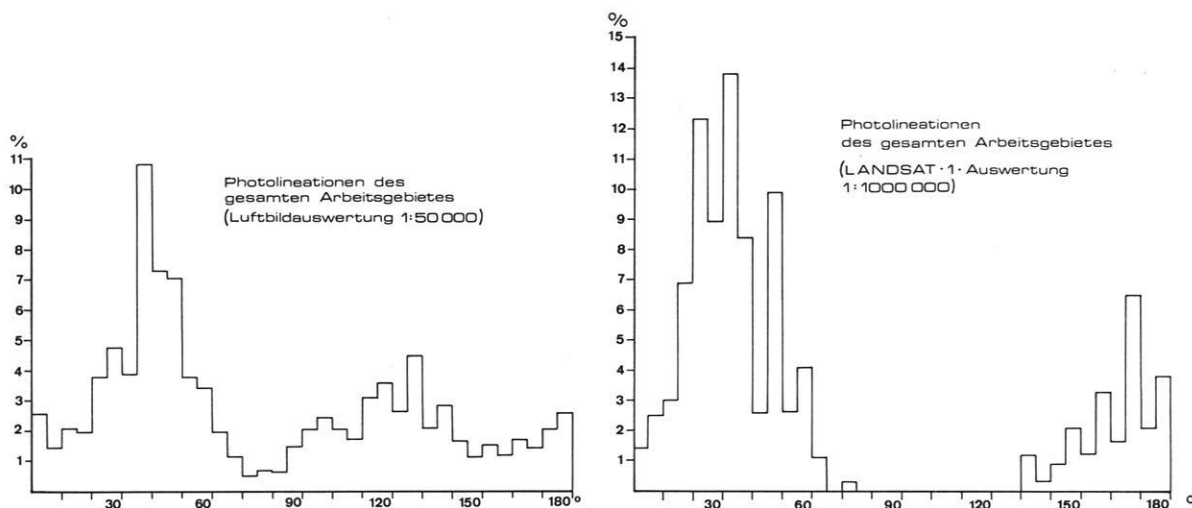


Abb. 11: Histogramme zum Vergleich der Richtungsverteilung der Photolineationen aus dem Luft- und LANDSAT-1-Bild.

in beiden Einheiten sowohl bei Maxima (bei 25° bis 35°) als auch bei schwächeren (bei 10°, 50°, 135°, 140°) etwa in gleiche Richtung verlaufen. Hieraus ergibt sich, daß das Aufdringen des Granits einen Einfluß auf die Intensität der Klüftung, aber nicht auf die Kluftrichtung hatte.

Das Histogramm, das aus den gemessenen Störungen dargestellt wurde, zeigt auch Maxima bei 35°, 45° und schwächere bei 5°, 15° und 175° (Abb. 9).

Aus den Werten aller vorhandenen Photolineationen im bearbeiteten Gebiet wurde ein Histogramm für das ganze Arbeitsgebiet dargestellt, um einen besseren Überblick über das ganze Gebiet zu ge-

winnen. Wie erwartet, zeigt dieses auch ein Maximum bei 35°, 45° und ein schwächeres bei 25°, 50° und 125° (Abb. 11).

2.4.1.3 Deutung

Um den Datenanfall für einen Richtungsvergleich der Photolineationen mit dem „wrench fault system“ von MOODY & HILL (1956) zu verdoppeln, wurden die Meßwerte aus dem benachbarten Arbeitsgebiet von TEHRANI mit dieser Arbeit in einem Histogramm zusammengefaßt (Abb. 12). In diesem „wrench fault system“ sollen sich von einer steilstehenden Hauptscherfläche ausgehend weitere steilstehenden Scherflächensysteme 2. und 3.

Ordnung entwickeln, wenn ein horizontaler Streif herrscht. MOODY & HILL (1956) errechneten bei einer mittleren Richtung der Scherung 1. Ordnung von 30° für die der 2. Ordnung 105° und 165° und für die der 3. Ordnung Streichrichtungen von 60° , 120° , 150° und 30° .

Wandte man diese rein theoretischen Werte auf das gemeinsame Histogramm an, so ergäbe sich eine undeutliche Übereinstimmung.

Dreht man die 30° der Haupt-Blattverschiebung auf 37° und vergrößert den Mittelwert von 15° auf 18° (was durchaus im Variationsbereich von MOODY & HILL, = 5° bis 30° , liegt, Abb. 13), so ergibt sich eine gute Übereinstimmung der theoretischen Werte mit dem Maxima der gemessenen Richtungen der Photolineationen (Abb. 12).

In dem von uns bearbeiteten Gebiet des Tibestis erscheinen also neben der 37° -streichenden Haupt-Blattverschiebung die Scherfläche 2. Ordnung bei 109° und 179° und die der 3. Ordnung bei 72° , 143° (was zweimal auftaucht) und 37° , gleich der Haupt-richtung.

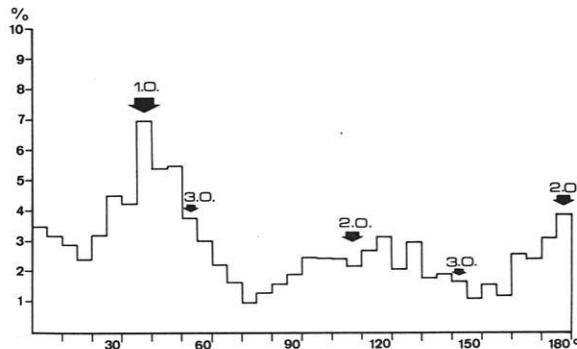


Abb. 12: Histogramm zur Richtungsverteilung der Photolineationen im Gebiet nördlich, südlich von Enneri Dilénao (Luftbildauswertung, 1:50 000).

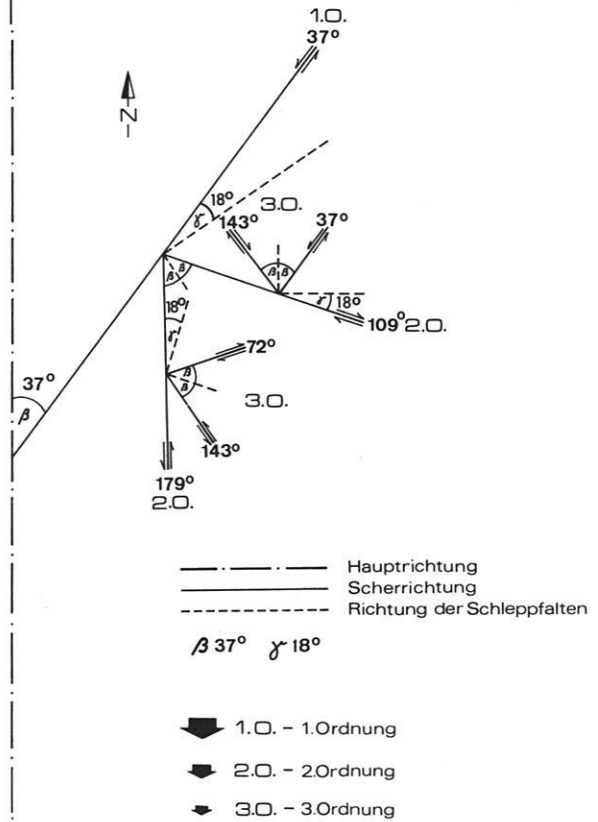


Abb. 13: Konstruiertes „wrench-fault system“ nach MOODY & HILL (1956) mit der Hauptscherrichtung von 37° bei einer N-S Hauptstreichrichtung.

3. Beschreibung der Untersuchungsergebnisse zur photogeologischen Karte des Gebietes südlich des Enneri Dilénao (s. Beilage)

von Seyd Resa Hadj Mohssen Tehrani

3.1 Die Sedimentgesteine

3.1.1 Basis-Sandstein (BS)

Im Kartengebiet wurde Basis-Sandstein südlich von Enneri Auranet in einem schmalen Streifen zwischen dem Tibestien und dem Quatre-Roches-Sandstein mit einer steilen Geländestufe zum Tibestien auskartiert. Hier lagert auf steil einfallenden präkambrischen Schiefen der flach einfallende Basis-Sandstein diskordant. Im S und SW von Zoui befinden sich zwei weitere Vorkommen, von denen das östliche störungsbedingt nach N auskeilt.

Das Entwässerungsnetz im Basis-Sandstein kann gegenüber dem des Tibestien, das gut subangular ausgebildet ist, als angular definiert werden.

Der Basis-Sandstein ist weniger zerklüftet als die anderen Sandstein-Serien. Das Gestein wirkt im Luftbild massig und homogen, was gut mit dem petrographischen Befund (ROLAND, 1973) übereinstimmt, der den Basis-Sandstein als gut sortierten fein- bis mittelkörnigen Sandstein bezeichnet. Der Basis-Sandstein zeigt einen „samartigen“ und dunkleren Grauton als der Quatre-Roches-Sandstein.

ROLAND (1973) versucht dies mit Hilfe zweier Tatsachen zu erklären, wobei ihm der zweite Grund als der wahrscheinlichere erscheint:

1. das Sedimentmaterial ist primär dunkler,
2. der Sandstein ist erosionsresistenter und weist dadurch eine stärkere Patina auf.

3.1.2 Quatre-Roches-Sandstein (QRS)

Der Quatre-Roches-Sandstein, der von ROLAND (1971) nach einer Felsgruppe SE von Bardai benannt wurde, hat hauptsächlich im südlichen Teil des bearbeiteten Gebietes seine Verbreitung. Die Unterscheidung dieser Gesteinseinheit von anderen Serien im Luftbild wurde durch markante und eindeutige lithologische Unterscheidungsmerkmale durchgeführt. Das Hauptkriterium war hier die intensive Klüftigkeit des Gesteins.

Trotz des nicht so sehr unterschiedlichen Grautons von Basis-Sandstein und Quatre-Roches-Sandstein im Gelände (ROLAND, 1973) zeigt sich der Quatre-Roches-Sandstein im Luftbild heller als der Basis-Sandstein. Der Grund hierfür ist das Vorhanden-

sein von vielen Sandflecken und Sandschwemmebenen. Diese meist von Verwitterungsschutt und Sanden gefüllten Hohlformen und Klüfte verursachen den Aufhellungs-Effekt des Quatre-Roches-Sandsteins (s. südlichen Teil der Karte).

Im Luftbild erkennt man eine typische Oberflächenstruktur. Hier kann man auf ein grobkörniges konglomeratisches Gestein (von ROLAND, 1973, im Gelände bestätigt) schließen, das durch Bruchtektonik stark zerhackt und von Verwitterung und Erosion ständig nachgearbeitet wird. Die durch Klüftung, Kreuzschichtung, Erosionsresistenz und das aride Klima entstandene Morphologie begünstigt die Ansprache und eine genaue Abgrenzung dieses Gesteins. Auffallend ist hier noch, daß fast alle im Arbeitsgebiet vorkommenden Schlotte und Gänge in dieser Serie anzutreffen sind.

3.1.3 Tabiriou-Sandstein (TS)

Der Tabiriou-Sandstein, der von ROLAND (1971) nach dem Enneri Tabiriou SW von Zoui benannt wurde, ist im bearbeiteten Gebiet hauptsächlich im nördlichen Teil des Enneri Bardagué/Zoumri verbreitet.

Hauptmerkmal dieser Gesteinseinheit ist ihre ausgezeichnete Parallel- und Schrägschichtung, die durch den Wechsel von hellen und dunklen Grautönen im Luftbild (besonders bei den abgekippten Schichten) zu erkennen ist. Die Grautonunterschiede werden hier durch Materialwechsel und Korngrößenunterschiede der einzelnen Gesteinsbänke hervorgerufen (Abb. 14).

Nördlich des Enneri Souana wurde eine ungestörte Überlagerung des jüngeren Tabiriou-Sandsteins auf älterem Quatre-Roches-Sandstein beobachtet und auskartiert. Die auffällige Bankung des Tabiriou-Sandsteins zeigt ein flaches WNW-Einfallen der Schichten im Luftbild. In der photogeologischen Karte (Beilage) kommt dies durch eine Häufung von „markanten Schichten“ nordöstlich der Flugplatz-Ebene zum Ausdruck.

Das Entwässerungsnetz wurde hier, wie bei anderen Gesteinsserien intensiv ausgewertet und kann als angular-subparallel bezeichnet werden. Die Klüftung ist hier weniger dicht als im Quatre-Roches-Sandstein.

3.1.4 Eli-Yé-Sandstein (EYS)

Die nach der Guelta¹ „Eli-Yé“ SW von Aozou benannte jüngste Sandstein-Einheit (von ROLAND, 1973) findet sich im NE-Teil des Arbeitsgebietes. Diese Serie wurde ursprünglich von ROLAND (1973) nur mit Hilfe der Luftbild-Analyse ausgetrennt und später durch einen Hinweis von D. BUSCHE gestützt (ROLAND, 1973, Abb. 18). Letzterer berichtete von einem massigen, dickbankigen konglomeratischen Sandstein, der auf der Flugplatz-Ebene von Bardai, NW der Landepiste über dem Tabiriou-Sandstein folgen sollte. Diese Fläche wurde im Luftbild eindeutig erkannt und auskartiert. Nördlich von Ehi² Ayantou konnte eine aufgeschlossene Grenze zwischen Tabiriou- und Eli-Yé-Sandstein beobachtet werden. Hier liegt der fast horizontal geschichtete Eli-Yé-Sandstein mit einer Winkeldiskordanz auf den nach NW einfallenden Schichten des Tabiriou-Sandsteins (Abb. 15).

Damit wird hier die Vermutung von ROLAND (1973), daß zwischen Tabiriou- und Eli-Yé-Sandstein eine Winkeldiskordanz ausgebildet ist, belegt; der Eli-Yé-Sandstein kann deshalb als eigenständige Einheit mit post-permokarbonischem Alter angesprochen werden. Das Unterscheidungsmerkmal, das diesen Sandstein charakterisiert, ist dessen markanter Formenschatz. Er zeichnet sich durch scharfe Grate zwischen den Tälern aus. Zwischen diesen Graten entstehen Kerbtäler, die durch Verwitterung und Erosion nachgearbeitete Störungen und Klüfte darstellen (Abb. 16). In die Unterläufe der Kerbtäler eingewehte Sande hinterlassen den Eindruck einer für den Eli-Yé-Sandstein typischen Verfärbung der scharfen Grate.

Das Entwässerungsnetz ist hier etwas dichter als im Tabiriou-Sandstein und kann als subparallel-angular angesprochen werden. Ebenfalls zeigt diese Gesteinseinheit eine höhere Klüftigkeit als der Tabiriou-Sandstein.

Der Grauton erscheint bei dieser Serie heller und einheitlicher als im Tabiriou-Sandstein – damit kann man auf ein gleichkörniges Gestein mit weniger starkem Materialwechsel schließen. Der Eli-Yé-Sandstein ist gut geschichtet und dickbankiger als der Tabiriou-Sandstein.

3.2 Vulkanite

Die vulkanischen Bauformen und deren Gesteine wurden schon seit längerer Zeit wegen ihrer großflächigen Überdeckung des Tibesti-Gebirges (etwa 14 000 qkm) von verschiedenen Geologen untersucht und beschrieben:

DALLONI (1934), GEZE (1957), KAISER (1972), KLITZSCH (1965, 1970), VINCENT (1963) und WACRENIER (1957, 1958).

Die tertiären und quartären Vulkanite wurden erstmalig von VINCENT (1963) in vier Formationen gegliedert. KAISER (1972) unterschied die Vulkanite detaillierter mit Hilfe petrochemischer und mineralogischer Spezial-Untersuchungen.

Photogeologisch wurden die Ergußgesteine lokal im Tibesti-Gebirge von LIST & HELMCKE (1970), STOCK (1972) und ROLAND (1973, 1974) untersucht.

Die zur Unterscheidung der Vulkanite im Luftbild von den Sedimentiten und Metamorphiten benutzten Kriterien sowie die zur Differenzierung untereinander verwendeten Merkmale sollen nachfolgend kurz erläutert werden.

Die Grautonunterschiede entstehen bei den Vulkaniten durch den verschiedenen hohen SiO₂-Gehalt – saure Vulkanite (65 % an SiO₂) wirken heller, basische Vulkanite (52 % an SiO₂) wirken dunkler.

Aus der Morphologie der Vulkanite ist indirekt auf deren Chemismus zu schließen. Der SiO₂-Gehalt und Gase beeinflussen die Viskosität der Schmelze (z. B. Basalt-Decken, Staukuppen) und damit auch die nach der Erstarrung entstandene Morphologie, die sich grundsätzlich auch von anderen Gesteinseinheiten unterscheidet.

Die Erosionsresistenz der Vulkanite ist natürlich einerseits abhängig von deren Chemismus, petrographischen Aufbau, Klüftigkeit usw. und gibt damit auch Auskunft über diese Eigenschaften. Andererseits verhindert die hohe Erosionsresistenz mancher vulkanischer Gesteine (z. B. der Deckenbasalte) die Abtragung von überlagerten Sedimentgesteinen (Kap. 3.2.2). Außer Oberflächenstrukturen werden die meist fehlende Schichtung, das wenig dichte Entwässerungsnetz, die oft ganz fehlende Klüftung und die topographische Position der Vulkanite zur Unterscheidung von den Sandsteinen herangezogen.

Mit Hilfe der oben genannten Kriterien wurden im Untersuchungsgebiet Extrusivkuppen, Basaltdecken, Schlote und Gänge erkannt und ausgetrennt. Sie werden folgend beschrieben.

3.2.1 Extrusivkuppen

Die Extrusionen im Tibesti-Gebirge wurden schon von VINCENT (1963) zu der älteren hellen Formation des tertiären Vulkanismus gerechnet und als

¹ Guelta = Wasserstelle (aus dem Tedega, der Sprache der Tubus)

² Ehi = Berg

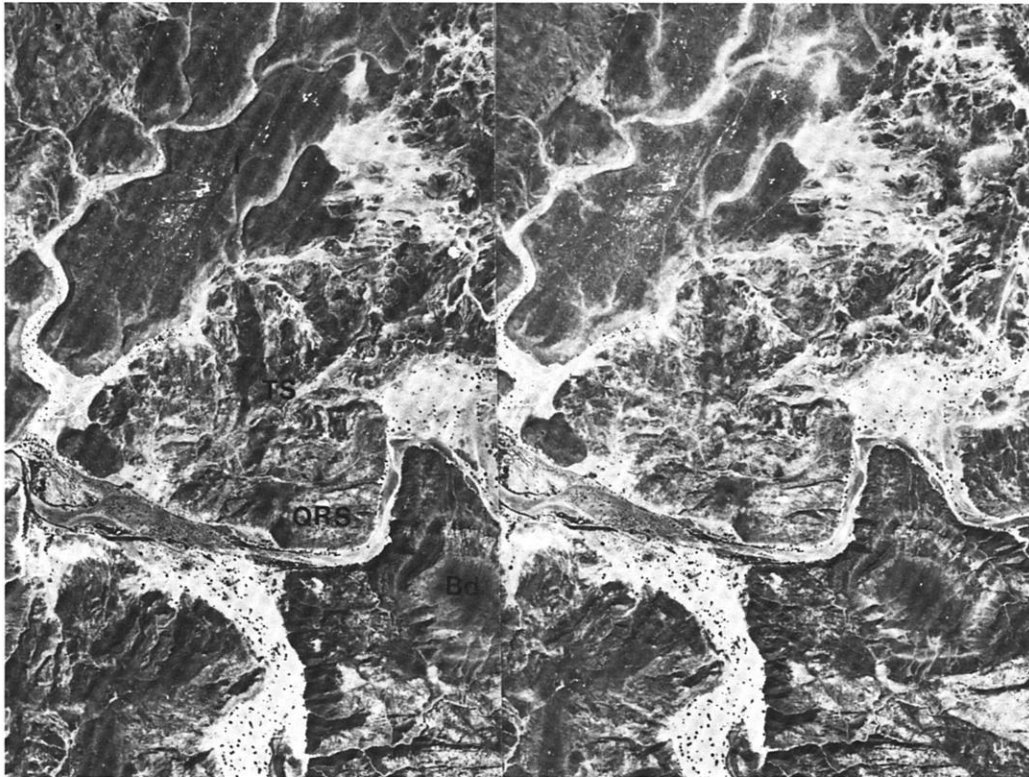


Abb.14: Ausschnitt aus dem Stereomodell Nr. 100/101. Der obere Bildrand = Norden. NW einfallender Tabiriou-Sandstein (mit durch Materialwechsel verursachter hell-dunkel Bankung) überlagert hier älteren Quatre-Roches-Sandstein.

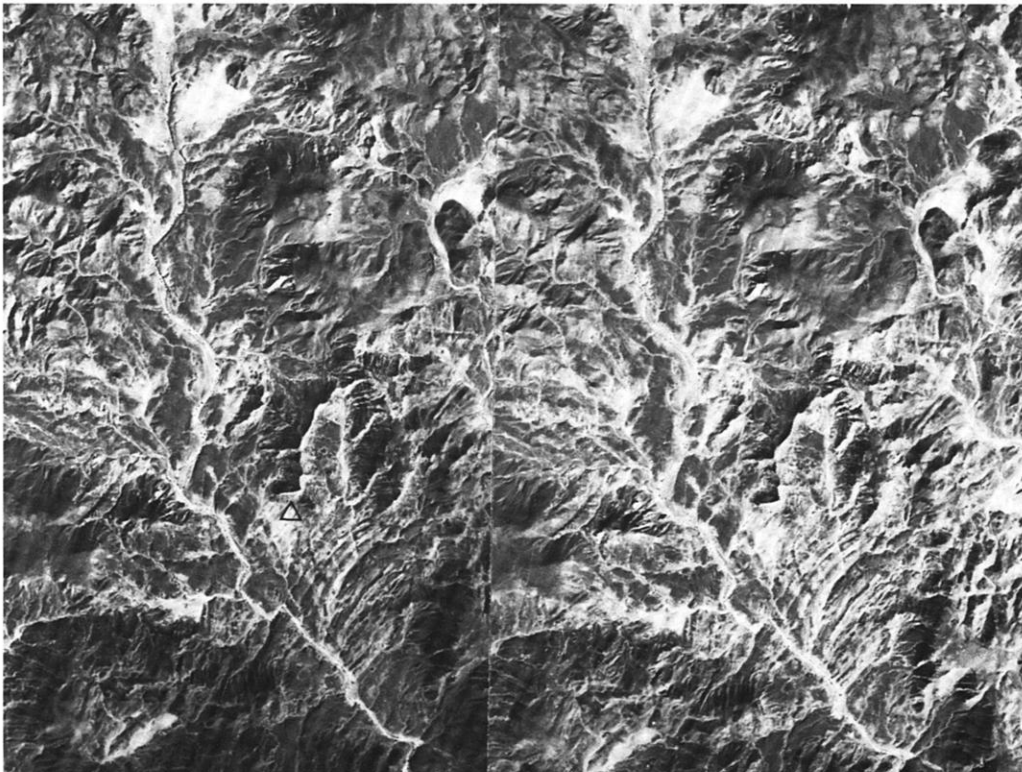


Abb. 15: Ausschnitt aus dem Stereomodell Nr. 168/167. Oberer Bildrand = Norden. Winkeldiskordanz zwischen dem horizontal lagernden Eli-Yé-Sandstein und nach NW einfallenden Tabiriou-Sandstein.

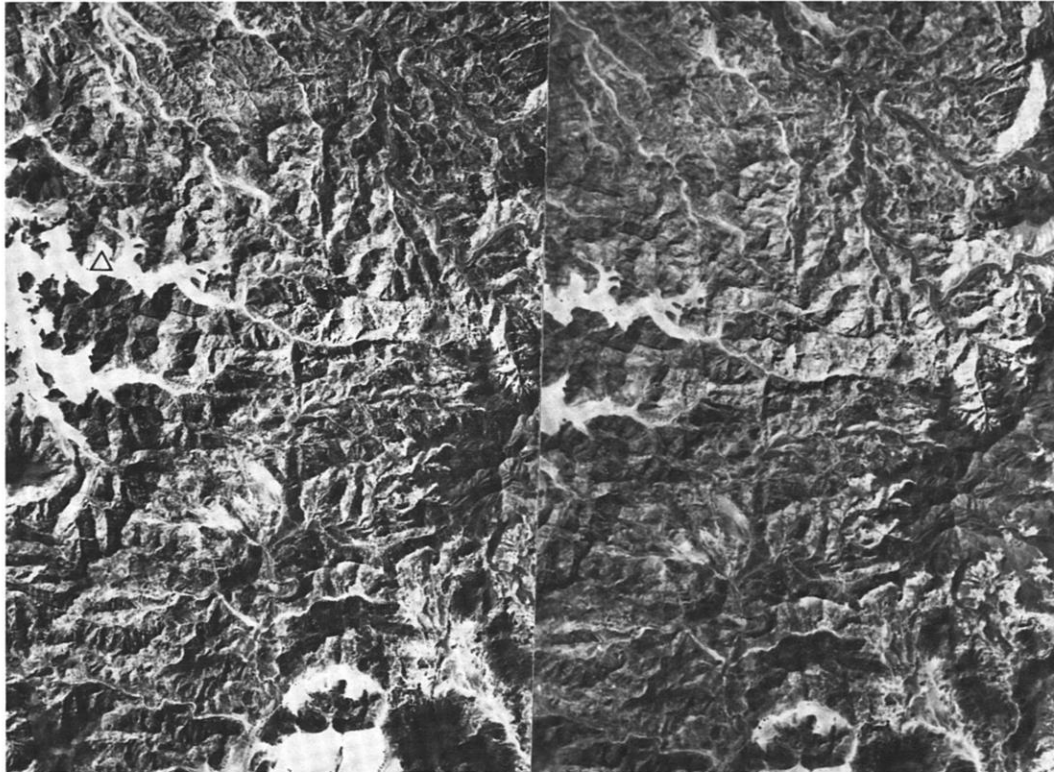


Abb. 16: Ausschnitt aus dem Stereomodell Nr. 037/038. Oberer Bildrand = Norden. Typische Verförmungsformen des Eli-Yé-Sandsteins.

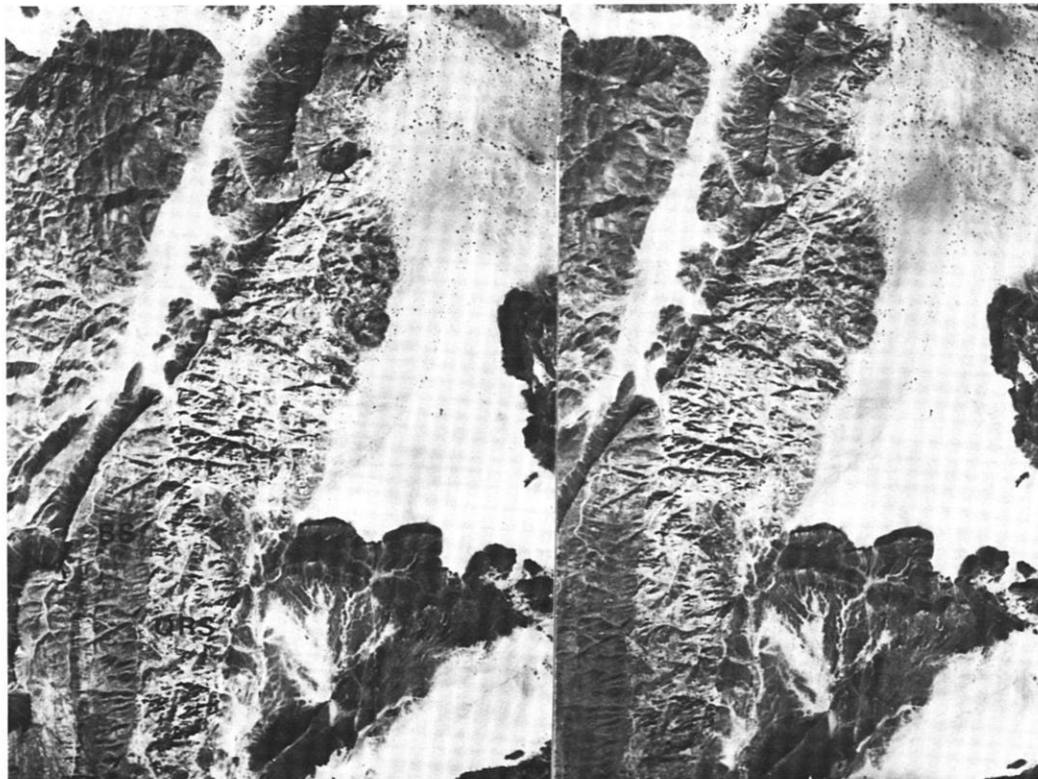


Abb. 17: Ausschnitt aus dem Stereomodell Nr. 094/093. Oberer Bildrand = Norden. Schlüsselartiger stark erodierter Basaltschlöt im Quatre-Roches-Sandstein. Im Süden des Bildes versetzt eine NS streichende Störung den Quatre-Roches-Sandstein gegen den Basis-Sandstein.

Fließ-, Quell-, Stau- oder Stoßkuppen von saurem bis intermediärem Chemismus dargestellt. KAISER (1972) beschrieb sie als subvulkanische Erscheinungen, die aus meist gasarmen und zähflüssigen und nicht mehr zum oberflächlichen Ausfluß gelangenden Magmen gebildet werden. Solche Extrusivkörper können zwar im Luftbild von anderen vulkanischen Erscheinungen unterschieden werden, aber es ist sehr schwierig, sie nur mit Hilfe der Luftbild-Interpretation nochmals zu unterteilen. Deshalb wurden bisher auch in keinem photogeologischen Lehrbuch diese Formen auseinandergehalten.

Im Arbeitsgebiet wurden insgesamt fünf solche Extrusivkuppen, die alle in einem eng umgrenzten Gebiet von ca. 10 km NNE Bardai liegen, erkannt und ausgeschieden. Sie variieren stark in Höhe und Durchmesser und scheinen gleichzeitig aufgedrungen zu sein. Mit ihrem helleren Grauton und ihrer morphologischen Form überragen sie die relativ mächtigen Basaltdecken, die sie umgeben.

Der Ehi Tougountiou liegt am Südostrand der Flugplatz-Ebene. Dieser Doppelgipfel, der die größte Extrusivkuppe des bearbeiteten Gebietes darstellt, wurde von KAISER (1972) im Gelände untersucht und als Quellkuppe bezeichnet. Derartige Quellkuppen sollen in der „Oberen hellen Serie“ und in der „Jungquartären hellen Serie“ auftreten. Er schreibt:

„... die Gipfelaufbauten in der Art leicht abgeflachter Kegel sind durch trachytische Laven mit Tuff-Ummantelung ausgewiesen, welche das Liegende durchschlagen haben und pfropfenartig als Quellkuppen in den dereinst weit mächtigeren Auflagerungen trachytischer Tuffe stecken geblieben sind ...“ KAISER (1972: 22, Abb. 11).

Über die anderen Extrusivkuppen können keine näheren Angaben gemacht werden.

3.2.2 Deckenbasalte (Bd)

Ca. 70 qkm des bearbeiteten Gebietes sind von Basalten und ihrem Schutt bedeckt.

Die in größeren und kleineren Flecken über das gesamte Arbeitsgebiet verteilten Hochflächen bildenden Basaltdecken erschweren das Durchverfolgen der übrigen Gesteinseinheiten beträchtlich.

Das ausgeprägte aride Klima der Sahara führte zur Entstehung von Zeugen- bzw. Inselbergen, die im Luftbild als Ehi Goni auf der Flugplatz-Ebene im NE von Bardai und westlich des Ehi Tougountiou beobachtet wurden (ROLAND, 1973, Abb. 22).

Die Basaltdecken zeigen im Luftbild im allgemeinen horizontale Lagerung. Es konnten aber auch lo-

kal schwach geneigte Flächen identifiziert werden. Die Mächtigkeit der Basalte im Arbeitsgebiet unterliegt Schwankungen. Stellenweise wurden sogar mehrere Decken übereinander beobachtet. Es konnten an vielen Stellen Unterschiede im Grauton der Basaltdecken festgestellt werden. Wegen des verstreuten Vorkommens der Restdecken mußte aber auf eine Differenzierung verschieden alter Decken nach dem Fortschritt der Verwitterung, also der zunehmenden Helligkeit, wie VON BAN-DAT (1962) es durchführte, verzichtet werden.

3.2.3 Schlote (Bs)

Insgesamt wurden 7 basische Schlote in dem Arbeitsgebiet identifiziert und auskartiert. Drei Schlote, die sich im südlichen Teil des Gebietes befinden, stehen mit geringen Resten von Basaltschutt völlig isoliert. Einer von drei Schloten, der ca. 2,7 km südlich von Zougtra steht, zeigt eine stark erodierte (bis zur Höhe des Basis-Sandsteins) und schüsselförmige Form (Abb. 17).

Die anderen Schlote gleichen Kegeln mit rundem bis ovalem Grundriß.

Nur südlich von Zoui liegt ein Vulkanschlot, der eine viereckige Form aufweist, die auf eine Begrenzung durch Klufflächen zurückzuführen sein dürfte.

Die anderen W und NW von Enneri Tiéboro befindlichen vier Schlote liegen inmitten von Basaltdecken oder sind von großflächigen Basaltschutfächern umgeben und zeigen einen geringeren Verwitterungsgrad gegenüber den südlicheren Schloten.

Für die Unterscheidung der basischen Schlote von den zuvor beschriebenen Extrusivkuppen wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

Der Grauton der Basaltschlote ist im Luftbild durchweg dunkler als der von Extrusivkuppen.

Die Schlote sind von der Erosion mehr betroffen als die Kuppen. Die Kuppen sind frei präpariert, aber nicht erodiert. Die höhere Temperatur und größere Viskosität der basischen Schmelzen verursachen kontaktmetamorphe Umwandlung der am Rande der Schlote gelegenen Sandsteine. Diese besonders widerstandsfähigen kontaktmetamorphen Ränder sind als ringförmige Erhebungen an Schloten zu beobachten, wohingegen sie bei Extrusivkuppen fehlen.

Die Untergrenze des Tibesti-Vulkanismus wurde von VINCENT (1963, 1970) mit Oberkreide angegeben. ROLAND (1973) postulierte für die isolierten Vulkanschlote ein tertiäres Alter. Gleichzeitig stellte er die Frage, ob diese Schlote nicht zu einem älteren Vulkanismus zu rechnen wären.

Nach eigenen Beobachtungen wurden zwischen Basaltschloten Altersunterschiede mit Hilfe ihres Verwitterungsgrades und ihrer Lage festgestellt. Diese Frage wird nochmals in Kap. 3.2.4 aufgegriffen.

3.2.4 Gänge

ROLAND (1973) beschrieb in seiner Arbeit zwei unterschiedlich gelagerte Gangtypen – konkordante (Sills) und diskordante Gänge.

In dem bearbeiteten Gebiet kommen nur diskordante Gänge vor, und zwar in geringer Zahl. Die Gänge befinden sich im S und SE von Zoui, bis auf zwei kürzere Gänge (ca. 700 m Länge), die eine WE-streichende Richtung aufweisen und im NE des Arbeitsgebietes auftreten.

Der längste Gang, der sich über ca. 5 km südlich des Enneri Bardagué-Zoumri erstreckt, wurde schon von ROLAND (1973) untersucht und als Basaltgang beschrieben. Dieser Gang verläuft winkelig mit wechselnden Richtungen von W nach E, N nach S, SW nach NE und NW nach SW. Im Klufnetz treten gleiche Richtungen auf. Dadurch deutet sich ein Zusammenhang der Tektonik mit dem Bau dieses Ganges an. Etwa 0,5 km östlich dieses Ganges erstreckt sich ein weiterer (ca. 700 m langer) Gang in W-E-Richtung, was möglicherweise eine Verlängerung des oben beschriebenen langen Ganges in westlicher Richtung sein könnte. Dieser und ein anderer Gang (südlich von Zoui) lassen im Luftbild Apophysen erkennen.

Die von ROLAND (1973) beschriebenen Gänge folgen nach seiner Meinung der von KLITZSCH (1970) postulierten silur-devonischen Dehnungsrichtung. Eigene Beobachtungen bestätigen diese Angaben. Die Masse der Gänge im eigenen Arbeitsgebiet, sowie im parallel von SALAHCHOURIAN bearbeiteten, im N anschließenden Areal und in dem von ROLAND bearbeiteten Gebiet wurden im Quatre-Roches-Sandstein auskartiert. Gelegentlich durchschlagen die Gänge noch den Tabiriou-Sandstein, wogegen sie nicht mehr im Eli-Yé-Sandstein anzutreffen sind. Gleiches ist bei den stark erodierten, isoliert stehenden Schloten zu beobachten (s. Kap. 3.2.3). Eine Altersbestimmung der Ganggesteine wurde durch D. JÄKEL veranlaßt (vgl. S. 133 bis 142).

Das Erkennen und Auskartieren der diskordanten Gänge im Luftbild wurde durch ihre fast vertikale Lagerung erleichtert. Neben dem dunklen Grauton zeichnen sich die Gänge durch die sie wulstartig begleitenden kontaktmetamorphenen Ränder aus.

3.3 Die Lockersedimente

Die durch die Verwitterung entstandenen Lockergesteine der Sandschwemmebenen, Schwemmfächer, Flugsandflächen und Enneris, die eine ziemlich große Fläche des Arbeitsgebietes bedecken, wurde an Hand der Luftbilder von Festgesteinen abgegrenzt und auskartiert, jedoch nicht weiter voneinander unterschieden. Die Trennung der Sedimente von den Sedimentiten wurde durch das Fehlen der Vegetation erleichtert. Die Lockersedimente zeigten im allgemeinen einen helleren Grauton und eine andere Oberflächenstruktur als ihre Umgebung.

Hangschutt mit zahlreichen Erosionsrinnen wurde besonders an der großen NNE-SSW-streichenden Störung, die den Westrand der Flugplatzebene bildet, am Fuß des regionalmetamorphen Schiefers beobachtet und ausgeschieden. Außerdem wurde das Hangschuttmaterial an den Steilwänden der Sandsteine und im Bereich von Basaltdecken auskartiert.

Die Terrassen und ihre Chronologie wurden im Arbeitsgebiet weitgehend von JÄKEL (1967, 1971) und MOLLE (1969, 1971) untersucht und beschrieben. Die Terrassen erscheinen im Luftbild dunkler als die anderen Lockergesteine, was durch Wüstenlackbildung zu erklären ist (JÄKEL, 1971). Eine Differenzierung zwischen Terrassen und den übrigen Sedimenten wurde hier nicht durchgeführt.

3.4 Tektonik

Die Photogeologie wird schon seit Jahren zur Analyse des tektonischen Baues eines Gebietes von verschiedenen Autoren herangezogen. So sprachen z. B. GERARDS (1962) und STOCK (1972) von dem Erkennen von Falten durch räumliche Betrachtung von Luftbildern. HELMCKE (1970) schreibt über die Möglichkeit der Luftbildanalyse zur Auffindung und Auflösung komplizierter großräumiger Faltenstrukturen mit steilen Achsen, die im Gelände schwer zu erfassen sind. Über die Auswertung von bruchtektonischen Strukturen und schneller Analyse von Klufnetzen sowie deren Wirtschaftlichkeit befaßten sich Arbeiten von BODECHTEL & SCHERREIKS (1968), HAGEN (1952), HELBING (1938), HOLZER (1964), KRONBERG (1969), LATTMANN & NICKELSEN (1958), LIST (1968, 1969), MARCHESINI et al. (1962) und ROLAND (1973). Neben den Vorteilen der photogeologischen Auswertung sind natürlich auch geringe Nachteile zu nennen – z. B. schreibt LIST (1968) von Einschränkungen der allgemeinen Anwendbarkeit der auf photogeologischem Weg erhaltenen

Kluftanalyse bei Klüften mit flachem Einfallen. Außerdem kann bei Fehlen von Leithorizonten der oft nur geringe Versatz an Störungen im Luftbild kaum beobachtet werden.

Zum Erkennen und Kartieren der tektonischen Strukturen in dem bearbeiteten Gebiet wurden an erster Stelle Kriterien wie Morphologie, Grafton und Flußnetzentwicklung angewendet. Hier ist nochmals zu erwähnen, daß die großflächigen Basaltdecken und die Sandschwemmebenen im Kartengebiet die Identifizierung der tektonischen Strukturen teilweise erschwert oder gar unmöglich gemacht haben (s. NW-Teil der tektonischen Karte, Abb. 18).

KLITZSCH (1970) unterscheidet in der tektonischen Entwicklung der Zentral-Sahara drei Phasen:

1. Die präkambrische Faltung
2. Die altpaläozoische Blockbildung
3. Die mesozoische Blockbildung und den tertiären und quartären Vulkanismus.

3.4.1 Faltenstrukturen

Eine ausführliche photogeologische Untersuchung über die Faltenstrukturen in den metamorphen Schiefen des Tibestien wurde schon von STOCK (1972) durchgeführt.

In den Sandsteinen konnten im Untersuchungsgebiet im Basis-Sandstein und Quatre-Roches-Sandstein keine Faltenstrukturen festgestellt werden. In der Tabiriou- und Eli-Yé-Sandstein-Einheit zeigten sich zumindest einige lokale Verbiegungen, doch konnten diese nicht über größere Flächen hin verfolgt werden. Diese Erscheinungen sind jedoch nur Randerscheinungen der im gesamten Bereich bestimmenden germanotypen Bruchtektonik (ROLAND, 1973).

Tabirirou-Sandstein-Bänke sind an zwei Stellen des Arbeitsgebietes verbogen. Einmal NW von Zoui, wobei die Verbiegung im W von einer NW-SE-streichenden Störung begrenzt wird. Das zweite Gebilde wurde NW des Enneri Tiéboro festgestellt.

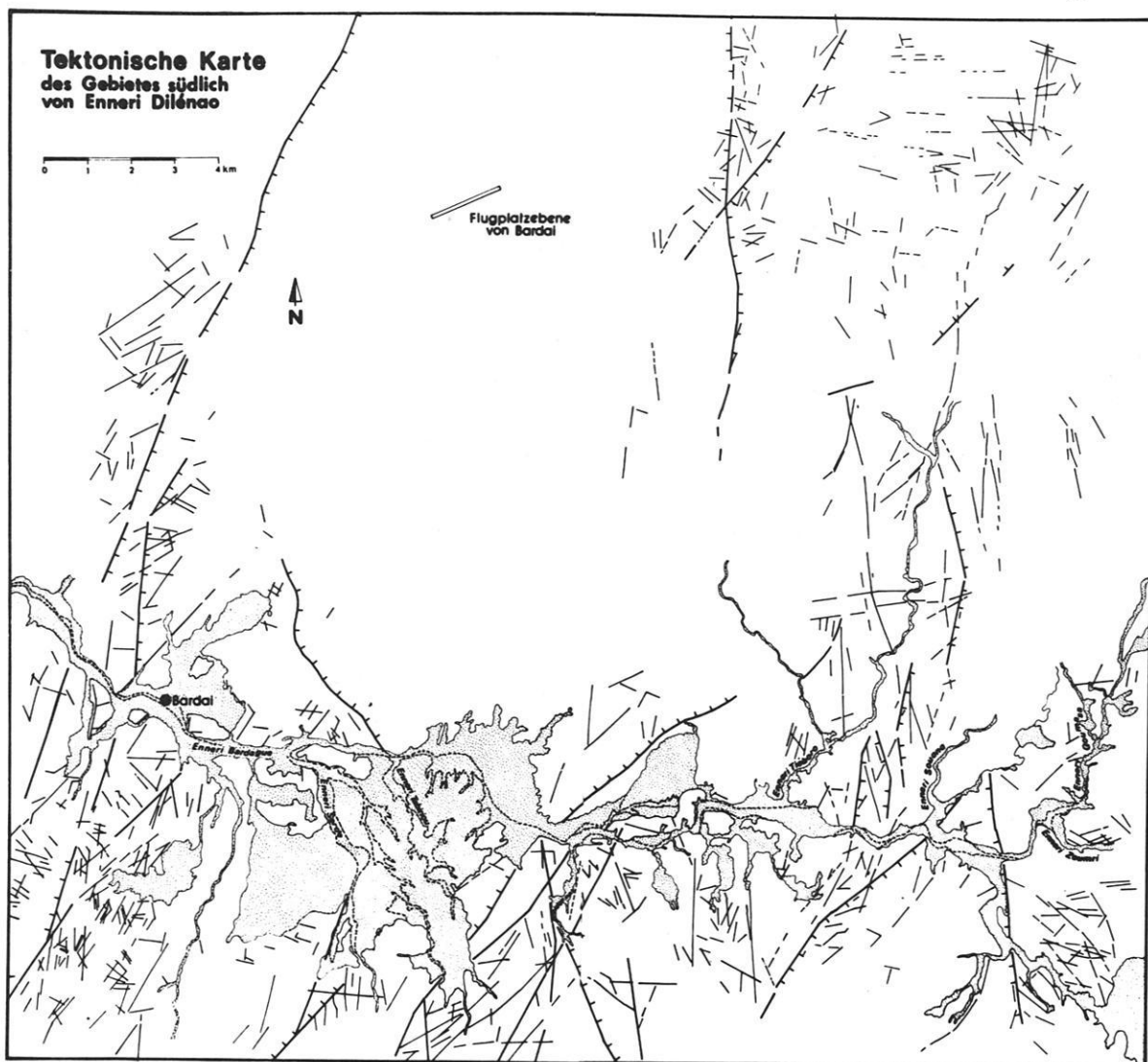


Abb. 18

Im Süden des Oberlaufes des Enneri Dilénao wurde im Eli-Yé-Sandstein eine Falte erkannt und deren S-förmige Schichtköpfe auskartiert (Abb. 21).

Hier handelt es sich vermutlich um eine Falte, die aus einer Mulde und einem Sattel besteht. Die Muldenachse streicht NE-SW und taucht flach nach SW ab. Auffällig ist, daß die Richtung der Mulden- und Sattelachsen hier etwa dieselbe Streichrichtung wie die großen und bekannten 30°- bis 40°-streichenden Photolineationen aufweisen, was im allgemeinen im Tibestien nicht der Fall ist (STOCK, 1972). Der westliche Schenkel der Mulde wird ebenfalls von so einer NE-SW-streichenden Störung abgeschnitten. Die Größe dieser Falte im Sinne von BREDDIN (1968) konnte nicht angegeben werden, da hier nicht zwei Mulden oder Sättel zum Messen ihrer Spannweite zur Verfügung standen.

3.4.2 Bruchstrukturen

Bruchtektonische Strukturen, die einen größeren Versatz haben, lassen sich im Luftbild dann leicht feststellen, wenn durch die Erosion unterschiedliche Gesteinseinheiten zu beiden Seiten der Verstellungsfläche freigelegt wurden (Abb. 17).

Die westlichste und zugleich längste Störung des Kartengebietes ist die von VINCENT (1963) benannte „*Faïlle Lelubre*“. Nach diesem Autor ist diese von der nördlichen Grenze des Tschad über Bardai nach S bis an den Rand des Tibesti-Gebirges zu verfolgen. Die Lelubre-Störung streicht von NE aus dem im N benachbarten Arbeitsgebiet von SALAHCHOURIAN kommend mit einem Bogen nach SW. Hier läßt sie sich etwa 15 km verfolgen und versetzt das Tibestien gegen den nach W einfallenden Tabiriou-Sandstein und bildet den Westrand der Flugplatz-Ebene von Bardai. Östlich dieser Verwerfung verläuft eine etwa 11 km lange N-S-streichende Störung. Diese versetzt im N des Gebietes den Tabiriou-Sandstein gegen den Quatre-Roches-Sandstein. Da hier eine Absenkung der westlichen Scholle erfolgte und bei Lelubre eine Abschiebung der östlichen Scholle stattfand, entstand ein ca. 9 km breiter Graben. In dem Graben steht bis auf einige Reste von Eli-Yé-Sandstein Tabiriou-Sandstein an, von dem jedoch meist nur noch die Schichtköpfe aus den Sanden ragen.

Das Einfallen des Tabiriou-Sandsteins nach W und die Erhaltung von Resten des Eli-Yé-Sandsteins nur in der westlichen Grabenzone belegen eine Verkipfung der Scholle nach W, die wohl durch eine stärkere Absenkung der Grabensohle an der westlichen Randstörung verursacht wurde (Abb. 19, Profil A-B).

Weiter südlich kreuzt die N-streichende östliche Grabenrandstörung eine NE-SW-verlaufende Verwerfung, wobei kein gegenseitiger Versatz zu erkennen ist. Südlich dieser Störung grenzt an der N-S-streichenden Störungsfläche Eli-Yé-Sandstein an den Tabiriou-Sandstein. Hier ist die jüngere Einheit gegenüber der älteren abgeschoben. Der durch die sich kreuzenden Störungen ausgeilende Quatre-Roches-Sandstein bildet einen Horst, da er auch an der NE-SW-Verwerfung an dem dort im E anstehenden Eli-Yé-Sandstein aufgeschoben wurde.

Im SE des Gebietes befindet sich ein anderer Horst von ca. 6 km Breite. Dieser ist auch durch zwei NE-SW-streichende Störungen entstanden, an denen der Quatre-Roches-Sandstein gegenüber dem Tabiriou-Sandstein gehoben wurde. In diesem Horst südlich des Enneri Tiéboro befindet sich ein kleiner Graben von ca. 1,5 qkm Größe (Abb. 19). Dieser wurde durch zwei N-S-verlaufende Störungen verursacht, bei denen Tabiriou-Sandstein sowohl am westlichen als auch am östlichen Grabenrand gegenüber dem Quatre-Roches-Sandstein abgesunken ist (Abb. 19, Profil C-D). SSE dieses Gebietes verläuft eine N-S-Verwerfung, an der die Schichten des Tabiriou-Sandsteins der westlichen Scholle gegenüber dem in N ebenfalls von Tabiriou-Sandstein überlagerten Quatre-Roches-Sandstein der östlichen Scholle abgesenkt wurde.

Eine NNW-SSE-streichende Störung hebt am Südrand des Gebietes Basis-Sandstein gegenüber Quatre-Roches-Sandstein. Im E von Bardai wird an einer NW-SE-streichenden Störung Tabiriou-Sandstein im E vom Quatre-Roches-Sandstein im W abgeschoben.

Allgemein kann gesagt werden, daß im bearbeiteten Gebiet während der tektonischen Beanspruchung an den lang durchstreichenden NE-SW-Verwerfungen Schollen z. T. treppenartig auf- oder abgestiegen sind. Die Entstehung solcher Störungen wurde von KLITZSCH (1970) während der Blockbildung der Tibesti-Syrte-Schwelle an der Wende Jura-Kreide postuliert.

3.4.2.1 Photolineationen

In der photogeologischen Literatur wird der Oberbegriff „Photolineation“ als eine allgemeine Definition verwendet. KRONBERG (1967).

Die benutzten Begriffe für die photogeologische und tektonische Karte in der vorliegenden Arbeit werden im Sinne von LIST (1968) verwendet.

Als „Lineamente“ wurden nur die Photolineationen ausgedehnt, die länger als 1 km sind und

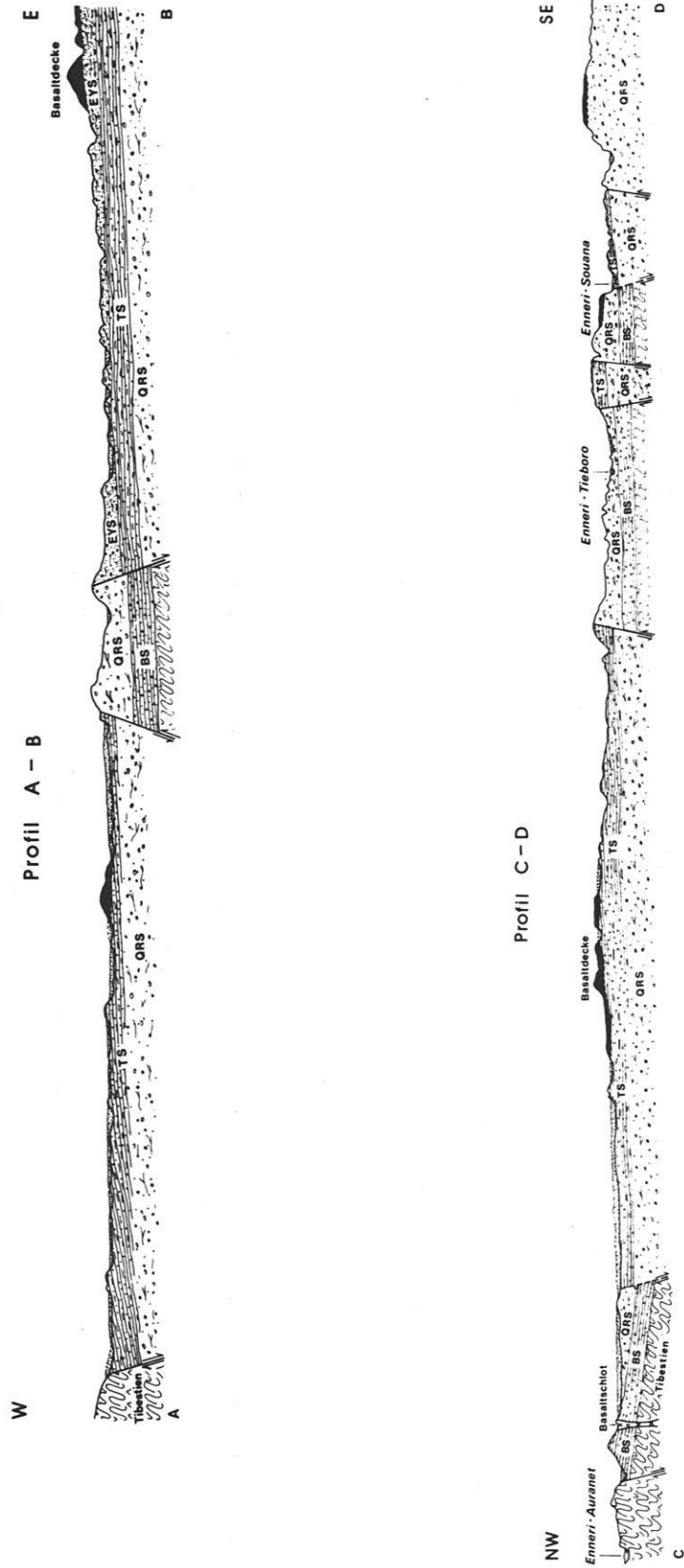


Abb. 19: Schematische Profile durch die Gesteinsserien des Arbeitsgebietes (Luftbildinterpretation).

keinen sichtbaren Versatz zeigen. Im Arbeitsgebiet verlaufen sie meist in NE-SW-Richtung.

Als Klüfte wurden nur Photolineationen, die kleiner als 1 km sind, kartiert.

ROLAND (1973) spricht bei morphologischer Herauspräparierung von Ruschelzonen, Störungsbreuzien und Myloniten, von positiven Photolineationen – diese Begriffe werden auch hier verwendet.

3.4.2.2 Kluftnetz

Bei dieser Arbeit wurde das Kluftnetz, das mit einer unterschiedlichen Dichte in den einzelnen Gesteinseinheiten vorkommt, als ein Kriterium zur Differenzierung dieser verwendet. Daß verschiedene Gesteinseinheiten unterschiedliche Kluftnetzdichte aufweisen, wurde von LIST (1968) durch die Ermittlung des Klüftigkeitsindex (= Anzahl der Klüfte pro 1 qkm) im kalkalpinen Bereich festgestellt. Diese Methode wurde von STOCK (1972) und später von ROLAND (1973) für einzelne Gesteinseinheiten des Tibesti-Gebirges angewendet. Dabei wurde von ROLAND (1973) die Einschränkung gemacht, daß der errechnete Klüftigkeitsindex nicht von einem Bearbeiter auf den anderen übertragen werden könne.

Im Arbeitsgebiet wurden für die einzelnen Serien keine Klüftigkeitsindexe errechnet, da für die Differenzierung der Gesteinseinheiten die Kluftdichte nur qualitativ verwendet werden sollte. Dies wurde schon bei der Beschreibung der einzelnen Gesteinseinheiten besprochen.

3.4.2.3 Deutung der Bruchstrukturen

Abgesehen von der Problematik der Richtungsmessung von Photolineationen bei geeigneten Geländeoberflächen, was im Arbeitsgebiet kaum der Fall ist (die Hangneigungen übersteigen selten 30° und bleiben daher die Winkelabweichungen, die durch den Schnitteffekt zwischen Hang und Photolineation entstehen, unter 10°) – kann man eine Kluftanalyse mit Hilfe einer photogeologischen Karte vornehmen (LIST, 1968). Mit ausführlichen Vergleichsuntersuchungen wies außerdem RENNERT (1968) nach, daß eine von verschiedenen Bearbeitern durchgeführte Analyse der Klufttrichtungsverteilung gleiche Ergebnisse erbringen kann, was dagegen bei einer Analyse der Kluftdichte weniger der Fall ist.

Deshalb wurde in dieser Arbeit eine Analyse der Azimutverteilung der Photolineationen durchgeführt.

Für die Untersuchung wurden im Arbeitsgebiet insgesamt 2 117 Photolineationen, die eine Gesamtlänge von 696 km haben, eingemessen.

Die Darstellung der Richtungsverteilung erfolgt hier durch Histogramme (Abb. 20), wobei die addierte absolute Länge in mm mit dem prozentualen Anteil pro Azimut ermittelt wird. Die Spannrahmen der Histogramme betragen 180° und die Spannweite der Größenklassen schließen je 5° ein. Die Grenzziehung zwischen den Größenklassen erfolgte zwischen ganzen Gradzahlen, da eine genauere Messung nicht sinnvoll wäre. So erfaßte z. B. die 20°-Spalte alle Messungen zwischen 18° und 22°, die 25°-Spalte alle zwischen 23° und 27° usw. Im Basis-Sandstein zeigt das Histogramm ein ausgeprägtes Maximum bei 35° und 45°, ein etwas schwächeres bei 20° und 95°. Gegenüber dem letzteren beobachtet man eine größere Streuung der Photolineation im Quatre-Roches-Sandstein, was die gute Klüftigkeit dieser Einheit belegt. Nicht so ausgeprägte Maxima zeigen sich hier bei 30° bis 50°, und 100° bis 120° und 180°. Im Gegensatz zu den beiden erstgenannten sieht man eine gute Übereinstimmung beim Tabiriou- und Eli-Yé-Sandstein. Ein ausgeprägtes Maximum liegt hier für beide Serien zwischen 170° bis 15°. Außerdem zeigt der Tabiriou-Sandstein noch ein zweites Maximum bei 55°, was durch hier vorkommende große Lineamente verursacht wird.

Auffallend sind im Eli-Yé-Sandstein EW-streichende Klüfte, die sich im Histogramm mit einem Maximum bei 95° bemerkbar machen.

Das nur randlich im Arbeitsgebiet vorkommende Tibestien lieferte wegen seiner geringen Ausdehnung nur wenige Messungen von Photolineationen. Im Histogramm zeigten sich Maxima bei 65°, 55°, 35° und schwächere bei 20° und 180°.

Um die Richtungsverteilung der größeren Störungen mit Versatz besser zu verdeutlichen, wurde auch von diesen ein Histogramm angefertigt. Hier liegen das höchste Maximum bei 35° und 10° – etwas schwächere zeigen sich bei 180° und 170°.

Dargestellt wurde außerdem die Azimutverteilung der gesamten Photolineationen des Kartengebietes in einem Histogramm. Hier waren ausgeprägte Maxima bei 180°, 10°, 40° und untergeordnetere zwischen 50° und 55°.

Um die Datenmenge für einen Richtungsvergleich der Photolineationen mit dem „wrench fault system“ von MOODY & HILL (1956) zu erhöhen, wurden die Meßwerte aus dem im N benachbarten Arbeitsgebiet von SALAHCHOURIAN mit den Ergebnissen dieser Arbeit in einem Histogramm zusammengefaßt (Abb. 12).

Das Ergebnis läßt den Schluß zu, daß das Kluftsystem des Arbeitsgebietes mit der Horizontalbewegung an den großen Lineamenten in genetischem Zusammenhang steht.

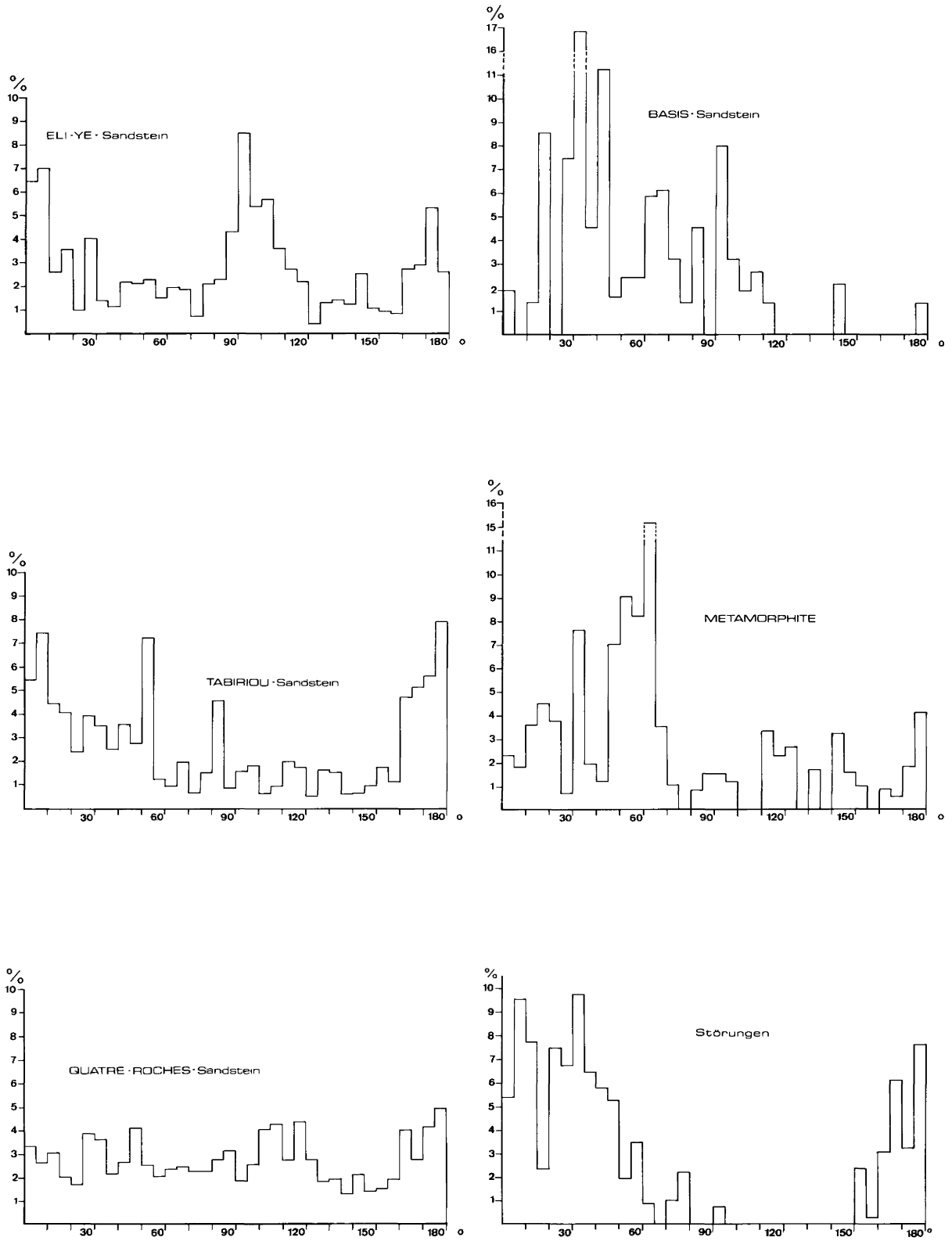


Abb. 20: Histogramme zur Richtungsverteilung der Photolineationen (Luftbilddauswertung 1:50 000).

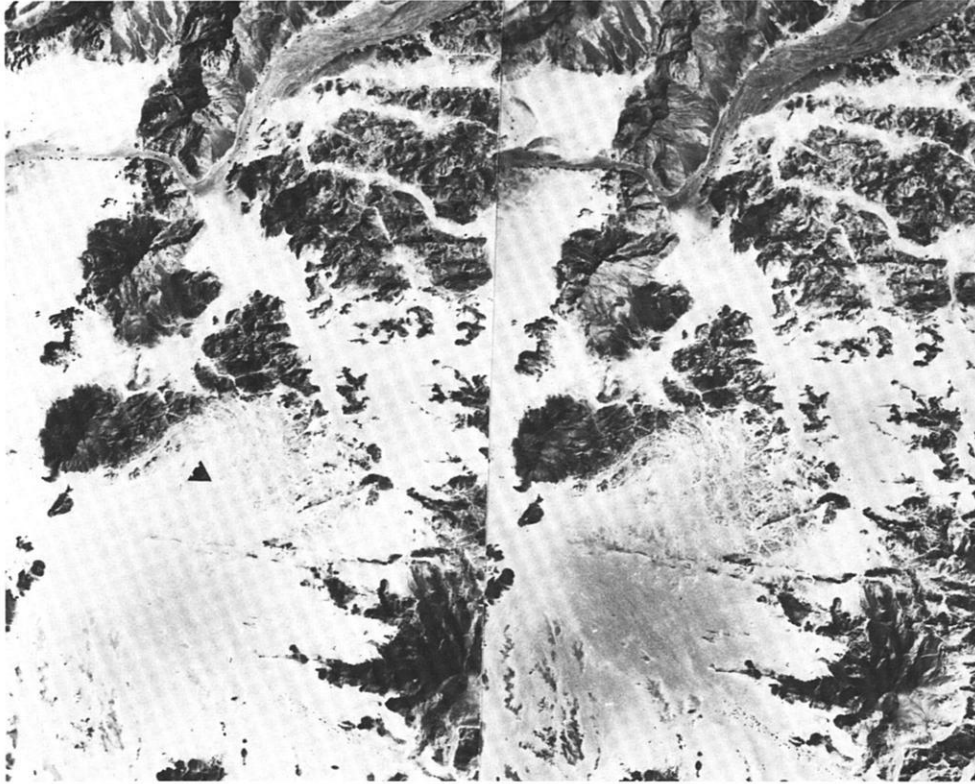


Abb. 21: Ausschnitt aus dem Stereomodell Nr. 036/037. Oberer Bildrand = Norden. Das Stereomodell zeigt eine Falte im Eli-Yé-Sandstein, deren Muldenachse flach nach SW abtaucht.

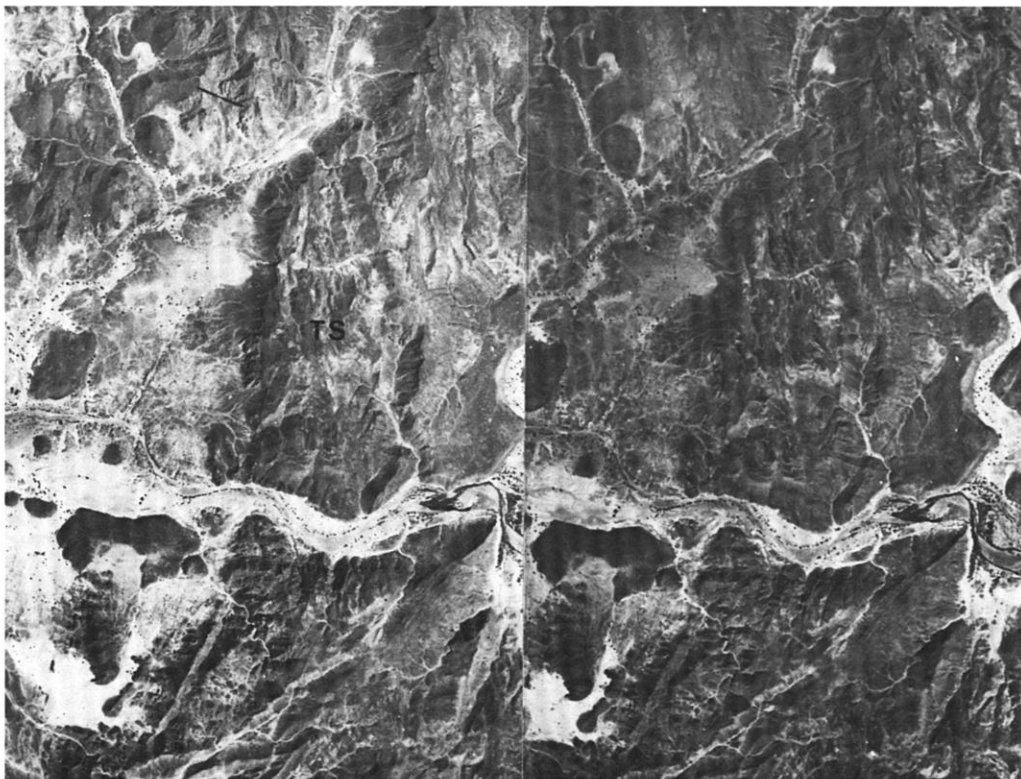


Abb. 22: Ausschnitt aus dem Stereomodell Nr. 099/100. Oberer Bildrand = Norden. Mit Tabiriou-Sandstein gefüllter Graben, der von zwei N-S-streichenden Störungen gegen den Quatre-Roches-Sandstein begrenzt wird.

4. Zusammenfassung

In der Arbeit kann gezeigt werden, daß es möglich ist, eine photogeologische Karte eines ariden Gebietes zu erstellen und dessen strukturellen Bau zu klären, wenn genügend Vorinformationen (besonders Geländebefunde) über ein gleichartiges Gebiet im gleichen Großbereich vorliegen. Es ist also nicht unbedingt erforderlich, eine eigene Geländekontrolle durchzuführen.

Neben den regionalmetamorphen Schiefen (Tibestien) wurden vor allem die Sandsteine und Vulkanite des Arbeitsgebietes photogeologisch untersucht.

Die Sandsteine konnten in folgende vier Einheiten untergliedert werden:

Hgd.	Eli-Yé-Sandstein (EYS)	Post-Permokarbon
	Tabiriou-Sandstein (TS)	Permokarbon
	Quatre-Roches-Sandstein (QRS)	
Lgd.	Basis-Sandstein (BS)	Prä-Permokarbon

Die vulkanischen Bauformen und deren Gesteine wurden in Extrusivkuppen, Basaltdecken, Basaltschlote und Gänge unterschieden.

Bei den tektonischen Untersuchungen, die über-

wiegend Bruchtektonik nachweisen, konnten mehrere Gräben und Horste ermittelt werden.

Die Maxima der gemessenen Richtungen der Photolineationen dieses Arbeitsgebietes zeigen eine gute Übereinstimmung mit den theoretischen Werten des „wrench fault system“ von MOODY & HILL (1956).

Die Auswertung vom Satellitenbild dieser Region, speziell des Arbeitsgebietes, zeigt, daß großräumige Strukturen erst hier erkannt werden und die Deutung des strukturellen Baus des Gebietes erleichtern.

Andererseits ermöglicht die Kenntnis der Ergebnisse von Luftbilddauswertungen eine detailliertere Interpretation, vor allem der Lithologie im Satellitenbild.

Abschließend ist zu sagen, daß sich Luftbild- und Satellitenbild-Auswertung nicht gegenseitig ersetzen, sondern ergänzen und durch ihre Kombination miteinander neue Daten zur Klärung geologischer Sachverhalte erbringen.

Summary

The present study shows that, given adequate preliminary information (especially field finds) about a similar area in the same region, it is possible to make a photogeologic map of an arid area and to determine the area's structure. A personal survey of the area is not absolutely necessary.

Photogeologic studies were made of regional-metamorphic schists (Tibestien), sandstones, and volcanic rocks in the study area.

The sandstones were subdivided into the following four units:

Overlying	Eli-Yé sandstone (EYS)	Post-Permocarboniferous
	Tabiriou sandstone (TS)	Permocarboniferous
	Quatre-Roches sandstone (QRS)	
Underlying	Base Sandstone (BS)	Pre-Permocarboniferous

The volcanic forms and their respective rocks were classified into extrusive knolls, basalt sheets, basalt pipes, and dikes.

Tectonic studies showed that fracture tectonics predominated. Several trench faults and horsts were found.

The maximum measured strikes of photolineations in the study area fit in well with the theoretical values in MOODY & HILL's (1956) "wrench fault system".

The evaluation of the satellite photo of this region, and of the study area in particular, shows that large-scale structures are scarcely recognizable except by this method and that they facilitate the interpretation of the structure of the area.

On the other hand, information from evaluated air photos makes more detailed interpretation possible, especially of the lithology in satellite photos.

Finally, it should be said that air and satellite photo evaluations are not alternatives but complement each other and, when combined, provide new data to elucidate geological questions.

Résumé

Cette étude montre qu'il est possible d'établir la carte photogéologique d'une région aride et d'en dégager sa structure, si on dispose d'informations préalables suffisantes (résultats de recherche sur le terrain) sur une autre région qui se trouve dans la même zone. Il n'est pas absolument nécessaire d'effectuer un contrôle sur le terrain.

On a étudié, à l'aide de la photogéologie, des schistes du métamorphisme régional (Tibestien) et surtout les grès et les vulcanites de la région de recherche.

On peut déterminer quatre unités dans les grès:

roche de toit

Grès Eli-Yé (EYS)

Grès Tabiriou (TS)

Grès Quatre-Roches (QRS)

base

Grès de base (BS)

Post-Permocarbonifère

Permocarbonifère

Pré-Permocarbonifère

On distingue parmi les structures volcaniques et leurs roches des dômes extrusifs, couvertures de basalte, cheminées de basaltes et dykes.

Les recherches tectoniques qui montrent principalement de la tectonique de rupture mettent en évidence plusieurs horsts et fossées d'effondrement.

Les maximums des directions mesurées par la photolinéation dans la région de recherche sont tout à fait conforme avec les valeurs théoriques du «wrench fault system» de MOODY et HILL (1956). L'interprétation de la photo de cette région prise par satellite, et surtout de la région de recherche montre que des structures de grande étendue ne peuvent être autrement mises à jour et que l'interprétation de la structure de la région est facilitée. D'autre part, l'interprétation de photos aériennes rend possible une interprétation détaillée surtout de la lithologie des photos de satellite.

En conclusion, on peut dire que l'interprétation de photos aériennes et l'interprétation de photos de satellite ne sont pas échangeables, mais elles se complètent et, par la combinaison des deux, on obtient de nouvelles données pour éclaircir des faits géologiques.

7. Literaturverzeichnis

- BÄHR, H.-P. & SCHUR, W. (1974): Versuche zur Ermittlung der geometrischen Genauigkeit von ERTS-Multispektral-Bildern. – *Bul.* 42, 22-24. Hannover
- BANDAT, F. v. (1962): *Aerogeology*. – 350 S. Houston (Gulf)
- BANNERT, D. (1969): Geologie auf Satellitenbildern. – *Naturw. Rundsch.*, 22, 517-524
- BIGELOW, G. F. (1963): Photographic interpretation keys – a reappraisal. – *Photogramm. Eng.*, 29, 6, 1042-1051. Menasha
- BODECHTEL, J., & SCHERREIKS, R. (1968): The tectonical aerial interpretation of the Lorea-Group in the eastern Lechtaler Alps, Austria. – *ITC Publ.*, B 49, 30 S. Delft
- BREDDIN, H. (1968): *Quantitative Tektonik*, 2. Teil, III. Faltung. – *Geol. Mitt.*, 7, 333-436. Aachen
- CARTER, L. D., & STONE, R. O. (1974): Interpretation of orbital photographs. – *Phm. Eng.*, 40, 193-197. Menasha
- COLVOCORESSES, A. P. (1972): Image resolution for ERTS, SKYLAB and GEMINI/APOLLO. – *Ph. Eng.*, 38, 33-35. Menasha
- COLVOCORESSES, S. P., & McEWEN, R. B. (1973): EROS cartographic progress. – *Phm. Eng.*, 39, 1303-1309. Menasha
- DALLONI, M. (1934): *Mission au Tibesti (1930-1931)*. – *Acad. Sci. Inst. France Mem.*, 61, 369 S. Paris
- DESIO, A. (1939): *Le nostre conoscenze geologiche sulla Libia sino al 1938*. – *Annali del Museo Libico di Storia Naturale*, 1, 13-54. Tripoli
- ERGENZINGER, P. (1966): Road log Bardai – Trou au Natron (Tibesti). – In: WILLIAMS, J. J. & KLITZSCH, E. (ed.): *South-Central Libya and Northern Chad*, S. 89-94. Tripoli (Petroleum Exploration Society of Libya)
- FISCHER, W. A. (1962): Color aerial photography in geologic investigations. – *Photogramm. Eng.*, 28, 1, 133-139. Menasha
- FROST, R. E. (1952): Discussion of photo recognition, analysis, and interpretation and photo keys. – *Photogramm. Eng.*, 18, 3, 502-505. Menasha
- FÜCHTBAUER, H., & MÜLLER, G. (1970): *Sedimente und Sedimentgesteine*. – 726 S. Stuttgart (Schweizerbart)
- GERARDS, J. F. (1962): Analyse photogéologique des structures plissées pré-cambriennes du Bas-Congo. – *Internat. Arch. Photogramm.*, 14 (Transact. Sympos. Photo Interpretation), 107-114. Delft (Waltman)
- GEZE, B. (1958): *Reconnaissance volcanologique du Tibesti*. – *Bull. Dir. Mines et Géol. de l'A. E. F.*, 8, 119-125. Brazzaville
- GHOSE, B., PANDEY, S., SINGH, S., & LAL, G. (1967): Quantitative geomorphology of the drainage basins in the Central Luni Basin in Western Rajasthan. – *Z. Geomorph.*, N. F., 11, 2, 146 bis 160. Berlin
- GROVE, A. T. (1960): *Geomorphology of the Tibesti Region with special reference to Western Tibesti*. – *Geogr. J.*, 126, 1, 18-27. London
- GÜNTHER, R. (1972): *Remote Sensing in der Geologie. Möglichkeiten und Probleme der Erderkundung mit Hilfe von Flugzeugen und Satelliten*. – BMBW-FBW 72-28. Clausthal
- HAGEN, T. (1952): *Das westliche Säntisgebirge photogeologisch gesehen und bearbeitet*. – *Mitt. geodät. Inst. ETH Zürich*, 6, 48 S. Zürich
- HECHT, F., FÜRST, M., & KLITZSCH, E. (1963): *Zur Geologie von Libyen*. – *Geol. Rdsch.*, 53, 2, 413-470. Stuttgart
- HECKENDORFF, W. D. (1972): *Zum Klima des Tibesti-Gebirges*. – *Berliner Geogr. Abh.*, 16, 123-141. Berlin
- HELBING, R. (1938): *Die Anwendung der Photogrammetrie Kartierungen*. – *Beitr. geol. Karte Schweiz*, 76, 1-67. Bern
- HELMCKE, D. (1970): *Erfassung steilachsiger Faltenstrukturen aus dem Luftbild am Beispiel der östlichen Klostertaler Alpen (Vorarlberg)*. – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 1970, 9, 527-542. Stuttgart
- HOLZER, H. (1964): *Geologische Luftbildinterpretation: Zur photogeologischen Karte des Dachsteinplateaus*. – *Jb. geol. Bundesanst.*, 107, 1 1-9. Wien
- HORTON, R. E. (1932): *Drainage basin characteristics*. – *Amer. geophys. Union trans.*, 13, 350-361. Washington
- HORTON, R. E. (1945): *Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology*. – *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 56, 1, 275-370. Baltimore
- JÄKEL, D. (1967): *Vorläufiger Bericht über Untersuchungen fluviatiler Terrassen im Tibesti-Gebirge*. – *Berliner Geogr. Abh.*, 5, 39-49. Berlin
- JÄKEL, D. (1971): *Erosion und Akkumulation im Enneri Bardagué-Arayé des Tibesti-Gebirges (zentrale Sahara) während des Pleistozäns und Holozäns*. – *Berliner Geogr. Abh.*, 10, 52 S. Berlin
- KAISER, K. (1972): *Der känozoische Vulkanismus im Tibesti-Gebirge*. – *Berliner Geogr. Abh.*, 16, S. 9-33. Berlin
- KLITZSCH, E. (1965): *Zur regionalgeologischen Position des Tibesti-Massivs*. – *Max-Richter-Festschr.*, 111-125. Clausthal-Zellerfeld
- KLITZSCH, E. (1966): *Comments on the geology of the central parts of Southern Libya and Northern Chad*. – In: WILLIAMS, J. J. & KLITZSCH, E. (ed.): *South-Central Libya and Northern Chad*, 89-94. Tripoli (Petroleum Exploration Society of Libya)
- KLITZSCH, E. (1970): *Die Strukturgeschichte der Zentralsahara*. – *Geol. Rdsch.*, 59, 2, 459-527. Stuttgart
- KRATKY, V. (1974): *Cartographic accuracy of ERTS*. – *Phm. Eng.*, 40, 203-212. Menasha
- KRONBERG, P. (1967): *Photogeologie. Eine Einführung in die geologische Luftbildauswertung*. – *Clausthaler tekt. H.*, 6, 235 S. Clausthal-Zellerfeld
- KRONBERG P. (1969): *Bruchtektonik im Ostpontischen Gebirge (NE-Türkei)*. – *Geol. Rdsch.*, 59, 1, 257-265. Stuttgart
- LACROIX, A., & TILHO, J. (1919): *Les volcans du Tibesti*. – *C. R. Acad. Sci.*, 168, 1237-1243. Paris
- LATTMANN, L. H. (1958): *Technique of mapping geologic fracture traces and lineaments on aerial photographs*. – *Photogramm. Eng.*, 24, 4, 568-676. Menasha
- LATTMANN, L. H., & NICKELSEN, R. P. (1958): *Photogeologic fracture trace mapping in Appalachian Plateau*. – *Amer. Ass. Petrol. Geol. Bull.*, 42, 9, 2238-2245. Menasha
- LELUBRE, M. (1946): *Sur les séries antécambriennes au Tibesti septentrional*. – *C. R. Acad. Sci.*, 223, 4, 429-431. Paris
- LIST, F. K. (1968): *Zur Technik der photogeologischen Auswertung im kalkalpinen Bereich (Heiterwand-Gebiet, östliche Lechtaler Alpen, Tirol)*. – *Geol. Rdsch.*, 58, 1, 196-219. Stuttgart
- LIST, F. K. (1969): *Quantitative Erfassung von Kluftnetz und Entwässerungsnetz aus dem Luftbild*. – *Bildmess. u. Luftbildwes.*, 37, 4, 134-140. Karlsruhe
- LIST, F. K., & HELMCKE, D. (1970): *Photogeologische Untersuchungen über lithologische und tektonische Kontrolle von Entwässerungssystemen im Tibesti-Gebirge (Zentral-Sahara, Tschad)*. – *Bildmess. u. Luftbildwes.*, 38, 5, 273-278. Karlsruhe

- LIST, F. K., & STOCK, P. (1969): Photogeologische Untersuchungen über Bruchtektonik und Entwässerungsnetz im Präkambrium des nördlichen Tibesti-Gebirges, Zentral-Sahara, Tschad. – *Geol. Rdsch.*, 59, 1, 228-256. Stuttgart
- LIST, F. K., HELMCKE, D., & ROLAND, N. W. (1974): Vergleich der geologischen Information aus Satelliten- und Luftbildern sowie Geländeuntersuchungen im Tibesti-Gebirge (Tschad). – *Bildmess. u. Luftbildwes.*, 1974/4, 116-122. Karlsruhe
- LIST, F. K., HELMCKE, D., & ROLAND, N. W. (1974): Geologische Informationen im Satellitenbild und Luftbilderfahrten aus dem Forschungsprojekt Tibesti-Gebirge (NASA LANDSAT-1 SR - 349). Berlin (im Druck)
- LIST, F. K., HELMCKE, D., ROLAND, N. W., MEISSNER, B., SALAHCHOURIAN, M., & TEHRANI, R. (1975): Geologische Interpretation des Tibesti-Gebirges nach Aufnahmen von LANDSAT-1 (République du Tchad). – *Geol. Kte.* 1:1 Mill. Berlin (im Druck)
- MARCHESINI, E., PISTOLESI, A., & BOLOGNINI, M. (1962): Fracture patterns of the natural steam area of Larderello, Italy, from airphotographs. – *Internat. Arch. Photogramm.*, 14 (Transact. Sympos. Photo Interpretation), 524-532. Delft (Waltman)
- MEISSNER, B. (1975): Sedimentationsgeschichte und strukturelle Entwicklung des Neogenbeckens von Mytilinii-Samos/Griechenland. – Unveröff. Dipl.-Arbeit, Inst. Allgem. u. Histor. Geol., FU Berlin, 108 S. Berlin
- MESSERLI, B. (1970): Tibesti – zentrale Sahara. Möglichkeiten und Grenzen einer Satellitenbild-Interpretation. – *Jahresber. Geogr. Ges. Bern*, 49, Jg. 1967-69. Bern
- MOLLE, H. G. (1969): Terrassenuntersuchungen im Gebiet des Enneri Zoumri (Tibesti-Gebirge). – *Berliner Geogr. Abh.*, 8, 23-31. Berlin
- MOLLE, H. G. (1971): Gliederung und Aufbau fluviatiler Terrassenakkumulationen im Gebiet des Enneri Zoumri (Tibesti-Gebirge). – *Berliner Geogr. Abh.*, 13, 53 S. Berlin
- MONOD, Th. (1949): Reconnaissance du Dahone. – *Mission scientifique du Fezzan*, 6, II. Teil, Inst. Rech. Sahar. Alger
- MOODY, J. D., & HILL, M. J. (1956): Wrench-fault tectonics. – *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 67, 9, 1207-1246. Baltimore
- MORISAWA, M. E.: Quantitative geomorphology of some watersheds in the Appalachian plateau. – *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 73, 9, 1025-1046. Burlington
- MORRISON, A., & CHOWN, M. C. (1965): Photographs of the Western Sahara from the Mercury MA-4 satellite. – *Photogramm. Eng.*, 31, 2, 350-362. Menasha
- NACHTIGAL, G. (1889): Sahara und Sudan. Ergebnisse sechsjähriger Reisen in Afrika. – 3 Bde., 748, 790 und 548 S. Leipzig
- PESCE, A. (1968): Gemini space photographs of Libya and Tibesti, a geological and geographical analysis. – Tripoli (Petroleum Exploration Society of Libya)
- POHLMANN, J. (1971): Photogeologische und tektonische Untersuchungen im Rofan-Gebirge, Tirol/Österreich. – Unveröff. Dipl.-Arbeit, Inst. Angew. Geologie, FU Berlin, 91 S. Berlin
- RENNER, J. G. A. (1968): The structural significance of lineaments in the Eastern Monsech Area, Province of Lerida, Spain. – *ITC Publ.*, B 45, 27 S. Delft
- ROLAND, N. W. (1971): Zur Altersfrage des Sandsteins bei Bardai (Tibesti, République du Tchad). – *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, 1971, 8, 496-506. Stuttgart
- ROLAND, N. W. (1973): Die Anwendung der Photointerpretation zur Lösung stratigraphischer und tektonischer Probleme im Bereich von Bardai und Aozou (Tibesti-Gebirge, Zentral-Sahara). – *Berliner Geogr. Abh.*, 19, 47 S. Berlin
- ROLAND, N. W. (1974): Zur Entstehung der Trou-au-Natron-Caldera (Tibesti-Gebirge, Zentral-Sahara) aus photogeologischer Sicht. – *Geol. Rdsch.*, 63, 2. Stuttgart
- ROSCOE, J. H. (1955): Introduction of photo interpretation keys. – *Photogramm. Eng.*, 21, 5, 703-704. Menasha
- SALAHCHOURIAN, M. H. (1976): Vergleich der geologischen Aussage einer Luftbildauswertung und einer Satellitenbildinterpretation des Gebietes nördlich vom Enneri Dilénao (Tibesti-Gebirge, Zentral-Sahara, Tschad). – Unveröff. Dipl.-Arbeit, Inst. Angew. Geol., FU Berlin, 48 S. Berlin
- SCHMIDT-THOME, P. (1953): Klufftektonische Beobachtungen in den Bayrischen Alpen. – *Geologica Bavarica*, 17, 5-16. München
- SCHNEIDER, K. (1911): Die vulkanischen Erscheinungen der Erde. – Berlin
- SCHUMM, S. A. (1956): Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. – *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 67, 5, 597-646. Baltimore
- SHREVE, R. L. (1966): Statistical law of stream numbers. – *J. Geol.*, 74, 1, 17-37. Chicago
- STOCK, P. (1972): Photogeologische und tektonische Untersuchungen am Nordrand des Tibesti-Gebirges, Zentral-Sahara, Tschad. – *Berliner Geogr. Abh.*, 14, 59 S. Berlin
- STRAHLER, A. N. (1953): Revisions of Horton's quantitative factors in erosional terrain (abstract). – *Amer. Geophys. Union Trans.*, 1953, 2, 345. Washington
- STRAHLER, A. N. (1957): Quantitative analysis of watershed geomorphology. – *Amer. Geophys. Union Trans.*, 38 6, 913-920. Washington
- TEHRANI, R. (1976): Vergleich der geologischen Aussage einer Luftbildauswertung und einer Satellitenbildinterpretation des Gebietes südlich vom Enneri Dilénao (Tibesti-Gebirge, Zentral-Sahara, Tschad). – Unveröff. Dipl.-Arbeit, Lehrst. Angew. Geol., FU Berlin, 55 S. Berlin
- TILHO, J. (1963): The exploration of Tibesti, Erdi, Borkou and Ennedi in 1912-1917. – *Geogr. J.*, 56, 81-99, 161-183, 241-267. London
- VERSTAPPEN, H. Th., & ZUIDAM, R. A. van (1970): Orbital photography and the geosciences – a geomorphological example from the Central Sahara. – *Geoforum*, 2, 33-47. Braunschweig
- VINCENT, P. M. (1963): Les volcans tertiaires et quaternaires du Tibesti occidental et central (Sahara du Tchad). – *Mém. Bureau Rech. géol. min.*, 23, 307 S. Paris
- VINCENT, P. M. (1970): The evolution of the Tibesti Volcanic Province, Eastern Sahara. – In: CLIFFORD, T. N. & GASS, I. G. (ed.): *African magmatism and tectonics*, 301-319. Edinburgh (Oliver & Boyd)
- WACRENIER, P. (1958): Notice explicative de la carte géologique provisoire du Borkou-Ennedi-Tibesti au 1:1 000 000. – *Dir. Mines et Géol. de l'A. E. F. Brazzaville*

Anschrift der Autoren:

Dipl.-Geol. Mohammed Hossein Salachourian,
 Dipl.-Geol. Seyd Resa Hadj Mohssen Tehrani,
 Freie Universität Berlin – Institut für Angewandte Geologie –
 Fernerkundung,
 Malteser Straße 74-100 (Haus D), D-1000 Berlin 46

Bemerkungen zur geologischen Alterseinstufung des Tibesti-Vulkanismus und des „Bardai-Sandsteins“ nach Kalium-Argon-Datierungen

von Dieter Jäkel

1. Einleitung

Im Winterhalbjahr 1969/70 entdeckte der Autor in der näheren Umgebung Bardais im Sandstein Fritungshorizonte, die sowohl zum Liegenden als auch zum Hangenden kontaktmetamorphe quarzitierte Sandsteinbänke bis zu 1 m Mächtigkeit aufwiesen. Nach Abwägung aller wahrscheinlichen Deutungsmöglichkeiten kam er zu dem Schluß, daß es sich dabei um Sills handeln müsse, die im Zuge der verschiedenen vulkanischen Aktivitäten entstanden sein konnten. Diese Sills bilden heute in der Cuvette von Bardai Schichtstufenflächen, da sie den darunter liegenden Sandstein infolge höherer geomorphologischer Härte vor der Abtragung schützen. Das Vorkommen von Ganggesteinen, die den Zusammenhang zu einzelnen Sillflächen unmittelbar erkennen ließen, ermöglichte bereits im Gelände eine klare Deutung dieser Flächen als Sills, was sich durch anschließende Laboruntersuchungen entsprechenden Materials bestätigte. Sie wurden von N. W. ROLAND und W. BÜSCH vorgenommen. ROLAND (1973, S. 31), der im Sommerhalbjahr 1970 geologische Felduntersuchungen im Rahmen seiner Doktorarbeit in der Umgebung von Bardai durchführte, warf dann auch die Frage auf, „ob es sich, wie im Falle der völlig erodierten Schlote, um Zeugen eines tertiär-quartären Vulkanismus handeln kann, oder ob nicht eine ältere vulkanische Phase anzunehmen ist“. Die Diskussion dieser Frage kann nun nach Vorliegen einer

Kalium-Argon-Datierung erneut aufgenommen werden. Grundlage dafür war die systematische Beprobung der verschiedenen Basalte und Sills in der Cuvette von Bardai und seiner Randbereiche durch den Autor, von denen 18 Proben zur radiometrischen Altersbestimmung an das Department of Geology and Physics der Dalhousie Universität nach Halifax, Canada, gesandt wurden. 1977 ergaben zwei Analysen Alter von $10,2 \pm 0,5$ Millionen Jahren und 326 ± 6 Millionen Jahren¹, die hier nun interpretiert werden sollen. Leider liegen trotz wiederholter Anfragen und Bitten keine weiteren Ergebnisse vor. Das Probenmaterial wäre insgesamt geeignet, die Altersstellung der verschiedenen vulkanischen Phasen des Tibesti bis zum Quartär hin radiometrisch anzugeben. Mit der Veröffentlichung der seit 1977 bekannten Daten wurde deshalb erwartet, um auf der Basis weiterer Daten zusammen mit ADE-HALL und REYNOLDS eine solche Gesamtinterpretation vornehmen zu können. Damit die von TEHRANI (S. 122) in diesem Heft gegebenen Hinweise zur Frage der Altersstellung der Sills wie ROLAND (1973, S. 30/31) vorher sowie die von BRUSCHEK (Tab. 1, S. 88) vorgelegte zeitliche Einstufung der Sandsteinformationen des Tibesti nicht wieder unbelegt bleiben, werden hier nun aus Anlaß des Abschlusses des gesamten Bardaiprogramms die Ergebnisse publiziert.

2. Zur geologischen Alterseinstufung des Tibesti-Vulkanismus

Erste systematische Aufnahmen zum Tibesti-Vulkanismus wurden von TILHO und LACROIX (1919) vorgenommen. Sie wurden im Rahmen der Mission Dalloni 1930/31 fortgesetzt und nach dem 2. Weltkrieg insbesondere von GEZE (1958), GEZE et al.

(1957, 1959), WACRENIER (1957), VINCENT (1963, 1970), HECHT et al. (1963) und KLITZSCH (1965, 1970) weiterverfolgt.

¹ Prof. Dr. J. M. ADE-HALL und Dr. P. H. Reynolds bin ich für die Durchführung der Analysen zu Dank verpflichtet.

Darauf aufbauend befaßten sich damit im Rahmen der Forschungsprogramme der Außenstelle Bardai BRUSCHEK (1974, 1982), HAGEDORN (1971), KAISER (1972), REESE (1972), REESE et al. (1976) und ROLAND (1973).

VINCENT (1963) stellte die vulkanischen Erscheinungen des Tibesti in das Tertiär und Quartär, die in ihrer postvulkanischen Phase im Scheitelbereich des Gebirges bis zur Gegenwart anhalten, wie in Soboroum und auf dem Gipfel des Pic Toussidé beobachtet werden kann. In seiner „These“ dokumentiert er durch Geländebeobachtungen und petrochemische Analysen eindrucksvoll die Abfolge der verschiedenen basischen und sauren Vulkanite, und legt er eine relative stratigraphische Chronologie vor (VINCENT, 1963, Fig. 12, S. 41). Nach ihm beginnt die Förderung der 1. Basalte des Tibesti (SN 1) im oberen Eozän, post lutetisch (S. 44), also nicht vor 45 Millionen Jahren. Diese Einstufung sowie die von ihm vorgelegte grundsätzliche stratigraphische Abfolge wurde seitdem nicht bestritten, und alle nachfolgenden Autoren übernahmen im Prinzip dieses Schema. VINCENT gelang es 1970 (MALEY et al.) durch Kalium-Argon-Datierungen ermittelte absolute Altersdatierungen vom Material des Pic de la Balise bei den Puits de Tirenno (Tarso Ourari) vorzulegen, die Werte von $8,4 \pm 1,4$ und $7,9 \pm 0,9$ Millionen Jahren aufweisen. Diese Trachy-Phonolithe sollen nach den stratigraphischen Befunden VINCENTS nach den Basalten der SNIC Serie gefördert worden sein, was von KAISER (1972, S. 12) angezweifelt wird. Er führt aus, daß nach seinen Feldbeobachtungen das Probenmaterial in die Stufe der mittleren hellen Serie (SC II) gehöre, auf jeden Fall nach der mittleren dunklen Serie (SN2) einzustufen sei.

Östlich des Ehi Tougountiou liegen nördlich der Oase Zoui mehrere Basaltdecken übereinander (vgl. Fig. 1 und Photo 1 und 2), von denen eine Kalium-Argon-Datierung der obersten Decke einen Alterswert von $10,2 \pm 0,5$ Millionen Jahre ergab. Dabei handelt es sich nach D. REESE (1972, S. 33)

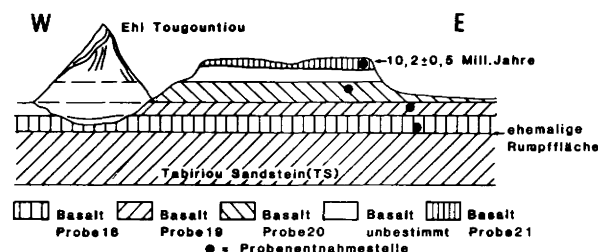


Fig. 1: Schematisches Profil der Basaltabfolge östlich des Ehi Tougountiou (vgl. Photo 1).

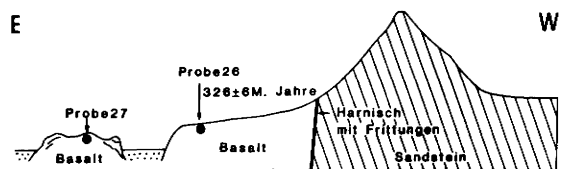


Fig. 2: Schematisches Profil zur Geologischen Situation nördlich Bardai-Teski an den Entnahmestellen der Basaltproben 26 und 27 (vgl. Photos 2 und 5).

um einen „feinkörnigen Basalt mit Fließgefüge und feinkörnigem Olivin als einzigem Einsprengling“. Die beiden untersten Decken im Liegenden des Profils (Probe 18 und 19) bestehen aus „porphyrischen Basalten mit Olivin-Pyroxeen- und Plagioklas-Einsprenglingen und mit Fließgefüge“ (REESE, S. 31), die von „Basalt mit ophitischem Gefüge“ (S. 35) überlagert werden. Ein nicht genauer bestimmter Basalt folgt dann im Hangenden, auf den dann der säulig ausgebildete, altersbestimmte Basalt der Probe 21 lagert. Nach Dünnschliffuntersuchungen (vgl. Tab. 1) sollten diese Basalte der untersten SN1 Serie nach Vincent zugerechnet werden können. Morphologisch entspricht die Lagerung den von Vincent angegebenen Kriterien, so daß sich daraus der Schluß ziehen läßt, daß nach der nun vorliegenden Altersbestimmung die Förderung der Basalte der SN1-Serie etwa vor 10 Millionen Jahren abgeschlossen war.

Ein völlig unerwartetes Alter ergab die Analyse zu Probe 26 mit 326 ± 6 Millionen Jahren. Sie wurde nördlich des Ortsteiles Teski der Oase Bardai von einem Oberflächenbasalt entnommen (vgl. Fig. 2, Photo 2 und 5). Der Kommentar von J. M. ADEHALL vom 16. 12. 1977 lautet dazu: „The age for Sample 26 was checked by $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and was shown to be in the right range. We are very puzzled by this Paleozoic age for a sample supposed to use to belong to a Neogene volcanic series“. D. REESE (1972, S. 36), die von 19 Basaltproben aus der Umgebung von Bardai mineralogische Dünnschliffanalysen durchführte, schreibt: Bei den Proben 26 und 27 handelt es sich um „die einzigen Basalte, die mittelkörnig-gleichkörnig sind. Sie bestehen etwa zur Hälfte aus Plagioklasen. Die andere Hälfte wird zu gleichen Teilen aus Olivin und Klinopyroxeen gebildet. Opales Erz macht nur einige Prozente aus. Gelbliche, grünliche und bräunliche Umwandlungsprodukte – hauptsächlich aus der Zersetzung des Olivins und Plagioklases – und Zeolithe sind ebenfalls mit mehreren Prozenten vertreten ...“ (vgl. auch Tab. 1). Dieser Basalt, besonders der der Probenentnahmestelle 27, unterscheidet sich von allen anderen Basaltvorkommen

aus der Umgebung von Bardai dadurch, daß durch Verwitterungsprozesse Wollsackformen und Grus statt aus sonst plattigen und säuligen Basalten hervorgegangene scharfkantige Detritusprodukte entstehen. Das weist auf einen Subvulkanismus hin, der durch Abtragungsprozesse freigelegt wurde und deshalb heute als Oberflächenbasalt ansteht. Die in Fig. 2 eingetragene Harnischzone mit Fritungen läßt sich um das gesamte Basaltvorkommen im Westen und Norden bis zum Paß zur Flugplatzebene von Bardai (vgl. Karte als Beilage) verfolgen. Es muß sich daher nach den nun vorliegenden Informationen bei diesem Basalt um einen Intrusionskörper handeln, der die Oberfläche nicht erreichte. Damit kann erstmalig belegt werden, daß bereits im Karbon vulkanische Aktivität im Tibesti vorkam, die aber wohl nur zu subvulkanischen Formen führte.

Tabelle 1: Mineralogische Bestandteile der Basalte in der Umgebung von Bardai nach Dünnschliffuntersuchungen in Vol. % nach D. REESE (1972, S. 31, 33, 35 und 36)

Probe	18	19	20	21	26	27
Plagioklas	49,0	52,0	56,0	57,0	47,0	47,0
Klinopyroxen	16,5	19,0	17,0	24,0	20,0	23,0
Olivin	23,0	15,0	21,0	11,0	21,0	22,0
Erz	10,0	11,0	3,5	7,0	4,0	2,5
Biotit	–	–	–	–	0,1	0,2
Apatit	–	–	–	–	0,1	0,1
Zeolithe	–	–	–	–	2,5	0,4
Karbonat	0,2	0,1	–	0,3	–	–
Sek. Min.	1,0	2,5	3,0	–	5,0	4,5
Glas	–	–	–	1,5	–	–
Poren	–	0,3	–	–	0,5	0,3
Summe (Vol.%)	99,7	99,9	100,5	100,8	100,2	100,0

3. Die Entstehung von Sills in der Cuvette von Bardai und ihre zeitliche Stellung

Wie eingangs bereits erwähnt, wurden 1969/70 im „Bardaisandstein“ Sills aufgefunden, die orographisch in unterschiedlichen Höhen liegen und deren Altersstellung unklar war (vgl. ROLAND, 1973, S. 31). Die Mächtigkeit kann bis zu 3 Meter betragen. Ihr Vorkommen wurde wohl besonders deshalb lange nicht entdeckt, weil meist nur noch die kontaktmetamorph umgewandelten quarzitisches Sandsteinbänke im Gelände zu beobachten sind und da, wo das Material eine Oberfläche bildet, „es durch tektonische Beanspruchung kleinsplittrig zerfällt“ (ROLAND, 1973, S. 31) und oft präkambrischem Schiefer ähnlich sieht. – RÖNNESETH (S. 45 in diesem Heft) bezeichnet das Material deshalb auch als Schiefer. – Erst durch gezielte geomorphologische und geologische Untersuchungen konnte Material aus Resten noch eingeschlossener Sillbänke und aus mit Sillflächen unmittelbar in Verbindung stehenden Fördergängen geborgen und analysiert werden (siehe Photos 5, 7, 11).

Der vulkanische Charakter des Materials konnte durch Dünnschliffanalysen an vier Proben nachgewiesen werden². Der Kommentar von W. BÜSCH zu den Proben 28, 31 und 32 lautet:

Probe 28 und 32: „Es handelt sich um vulkanisches Material, das sekundär Veränderungen durch hohen Eisengehalt erfuhr. Ein ehemaliges ophitisches Plagioklasleistengefüge mit teilweisen Fließstrukturen ist erkennbar. Die Plagioklase sind stark zersetzt. Außerdem kommen stark umgewandelte Plagioklaseinsprenglinge und

serpentinisierte Olivineinsprenglinge vor. Die Grundmasse besteht aus Eisenhydroxidmineralien (Limonit, Goethit etc.)

Bei Probe 32 sind ehemalige macrolithische Blasenräume vorhanden, die jetzt vermutlich mit Zeolithen gefüllt sind.“

Zu Probe 31: „Vulkanisches Material der Kontaktfazies eines veränderten Basaltes zum Nebengestein. Ein Fließgefüge ist zu erkennen. Serpentinisierte Olivineinsprenglinge sind vorhanden. Magnetiteinsprenglinge, die jetzt umgewandelt sind, kommen zahlreich vor.“

Zu der aus einem Fördergang stammenden Probe 14 (siehe Photo 11): „Es ist ein Material mit deutlich vulkanischem Fließgefüge ignimbricitartigen Charakters (Schweißschlacke oder Schweißtuff). Der Mineralbestand ist der gleiche wie bei den Handstücken 28 und 32. Ein ehemals hoher Gehalt an Magnetit ist jetzt größtenteils in Brauneisen umgewandelt.“

Die Entstehung dieser Sills kann nun in Zusammenhang mit dem oben erwähnten paläozoischen Subvulkanismus erklärt werden. Das Zentrum der Förderung lag im Bereich der heutigen Oase Bardai und nördlich davon (vgl. Karte als Beilage), von wo aus vor allem am östlichen Rand das Material in die

² Herrn Prof. Dr. W. BÜSCH vom Mineralogischen Institut der Freien Universität Berlin bin ich für die Durchführung der Analysen im Sommer 1970 sehr zu Dank verpflichtet.

Schichtfugen des Sandsteines gepreßt wurde. Vermutlich erfolgten diese Vorgänge in zwei unterschiedlichen Niveaus. Das untere davon befindet sich heute in einer Höhe von etwa 1035 m über Meer und das obere bei ungefähr 1200 m über Meer. Beide sind nach Westen hin zum Förderzentrum hin geneigt. Es gab aber auch einzelne Förderkanäle (mindestens 3), aus denen, unabhängig vom Hauptzentrum, Material in den von ROLAND (1973, S. 18 ff.) sogenannten Quatre-Roches-Sandstein eindrang (vgl. Karte als Beilage, Photos 5, 7 und die Karte 1:50 000 von THERANI im Anhang). Da sich im Niveau des Niedrigwasserbettes des Bardagué-Tales eine aufgeschlossene Silloberfläche befindet (siehe Photo 8), dessen Mächtigkeit nicht bekannt ist, läßt sich vermuten, daß ein zusammenhängender Intrusivkörper bestand und wahrscheinlich auch heute noch unter dem gegenwärtigen Oasenbereich Bardai besteht. Die mineralogische Zusammensetzung des Materials spricht wenigstens dafür, wie aus den Dünnschliffanalysen zu erkennen ist. Das wird auch bei den Proben 26 und 27 deutlich, in denen ebenso Zeolithe und im Vergleich zu den anderen Oberflächenbasalten der Umgebung von Bardai der höchste Anteil Sekundär-Minerale enthalten sind. Es besitzt daher die Annahme hohe Wahrscheinlichkeit, daß die Sills

der Umgebung von Bardai mit dem Alter der Probe 26 identisch sind und ihre Entstehung deshalb in die Zeit des Karbon zu stellen ist.

Von ROLAND (1973, S. 30/31) wird die Frage aufgeworfen, ob die in den Sandsteinen des Tibesti immer wieder vorkommenden Schlote, die keinen direkten Zusammenhang zu Basaltdecken erkennen lassen und vollkommen abgetragen sind – man erkennt sie im Luftbild weitgehend nur noch an den kontaktmetamorph verhärteten Sandsteinummantelungen – nicht Zeugen eines älteren Basaltvulkanismus seien. Die Frage kann nun bejaht werden, wobei zur Zeit nicht geklärt werden kann, ob es im Karbon neben den subvulkanischen Formen auch solche des Oberflächenvulkanismus gegeben hat. Da vor der Förderung des tertiären Vulkanismus die Schiefer und Sandsteine des Tibesti von einer weitgespannten Rumpffläche geprägt wurden, könnten solche Formen auch wieder vollkommen abgetragen worden sein. Ein solcher Basaltschlot wird von TEHRANI ebenso im Quatre-Roches-Sandstein ausgewiesen (vgl. Profil C-D, S. 125 und seine Karte 1:50 000 im Anhang dieses Heftes). Es ist deshalb anzunehmen, daß diese Schlote mit den Sills bei Bardai zeitgleich sind, was aber z. Z. noch nicht genau bewiesen werden kann.

4. Zur geologischen Alterseinstufung des „Bardaisandsteins“

Über die Einstufung des zusammenfassend genannten „Bardaisandsteines“ gibt es recht unterschiedliche Auffassungen, wie ROLAND (1973, S. 18) darlegt. Ihm gelang es, diesen Sandstein-komplex zu untergliedern. Vom Liegenden zum Hangenden unterscheidet er 1. Basissandstein (BS), 2. Quatre-Roches-Sandstein (QRS), 3. Tabiriou-Sandstein (TS) und 4. Eli-Yé-Sandstein (EYS) (vgl. ROLAND, 1973, S. 26 und die Karte 1:50 000 von TEHRANI im Anhang dieses Heftes). Durch Funde von *Pecopteris arborescens* SCHLOTH im Tabiriou-Sandstein (TS) gab er für diese Einheit ein permo-karbones Alter an. Genauer stufte er ihn zwischen Westphal und Ober-Rotliegendem ein (S. 25).

Der Basalt der Probe 26, der mit 326 ± 6 Millionen Jahre Alter bestimmt werden konnte, bildete im Kontakt zum Quatre-Roches-Sandstein (QRS) eine Harnisch- und Frittzungszone, ähnlich den verhärteten Ummantelungen der Schlote (vgl. Fig. 2), was bedeutet, daß er bereits davor ausgebildet gewesen sein muß. Der von TEHRANI im Profil C-D be-

schriebene, erodierte Basaltschlot befindet sich ebenso in der Einheit des Quatre-Roches-Sandstein. Von beiden Autoren wird erwähnt, daß sich solche Schlote auch im Tabiriou-Sandstein (TS) auffinden lassen, jedoch nicht mehr im Eli-Yé-Sandstein (EYS). Werden die Schlote, die Sills bei Bardai und der nun altersbestimmte Basalt nördlich Bardai-Teski als altersgleich angesehen, so muß auch der Tabiriou-Sandstein älter als 320 Millionen Jahre sein, woraus folgt, daß er mindestens ins Unterkarbon einzuordnen ist, wenn nicht sogar Oberdevon.

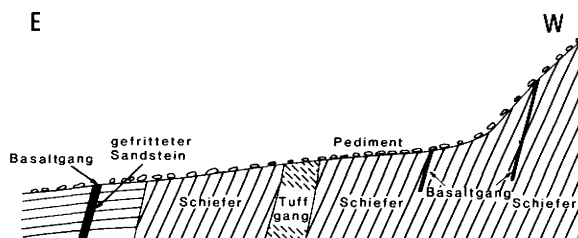


Fig. 3: Schematisches Pedimentprofil am Westrand der Flugplatzebene von Bardai-Zougra westlich des Ehi Goni.

Von ROLAND (1973, S. 25) wird Eli-Yé-Sandstein nach einem Hinweis von D. BUSCHE am Westrand der Flugplatzebene von Bardai erwähnt, der von BUSCHE (1973, Anhang, Karte 1:20 000) und TEHRANI (Karte 1:50 000, Anhang zu diesem Heft) auskartiert wurde.

Unmittelbar westlich des Ehi Goni konnte ein Pedimentprofil (Fig. 3) aufgenommen werden. Es läßt erkennen, daß die Pedimentbildung im klassischen Sinne die unterschiedlichen Gesteine kappt und auch die Verwerfungsgrenze Schiefer-Sandstein dabei keine Rolle spielt. Der flach lagernde Sandstein besitzt aber die typischen Merkmale des Eli-Yé-Sandsteines (EYS), der, im Kontakt zu einem Basaltgang entsprechend der Sills, gefrittet wurde. Diese Verhältnisse könnten ein Hinweis dafür sein,

daß auch der Eli-Yé-Sandstein bereits unterkarbonisches Alter besitzt. Alle Indizien sprechen somit dafür, daß der Gesamtkomplex des „Bardaisandsteines“ im Karbon, spätestens aber im Perm abgeschlossen war.

Die Kontaktzonen der untersuchten Gänge weisen zum Nachbargestein keinen Versatz oder nur geringe Verwerfungen auf. Das bedeutet, daß zum Zeitpunkt des karbonen Vulkanismus die großen Störungen sich bereits vollzogen hatten. Lediglich ein Versatz von mehreren Metern ließ sich an einem Sill (vgl. Photos 5 und 6) feststellen, was zeigt, daß es im Zuge dieser vulkanischen Aktivität auch noch zu geringfügigen lokal begrenzten tektonischen Bewegungen gekommen ist.

5. Zusammenfassung

Während des Winterhalbjahres 1969/70 führte der Autor Geländeuntersuchungen in der Umgebung von Bardai/Tibesti durch. Er fand dabei im Sandstein ausgebildete konkordante Gänge (Sills), die einen prätertiären Vulkanismus im Tibesti belegten. Er nahm deshalb eine systematische Beprobung aller Basaltvorkommen im Untersuchungsgebiet vor.

Durch zwei vorliegende Kalium-Argon-Datierungen von $10,2 \pm 0,5$ Millionen Jahren und 326 ± 6 Millionen Jahren kann nun neben dem tertiären ein älterer karboner Vulkanismus nachgewiesen werden. Dabei wird es sich im wesentlichen um einen Subvulkanismus gehandelt haben, der durch Fördergänge, Sills und Schloten gekennzeichnet war. Es ist aber nicht auszuschließen, daß oberflächliche Vulkanformen durch eine langandauernde und

weitgespannte Rumpfflächenbildung vor dem tertiären Vulkanismus vollkommen abgetragen wurden.

Durch die absolute Altersdatierung des karbonen Vulkanismus läßt sich ebenso eine genauere Alterseinstufung des „Bardaisandsteines“ vornehmen, der von ROLAND (1973, S. 26) in 1. Basis-Sandstein (BS), 2. Quatre-Roches-Sandstein (QRS), 3. Tabiriou-Sandstein (TS) und 4. Eli-Yé-Sandstein (EYS) gegliedert wird. Der Tabiriou-Sandstein (TS) kann nach den nun vorliegenden Indizien ins Unterkarbon, wenn nicht sogar Oberdevon gestellt werden. Der Eli-Yé-Sandstein dürfte spätestens im Perm abgeschlossen gewesen sein. Die großräumigen tektonischen Störungen waren, wie die Lagerungsverhältnisse zeigen, vor 320 Millionen Jahren bereits vollzogen.

Summary

During the winter half-year of 1969/70 the author carried out field work in the area round Bardai/Tibesti. He found concordant dykes (sills) in the sandstone, which are evidence of pre-Tertiary volcanism in Tibesti. He then took systematic samples of all basalts in the study area.

Owing to two potassium-argon dates (10.2 ± 0.5 million years and 326 ± 6 million years) not only a Tertiary but also an older Carboniferous volcanism can be proved. This was in the main a subvolcanism, characterized by dykes, sills and necks. However, the possibility may not be excluded that surface volcanic forms were eroded completely by lengthy

and extensive peneplain formation prior to Tertiary volcanism.

The absolute dating of Carboniferous volcanism also permits a precise dating of the "Bardai sandstone", which ROLAND (1973, S. 26) sub-divided into 1. Base sandstone (BS), 2. Quatre-Roches-Sandstone (QRS), 3. Tabiriou Sandstone (TS) and 4. Eli-Yé-Sandstone (EYS). The evidence now available dates the Tabiriou Sandstone (TS) at Lower Carboniferous, or even Upper Devonian. The Eli-Yé-Sandstone was probably fully formed by the Permian period, at the latest. As stratification shows, the widespread tectonic disturbances were already completed 320 million years ago.

Résumé

Durant l'hiver 1969/70 l'auteur a effectué des travaux sur le terrain dans les environs de Bardai/Tibesti. Il trouva des dykes (sills) concordants dans les grès qui mettent en évidence un volcanisme pré-tertiaire dans le Tibesti. Il procéda alors à un échantillonnage systématique de tous les basaltes de la région étudiée.

Grâce à deux datations au potassium-argon de $10,2 \pm 0,5$ et de 326 ± 6 millions d'années on peut prouver à côté du volcanisme tertiaire un volcanisme plus ancien carbonifère. Il semble s'agir essentiellement d'un subvolcanisme caractérisé par des dykes, des sills et des necks. Mais il n'est pas exclu que des formes volcaniques superficielles aient été érodées complètement par une péné-

planation longue et étendue avant le volcanisme tertiaire.

La datation absolue du volcanisme carbonifère permet également de dater avec plus de précision le «Grès de Bardai» qui a été divisé par ROLAND (1973, p. 26) en 1. Grès de Base (BS), 2. Grès de Quatre-Roches (QRS), 3. Grès de Tabiriou (TS) et 4. Grès d'Eli-Yé (EYS). A l'aide des données disponibles maintenant, le Grès de Tabiriou peut être attribué au Carbonifère inférieur ou même au Devonien supérieur. Le dépôt du Grès d'Eli-Yé devrait s'être terminé au plus tard au Permien. Les déformations tectoniques de grande étendue s'étaient déjà achevées il y a 320 millions d'années comme les relations des roches le montrent.

6. Literaturverzeichnis

- BRUSCHEK, G. J. (1974): Zur Geologie des Tibesti-Gebirges (Zentrale Sahara). – FU Pressedienst Wissenschaft, Nr. 5/74, S. 15-36, Berlin
- BRUSCHEK, G. J. (1982): Zur Geologie des Zentraltibesti: Tarso Musue, Tarso Idri, Tarso Tori, Tarso Voon, Soborom, Tarso Tiri. – Berliner Geogr. Abh., Heft 32, S. 85-98, Berlin
- BUSCHE, D. (1973): Die Entstehung von Pedimenten und ihre Überformung, untersucht an Beispielen aus dem Tibesti-Gebirge, République du Tchad. – Berliner Geogr. Abh., Heft 18, 130 S., Berlin
- DALLONI, M. (1934): Mission au Tibesti (1930-1931). – Acad. Sci. Inst. France Mém., 61, 369 S., Paris
- GEZE, B. (1957): Reconnaissance volcanologique du Tibesti. – Bull. Dir. Mines et Géol. de l'A. E. F., 8, S. 119-125, Brazzaville
- GEZE, B.; HUDELEY, H.; VINCENT, P.; WACRENIER, Ph. (1957): Morphologie et dynamisme des grands volcans du Tibesti (Sahara du Tchad). – C. R. Soc. géol., Fr., S. 117 ff., Paris
- GEZE, B.; HUDELEY, H.; VINCENT, P.; WACRENIER, Ph. (1959): Les volcans du Tibesti (Sahara du Tchad). – Bull. volcanol. ital., 2, 22, S. 135-172, Napoli
- HAGEDORN, H. (1971): Untersuchungen über Relieftypen arider Räume an Beispielen aus dem Tibesti-Gebirge und seiner Umgebung. – Zeitschr. f. Geomorph. N. F., Suppl. Bd. 11, 251 S., Stuttgart-Berlin
- HECHT, F.; FÜRST, M.; KLITZSCH, E. (1963): Zur Geologie von Libyen. – Geol. Rdsch., 53, 2, S. 413-470, Stuttgart
- KAISER, K. (1972): Der känozoische Vulkanismus im Tibesti-Gebirge. – Berliner Geogr. Abh., Heft 16, S. 7-36, Berlin
- KLITZSCH, E. (1965): Zur regionalgeologischen Position des Tibesti-Massivs. – Max-Richter-Festschrift, S. 111-125, Clausthal-Zellerfeld
- KLITZSCH, E. (1970): Die Strukturgeschichte der Zentralsahara. – Geol. Rdsch., 59, 2, S. 459-527, Stuttgart
- MALEY, J.; COHEN, J.; FAURE, H.; ROGNON, P.; VINCENT, P. M. (1970): Quelques formations lacustres et fluviatiles associées à différentes phases du volcanisme au Tibesti (Nord du Tchad). – Cahiers ORSTOM, sér. géol., 2 (1): S. 127-152, Paris
- REESE, D. (1972): Zur Petrographie vulkanischer Gesteine des Tibesti-Massivs (Sahara). – Dipl.-Arbeit am Geol.-Mineral. Inst. d. Univ. Köln, 143 S., Mkr., Köln
- REESE, D.; OKRUSCH, M.; KAISER, K. (1976): Die Vulkanite des Trou au Natron im westlichen Tibestigebirge (Zentral-Sahara). – Berliner Geogr. Abh., Heft 24, S. 7-39, Berlin
- ROLAND, N. W. (1971): Zur Altersfrage des Sandsteins bei Bardai (Tibesti, République du Tchad). – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1971, 8, S. 496-506, Stuttgart
- ROLAND, N. W. (1973): Die Anwendung der Photointerpretation zur Lösung stratigraphischer und tektonischer Probleme im Bereich von Bardai und Aozou (Tibesti-Gebirge, Zentral-Sahara). – Berliner Geogr. Abh., Heft 19, 48 S., Berlin
- STOCK, P. (1972): Photogeologische und tektonische Untersuchungen am Nordrand des Tibesti-Gebirges, Zentralsahara, Tchad. – Berliner Geogr. Abh., Heft 14, 59 S., Berlin
- TILHO, J.; LACROIX, A. (1919): Les volcans du Tibesti. – C. R. Acad. Sci., Fr., 168, S. 1237 ff., Paris
- VINCENT, P. M. (1963): Les volcans tertiaires et quaternaires du Tibesti occidental et central (Sahara du Tchad). – Mém. BRGM, 23, 307 S., Paris
- VINCENT, P. M. (1970): The evolution of the Tibesti Volcanic Province, Eastern Sahara. – In: Clifford, T. N. und Gass, J. G. (ed.): African magmatism and tectonics, S. 301-319, Edinburgh
- WACRENIER, P. (1957): Le volcanisme du Tibesti Septentrional. – In „Mission d'exploration géol. et min. des confins nord du Tchad“. – Rapport collectif photocopié, S. 142-156

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Dieter Jäkel,
Institut für Physische Geographie
der Freien Universität Berlin,
Grunewaldstraße 35, D-1000 Berlin 41



Basaltprobe Nr. 21:
10,2±0,5 Mill. Jahre

Photo 1: Ehi Tougountiou und Basaltdecken über nach Westen einfallendem Tabiriu-Sandstein (TS) nord-nord-westlich der Oase Zoui. Blick von Süden (vgl. Fig. 1). Alter der obersten Basaltdecke: 10,2±0,5 Mill. Jahre.
Aufnahme: Jäkel, 6. 10. 1964



Basaltprobe Nr. 21: 10,2±0,5 Mio. Jahre

Basaltprobe Nr. 27

Basaltprobe Nr. 26: 326±6 Mio. Jahre

Photo 2: Ehi Tougountiou aus südwestlicher Richtung. In Bildmitte Entnahmestellen der Basaltproben Nr. 26 und 27 nördlich Bardai-Teski, von denen die Probe Nr. 26 mit 326±6 Mill. Jahren $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ altersdatiert werden konnte.

Aufnahme: Jäkel, 13. 12. 1964



Photo 3: Im Bildvordergrund typische Siloberfläche südlich Bardai.

Aufnahme: Jäkel, 1. 12. 1969



Photo 4: Silflächen südlich Bardai (vgl. auch Photo 12).

Aufnahme: Jäkel, 25. 11. 1969



Basaltprobe Nr. 26:326±6 Mio.Jahre

Photo 5: Im Vordergrund Sill im Quatre-Roches-Sandstein (QRS) in Bardai, der um mehrere Meter abgesetzt ist. Im Hintergrund wird die Gesteinsgrenze nördlich des Ortes Teski Quatre-Roches-Sandstein (QRS) – Basalt, der ein Alter von 326±6 Mill. Jahre besitzt, sichtbar.

Aufnahme: Jäkel, 7. 1. 1970



Photo 6: Frittungszone und metamorphisierter Sandstein im Hangenden eines Sills in Bardai (vgl. Photo 5).

Aufnahme: Jäkel, 7. 1. 1970



Photo 7: Gang, der zu einer Sillfläche führt, südlich Bardai.

Aufnahme: Jäkel, 2. 5. 1970



Photo 8: Quarzitisierter Sandstein über Sillkörper im Flußbett des Bardagué in Bardai.

Aufnahme: Jäkel, 3. 1. 1970



Photo 9: Ausgewitterter Sill mit metamorphisiertem Sandstein im Liegenden und Hangenden am Berg Zou-Zoui südlich Bardai.

Aufnahme: Jäkel, 14. 2. 1970



Photo 10: Detail von Photo 9 am Berg Zou-Zoui südlich Bardai.

Aufnahme: Jäkel, 14. 2. 1970



Photo 11: Gang, der unmittelbar in eine Sillfläche übergeht. Entnahmestelle von Probe 14 (vgl. Materialbeschreibung S. 135) südlich Bardai.

Aufnahme Jäkel, 18. 3. 1970

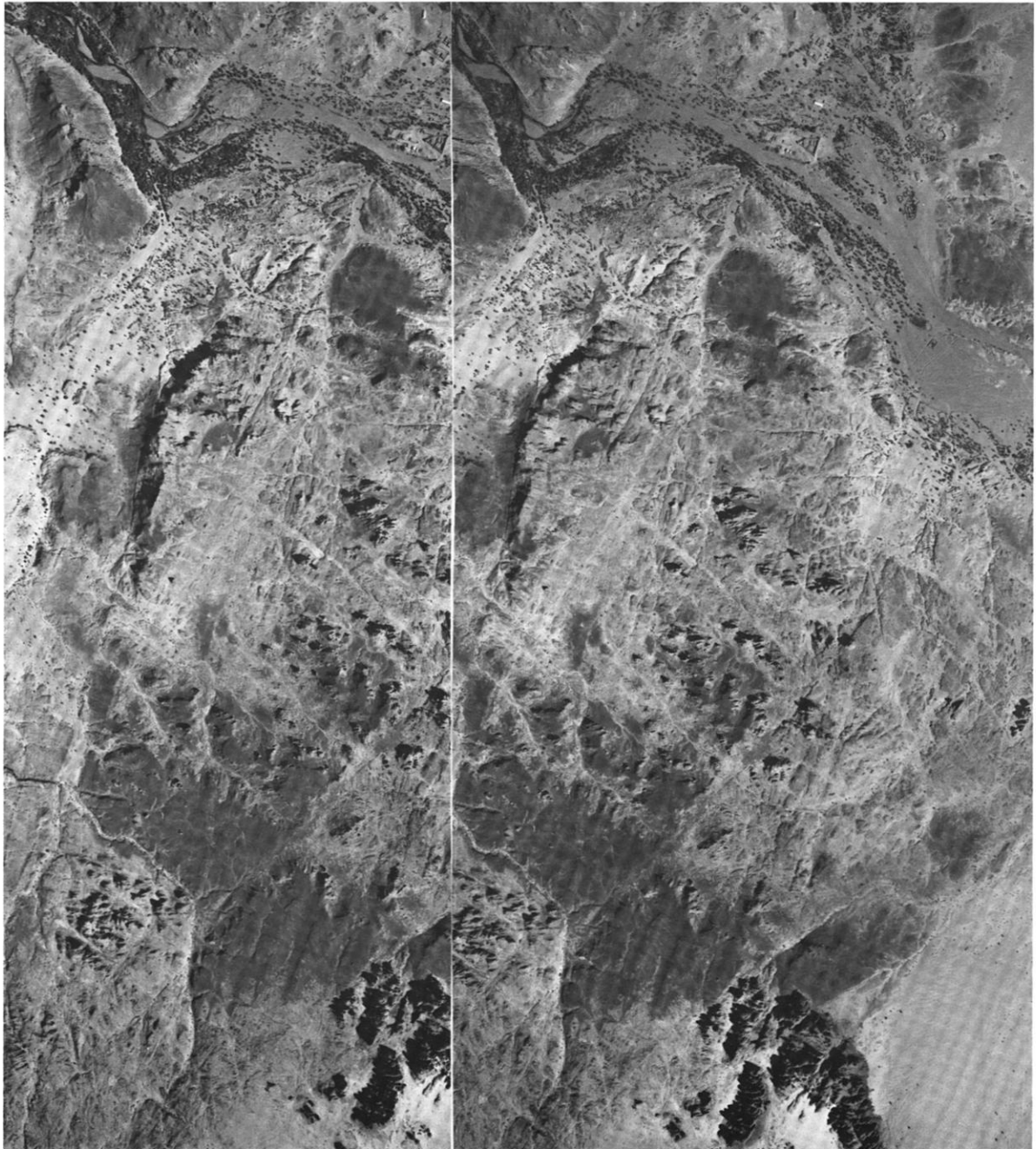


Photo 12: Stereobild zur geomorphologischen Situation südlich Bardai. Die dunkleren Flächen der Sills (vgl. Photos 3 und 4) sind gut zu erkennen.

Aufnahme: AERO-EXPLORATION, Jan. 1965. Bild-Nr. 6260/61, Maßstab 1:20 000

¹⁴C-Daten aus dem Gebiet der Sahara

hervorgegangen
aus Arbeiten der Forschungsstation Bardai und
des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung in Hannover

von Dieter Jäkel und Mebus A. Geyh

Die aus den Arbeiten der Forschungsstation Bardai in der Sahara in Kooperation mit dem ¹⁴C-Labor des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung hervorgegangenen ¹⁴C-Daten werden einem größeren Leserkreis zugänglich gemacht. Der größte Teil davon wurde schon anderenorts veröffentlicht, weswegen hier auf eine detaillierte Probenbeschreibung verzichtet und nur der Name des Probeneinsenders, das Entnahmedatum und die entsprechende Literaturstelle in der Rubrik „Bemerkungen“ angegeben wird. Wer zusätzliche Angaben benötigt, kann sich mit den Probeneinsendern oder dem ¹⁴C-Labor in Verbindung setzen. Darüberhinaus ist in der Rubrik „Probenmaterial“ die vom ¹⁴C-Labor verwendete Substanz oder Fraktion genannt, die die Zuverlässigkeit der Ergebnisse bzw. die Größe notwendiger Korrekturen (Reservoir-Effekt) bestimmt. Wegen dieser methodischen Gesichtspunkte wird auf die Fachliteratur verwiesen (GEYH, 1971; 1980 a).

Die ¹⁴C-Daten sind in der Tabelle nach steigenden Labornummern und den Sachgebieten – Geomorphologie, Prähistorie und Hydrologie – geordnet. Die bis 1974 ermittelten konventionellen ¹⁴C-Alter (bis Hv 4828) wurden schon einmal als Liste veröffentlicht (GEYH & JÄKEL, 1974 a). Sie wird hier noch einmal übernommen, weil die Sonderdrucke vergriffen sind und eine vollständige Liste Interessenten die Arbeit mit den Daten erleichtert. Außerdem wurden damals für Kalksinter- und Grundwasserproben anstelle der konventionellen ¹⁴C-Alter um 1300 Jahre verkleinerte Werte angegeben.

Um den Informationsgehalt aller ¹⁴C-Daten anschaulich darzustellen, wurden für einzelne Regionen und die drei Sachgebiete Histogramme (Fig. 2) gezeichnet. Dabei wurden die veröffentlichten ¹⁴C-Grundwasseralter aus der Provinz Fezzan (KLITZSCH et al., 1976, S. 283-285) mitverwendet.

Histogramme werden konstruiert, indem man die einzelnen ¹⁴C-Daten als von einer GAUSSschen

Glockenkurve oder von Rechtecken begrenzte, gleichgroße Flächen darstellt und lückenlos übereinander zeichnet (GEYH, 1971, S. 40; 1980 b). Den unterschiedlich großen Standardabweichungen wird durch variierende Höhen-Breiten-Verhältnisse Rechnung getragen (Fig. 1). Sehr genaue Einzeldaten bilden auf diese Weise isolierte schmale Peaks ohne Aussagewert. Histogramme, die nach dieser Methode konstruiert worden sind, lassen nur zeitliche Abgrenzungen zu, nicht aber einen Vergleich der Datenbelegungen, da diese von vielen, schon im Einzelfall kaum zu überschauenden Faktoren bestimmt werden.

Insgesamt standen 234 ¹⁴C-Daten aus dem Tibesti und seinen unmittelbaren Nachbarbereichen und aus der Provinz Fezzan für die letzten 17 000 Jahre v. h. zur Verfügung. Auf das Sachgebiet der Geomorphologie entfielen 112, das der Prähistorie 65 und das der Hydrologie 57 Daten. Die geomorphologischen und prähistorischen Ergebnisse der Gebiete des Tibesti und des Fezzan wurden zusammengefaßt, weil eine regionale Zuordnung in vielen Fällen willkürlich gewesen wäre. Die meisten der Daten stammen aus dem Tibesti.

Formen der Darstellung
einer GAUSSschen
Häufigkeitsverteilung

Konstruktion
eines Histogramms
von 5 Daten

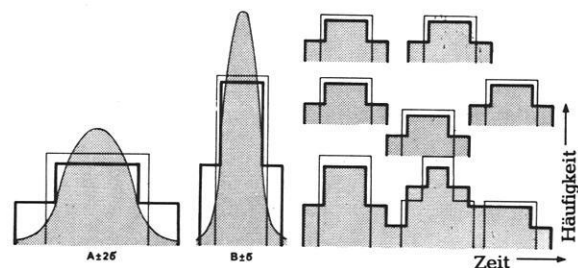


Fig. 1: Darstellung von ¹⁴C-Daten nach der GAUSSschen Häufigkeitsverteilung mit 2 σ (A) und σ (B) und Konstruktion eines Histogrammes von 5 Daten auf der Basis von $A \pm 2 \sigma$.

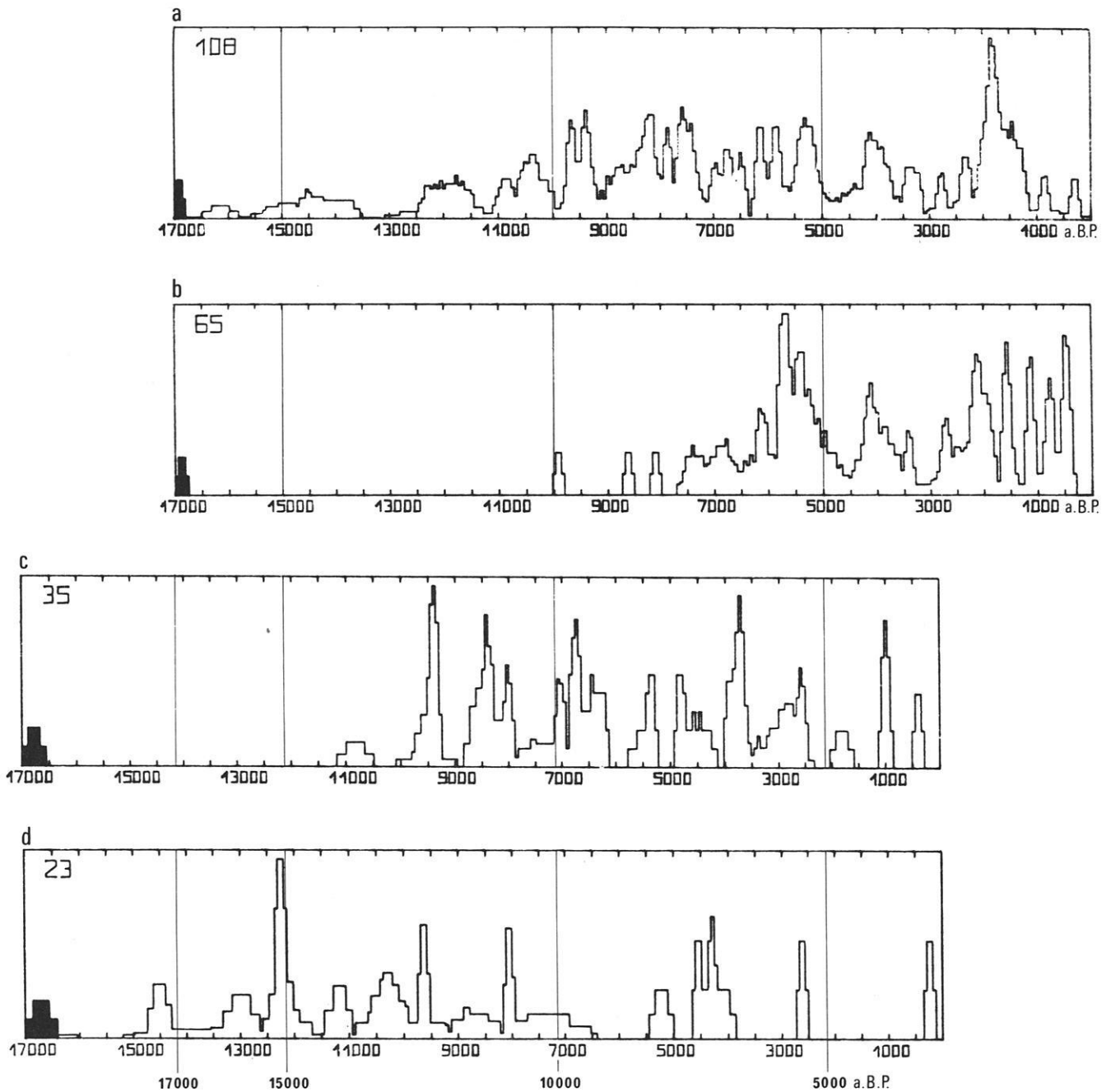


Fig. 2: Histogramme zur Darstellung der ^{14}C -Daten aus dem Tibesti und der Provinz Fezzan/Libyen. a: Daten zur Geomorphologie aus dem Tibesti und Fezzan; b: Daten zur Prähistorie aus dem Tibesti und dem Fezzan; c: Grundwasserdaten aus dem Tibesti; d: Grundwasserdaten aus Fezzan. Die Zahlen in der linken oberen Ecke eines Histogrammes stellen die Anzahl der verwendeten Daten, die schwarze Fläche in der linken Ecke die Darstellungsfläche eines Datums dar. Die Histogramme c und d wurden gegenüber denen von a und b um 2800 Jahre verschoben (siehe Text Seite 145, Spalte 2).

Das Histogramm „Geomorphologie“ (Fig. 2 a) ist ein Abbild des spätpleistozänen und holozänen Klimaverlaufes im Tibesti-Gebirge, wenn man die gut belegten, zusammenhängenden Peakgruppen undifferenziert als Phasen feuchteren Klimas und die größeren Lücken als Phasen trockeneren Klimas interpretiert, die sich in Änderungen der Produktion bzw. Sedimentation kohlenstoffhaltiger Substanzen niedergeschlagen haben.

Die Höhe der Peaks ist kein Maß für die Klimagunst bzw. -mißgunst. Ein Beispiel ist das hohe Peakpaar zwischen 2000 und 1200 J. v. h. Aus dieser Zeit sind viele abgestorbene Tamariskenhügel am Rande älterer, gegenwärtig von den Flüssen nicht mehr erreichter Endpfannen erhalten, die zu häufigen Probennahmen herausforderten. Ein anderer Grund ist, daß die Peaks mit zunehmendem ^{14}C -Alter flacher werden, weil die Standardabweichungen methodisch bedingt wachsen.

Die Peakgruppe zwischen 16 500 und 13 500 Jahren v. h. wird hier nicht als Nachweis eines Pluvials gedeutet, da die ^{14}C -Alter von Substanzen stammen, die im allgemeinen nur Minimal- oder Maximalangaben liefern. Bisher wurden diese Daten als Indiz für eine Periode mit Sinterdamm- und Seenbildung in einigen Tälern des Tibesti und im Krater des Trou au Natron angesehen (JÄKEL, 1979). Nach 13 000 Jahre v. h. könnten feuchtere Klimabedingungen eingesetzt haben, worauf Seeablagerungen im Tal des Zoumri (MOLLE, 1969) hinweisen. Mehrere Peakgruppen zwischen 12 400 bis 7300 Jahre v. h. fallen in eine zusammenhängende, wenngleich von Fluktuationen geprägte Feuchtzeit, wie sedimentologische Paralleluntersuchungen an Mittelterrassen-Profilen im Tibesti belegt haben (GEYH & JÄKEL, 1974). Die nach 7300 J. v. h. durch Geländebefunde erwiesene, erneut einsetzende Trockenzeit ist ein weiteres Beispiel, daß Histogramm-Interpretationen durch anderweitig erhaltene Belege gestützt werden müssen. Aus den Peak/Gap-Verhältnissen allein würde man viel mehr Trockenzeiten ableiten, als tatsächlich existiert haben.

Das Histogramm „Prähistorie“ (Fig. 2 b) spiegelt das Auf und Ab der Besiedlung in der Sahara wider. Es zeigt darüber hinaus, daß radiometrisch datierbare Hinterlassenschaften des Menschen erst seit Beginn des Neolithikums zu finden sind, der in die Zeit zwischen 9000 bis 8000 Jahren v. h. fällt. Für die Peaks zwischen 2300 und 300 Jahre v. h. gilt das gleiche wie für den entsprechenden Zeitraum aus dem Histogramm „Geomorphologie“. Die günstigeren Fundumstände der jüngeren Siedlungsplätze, Feuerstellen und Gräber, die besser erhalten sind als die älteren, täuschen eine größere Besiedlungsdichte vor, als sie den Klimabedingungen entspricht. Nach Felsmalereien und -zeichnungen haben vorher nachweislich günstigere Klimaverhältnisse für Ansiedlungen geherrscht. Für die Zeit vor 5000 J. v. h. bestätigt sich erneut, daß die Besiedlung mit Verzögerungen auf Klimaänderungen erfolgt. Nach 5000 J. v. h. zeichnen sich zwei ausgeprägte Trockenzeiten ab, die auch in dem Histogramm „Geomorphologie“ zu erkennen sind.

In den Grundwasser-Histogrammen werden Zeiten ohne Grundwasserneubildung als Lücken ausgewiesen, sofern keine Mischwässer untersucht worden sind, was allerdings nicht auszuschließen ist. Die stark belegten Peakgruppen entsprechen pluvialen Phasen.

Die Grundwasser-Histogramme (Fig. 2 c und 2 d) zeigen für das Tibesti und Fezzan Unterschiede, soweit sie sich nicht überlappen. Zwanzig der 35

Tibestiprüben enthielten Tritium und könnten deshalb etwas zu kleine ^{14}C -Alter ergeben haben. Groß werden jedoch die Fehler nicht sein, weil junges Sickerwasser nach weltweit gesammelten Erfahrungen relativ wenig Bikarbonat enthält und die ^{14}C -Konzentration der im gereiften Grundwasser enthaltenen Kohlensäure kaum verändert.

Keine der Wasserproben der Provinz Fezzan enthielt Tritium, was auf fehlende Grundwasserneubildung hinweist und auch im Histogramm (Fig. 2 d) durch eine Datenlücke ausgewiesen ist. Es dominiert das Grundwasser mit konventionellen ^{14}C -Alter von 17 000 Jahre und mehr. Das Fehlen solch alten Grundwassers im Tibesti besagt nicht, daß in dieser früheren Zeit dort keine Neubildung stattfand. Vielmehr ist anzunehmen, daß es inzwischen zur Vorflut gelangt ist.

Beim Vergleich der Grundwasser-Histogramme mit den vorher vorgestellten gibt es ein Problem. Aufgrund der Beteiligung von fossilem Bodenkalk bei der Einstellung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichts im Grundwasser sind dessen konventionelle ^{14}C -Alter nicht unmittelbar mit denen organischer Proben vergleichbar. Korrigierte Werte erhält man durch Subtraktion von 1300 Jahren von den konventionellen ^{14}C -Alter (KLITZSCH et al., 1976). Nach GEYH (1972) ergeben sich genauere Alter, wenn die lithologischen Gegebenheiten der Einzugsgebiete berücksichtigt werden. Aus der Arbeit von GEYH & OBENAUF (1974) folgt für das Gebiet des Tibesti ein besserer Korrekturwert von über 1800 und unter 2800 Jahre, der für relativ rasch versickerte Grundwässer in kalkreichen Gebieten typisch ist. Geländebefunde bestätigen eine schnelle Versickerung in den Gebirgstälern der Sahara, wo die Grundwasserneubildung stattfindet.

Als Beispiel sehr unterschiedlicher Wasseralter in einem zusammenhängenden Flußsystem wurden für die Umgebung Bardais die Entnahmestellen der Proben und die dazugehörigen ^{14}C -Alter sowie ^3H -Werte in eine Karte eingetragen (Karte Hydrologie im Anhang dieses Heftes). Es lassen sich dadurch zusätzliche Informationen gewinnen. In Bezug auf die schwierige Abschätzung der Grundwasserneubildung muß jedoch auf eine spätere Arbeit verwiesen werden (GEYH & JÄKEL, in Vorbereitung).

Versucht man, die Peaks und Lücken der Histogramme für Grundwässer und für organische Proben möglichst gut zur Deckung zu bringen, ergibt sich ein Korrekturwert von 2800 Jahren, um den die Zeitskalen der Grundwasser-Histogramme verschoben wurden. Dabei ist freilich zu bedenken, daß der Korrekturwert während der letzten 17 000

Jahre nicht konstant gewesen sein muß. In dieser langen Zeit mit differenzierten klimatischen Veränderungen wechselte ja die Sediment- und Pflanzenbedeckung in den Einzugsgebieten mehrmals. Die Ähnlichkeit der Histogramme für die verschiedenen Sachgebiete und Regionen erklärt sich aus

der Tatsache (Fig. 2 a-d), daß geomorphologische und hydrologische Prozesse, wie fluviale und limnische Formung, sowie Sedimentation bzw. Oberflächenabfluß und Grundwasserneubildung die gleichen Ursachen haben und deshalb zeitgleich verlaufen.

Zusammenfassung

In einer Tabelle werden die ^{14}C -Daten aus dem Gebiet der Sahara vorgestellt, die aus Arbeiten der Forschungsstation Bardai/Tibesti und dem Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung in Hannover hervorgingen. Eine Darstellung in Histogrammen erfolgt (Fig. 2) nach Gebieten (Tibesti und Fezzan) und Problemstellungen (Geomorphologie, Prähistorie, Grundwasser) getrennt für die letzten 17 000 Jahre vor heute, und die Frage der Aussagefähigkeit der Histogramme wird erläutert.

Für die Histogramme der Grundwässer gegenüber solcher organischer Proben wird ein Korrekturwert von 2800 Jahren angenommen, um den die Zeitskalen dieser Histogramme verschoben wurden (siehe S. 145, Spalte 2). Bezüglich statistischer Auswertungen der Daten und der Frage ihrer Zuverlässigkeit wird auf die Notwendigkeit verwiesen, sich mit dem Leiter des ^{14}C -Laboratoriums oder dem jeweiligen Probeneinsender in Verbindung zu setzen.

Summary

Radiocarbon dates of samples from the Sahara, which were collected by scientists from the Bardai research station and analysed by the "Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung" at Hanover, are presented here in table form. Fig. 2 shows the data in histogram form according to area (Tibesti and Fezzan) and topic (geomorphology, prehistory, ground-water) for the last 17,000 years b. p. The indicative value of the histograms is dis-

cussed. A corrective value of 2,800 years is assumed for the ground-water histograms compared with those of organic samples and the time-scales of these histograms were adjusted accordingly (see p. 145, column 2). Queries regarding the statistical evaluation of the data and the question of their reliability should be addressed to the Head of the ^{14}C -Laboratory or to the sender of the sample in question.

Résumé

Un tableau montre les datations au radiocarbon provenant du Sahara qui sont les résultats de travaux effectués à la station de recherches à Bardai/Tibesti et du «Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung» à Hanovre. La présentation sous forme d'histogrammes (fig. 2) est donnée séparément pour les régions (Tibesti et Fezzan) et pour des problèmes différents (géomorphologie, préhistoire et eaux souterraines) pour les derniers 17 000 ans; en plus, la question des possibilités d'interprétation des histogrammes est discutée.

Pour rendre comparable les histogrammes des échantillons de matière organique avec ceux des eaux souterraines on a introduit une valeur de correction de 2 800 ans pour les histogrammes des eaux souterraines, et les échelles chronologiques de celles-ci ont été décalées (cf. page 145, colonne 2). En ce qui concerne l'interprétation statistique et l'exactitude des dates, on renvoie à la nécessité de prendre contact avec le directeur du laboratoire au radiocarbon ou avec l'expéditeur de l'échantillon.

Literaturverzeichnis

- ANDERSON, E. C.; LIBBY, W. F.; WEINHOUSE, S.; REID, A. F.; KIRSCHBAUM, A. D.; GROSSE, A. V. (1947): Natural Radiocarbon from Cosmic Radiation. – *Phys. Rev.* 72, S. 931-936, Ithaca, N. Y.
- BROSCHKE, K. U.; MOLLE, H. G. (1975): Morphologische Untersuchungen im nördlichen Matmata-Vorland (nördliche Djeffara, Südtunesien). – *Eiszeitalter und Gegenwart*, 26, S. 218 bis 240, Öhringen
- BROSCHKE, K. U.; MOLLE, H. G. (1976): Geomorphologische und klimageschichtliche Studien in Süd- und Zentraltunesien. – *Z. Geomorph., N. F., Suppl.-Bd.* 24, S. 149-159, Berlin-Stuttgart
- BROSCHKE, K. U.; MOLLE, H. G.; SCHULZ, G. (1976): Geomorphologische Untersuchungen im östlichen Kroumirbergland (Nordtunesien, Gebiet östlich von Tabarka). – *Eiszeitalter und Gegenwart*, 27, S. 143-158, Öhringen
- BUSCHKE, D.; GRUNERT, J.; SCHULZ, E.; SKOWRONEK, A. (1979): Erste Radiokarbonaten aus dem Vorland des Messak Mellet und Plateau du Mangueni, Zentral-Sahara. – *Würzburger Geogr. Arbeiten*, 49, S. 183-197, Würzburg
- COMMELIN, D.; PETIT-MAIRE, N.; CASANOVA, J. (1980): Chronologie Isotopique Saharienne pour les derniers 10 000 ans – Essai d'interpretation: migrations humaines et paléoclimatologie. – *Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco*, 23, S. 37-88
- ERGENZINGER, P. (1971): Das südliche Vorland des Tibesti. Beiträge zur Geomorphologie der südlichen zentralen Sahara. – *Habilitationsschrift an der FU Berlin vom 28. 2. 1971. Manuskript*, 173 S., Berlin
- GABRIEL, B. (1972 a): Terrassenentwicklung und vorgeschichtliche Umweltbedingungen im Enneri Dirennao (Tibesti, östliche Zentralsahara). – *Z. Geomorph. N. F., Suppl.-Bd.* 15, S. 113-128, Berlin-Stuttgart
- GABRIEL, B. (1972 b): Neuere Ergebnisse der Vorgeschichtsforschung in der östlichen Zentralsahara. – *Berliner Geogr. Abh.*, 16, S. 153-156, Berlin
- GABRIEL, B. (1973): Steinplätze: Feuerstellen neolithischer Nomaden in der Sahara. – *Libyca A. P. E.*, 21, S. 151-168, Algier
- GABRIEL, B. (1974): Probleme und Ergebnisse der Vorgeschichte im Rahmen der Forschungsstation Bardai (Tibesti). – *Pressedienst Wissenschaft FU Berlin* 5/74, S. 92-106, Berlin
- GABRIEL, B. (1977): Zum ökologischen Wandel im Neolithikum der östlichen Zentralsahara. – *Berliner Geogr. Abh.*, 27, 111 S., Berlin
- GABRIEL, B. (1977 a): Protohistorische Steinplätze am Nordrand der Sahara. – *Stuttgarter Geogr. Studien*, 91, S. 237-245, Stuttgart
- GABRIEL, B. (1981): Die östliche Zentralsahara im Holozän. – *Klima, Landschaft und Kulturen (mit besonderer Berücksichtigung der neolithischen Keramik)*. – In: *Festschrift für L. Balout (Inst. de Paléontol. Humaine)*, S. 195-211, Paris
- GEYH, M. A. (1971): Die Anwendung der ¹⁴C-Methode. Die Entnahme, Auswahl und Behandlung von ¹⁴C-Proben sowie Auswertung und Verwendung von ¹⁴C-Ergebnissen. – *Clausthaler Tektonische Hefte*, 11, 118 S., Clausthal-Zellerfeld
- GEYH, M. A. (1972): Basic Studies in Hydrology and ¹⁴C and ³H Measurements. – *Proc. XXIV Int. Geol. Congr.*, 11, S. 227-234, Montreal
- GEYH, M. A. (1980 a): Einführung in die Methoden der physikalischen und chemischen Altersbestimmung. – *Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt*, 236 S., Darmstadt
- GEYH, M. A. (1980 b): Holocene Sea-Level History. Case Study of the Statistical Evaluation of ¹⁴C-Dates. – *Radiocarbon*, 22 (3), S. 695-704, New Haven
- GEYH, M. A.; GUHLICH, E. (1970): Zur Frage der Zuverlässigkeit der ¹⁴C-Altersbestimmung an Knochen. – *Nachrichten aus Nieders. Urgeschichte*, 39, S. 9-16, Hannover
- GEYH, M. A.; JÄKEL, D. (1974): Spätpleistozäne und holozäne Klimageschichte der Sahara aufgrund zugänglicher ¹⁴C-Daten. – *Z. Geomorph., N. F.*, 18, S. 82-98, Berlin-Stuttgart
- GEYH, M. A.; JÄKEL, D. (1974 a): ¹⁴C-Altersbestimmungen im Rahmen der Forschungsarbeiten der Außenstelle Bardai/Tibesti der Freien Universität Berlin. – *Pressedienst Wissenschaft FU Berlin*, 5/74, S. 106-117, Berlin
- GEYH, M. A.; MERKT, J.; MÜLLER, H. (1971): Sediment-, Pollen- und Isotopenanalysen an jahreszeitlich geschichteten Ablagerungen im zentralen Teil des Schleinsees. – *Archiv für Hydrobiologie*, 69, S. 366-399, Stuttgart
- GEYH, M. A.; OBENAUF, K. P. (1974): Zur Frage der Neubildung von Grundwasser unter ariden Bedingungen. Ein Beitrag zur Hydrologie des Tibesti-Gebirges. – *Pressedienst Wissenschaft FU Berlin*, 5/74, S. 70-91, Berlin
- GRUNERT, J. (1972): Die jungpleistozänen und holozänen Flußterrassen des oberen Enneri Yebbigué im zentralen Tibesti-Gebirge (Rep. du Tchad) und ihre klimatische Deutung. – *Berliner Geogr. Abh.*, 16, S. 105-116, Berlin
- HAGEDORN, H. (1971): Untersuchungen an Relieftypen arider Räume an Beispielen aus dem Tibesti-Gebirge und seiner Umgebung. – *Z. Geomorph., N. F., Suppl. Bd.* 11, 251 S., Berlin-Stuttgart
- HAYNES, C. V. (1967): Bone Organic Matter and Radiocarbon Dating. *Radioactive Dating and Methods of low-level-counting*. – *JAEA Wien*, S. 163-168
- HAYNES, C. V. (1968): Radiocarbon Analysis of Inorganic Carbon of Fossil Bone and Enamel. – *Science*, 161, S. 687-688
- HERRMANN, B.; GABRIEL, B. (1972): Untersuchungen an vorgeschichtlichem Skelettmaterial aus dem Tibestigebirge (Sahara). – *Berliner Geogr. Abh.*, 16, S. 143-151, Berlin
- JÄKEL, D. (1971): Erosion und Akkumulation im Enneri Bardagué-Arayé des Tibesti-Gebirges (zentrale Sahara) während des Pleistozäns und Holozäns. – *Berliner Geogr. Abh.*, 10, 56 S., Berlin
- JÄKEL, D. (1978): Eine Klimakurve für die Zentralsahara. In: *Sahara – 10 000 Jahre zwischen Weide und Wüste*, Köln (Museen der Stadt Köln), S. 382-396
- JÄKEL, D. (1979): Run-off and fluvial formation processes in the Tibesti mountains as indicators of climatic history in the Central Sahara during the late Pleistocene and Holocene. – *Palaeoecology of Africa*, 11, S. 13-44, Rotterdam
- JÄKEL, D. (1980): Current Weathering and Fluvio-Geomorphological Processes in the Area of Jabal as Sawda. – *The Geology of Libya*, Vol. III, p. 861-875, London
- JÄKEL, D.; SCHULZ, E. (1972): Spezielle Untersuchungen an der Mittelterrasse im Enneri Tabi, Tibesti-Gebirge. – *Z. Geomorph., N. F., Suppl. Bd.*, 15, S. 129-143, Berlin-Stuttgart
- MOLLE, H. G. (1969): Terrassenuntersuchungen im Gebiet des Enneri Zoumri (Tibestigebirge). – *Berliner Geogr. Abh.*, 8, S. 23-32, Berlin
- MOLLE, H. G. (1971): Gliederung und Aufbau fluvialer Terrassenakkumulationen im Gebiet des Enneri Zoumri (Tibesti-Gebirge). – *Berliner Geogr. Abh.*, 13, 39 S., Berlin
- MOLLE, H. G. (1979): Untersuchungen zur Entwicklung der vorzeitlichen Morphodynamik im Tibesti-Gebirge (Zentral-Sahara) und in Tunesien. – *Berliner Geogr. Abh.*, 25, 104 S., Berlin

- MOLLE, H. G.; BROSCHE, K. U. (1976): Morphologische und klimageschichtliche Untersuchungen im südöstlichen Vorland des Djebel Chambi und des Djebel Mrhila in Zentraltunesien. – *Die Erde*, 107, S. 180-227, Berlin
- OKRUSCH, M.; STRUNK-LICHTENBERG, G.; GABRIEL, B. (1973): Vorgeschichtliche Keramik aus dem Tibesti (Sahara). I. Das Rohmaterial. – *Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft (Bad Honnef)*, 50, (8), S. 261-267
- PACHUR, H. J. (1974): Geomorphologische Untersuchungen im Raum der Serir Tibesti (Zentralsahara). – *Berliner Geogr. Abh.*, 17, 62 S., Berlin
- PACHUR, H. J. (1980): Climatic History in the late Quaternary in southern Libya and the western Libyan desert. – *The Geology of Libya*, Vol. III, p. 781-788, Tripolis
- PACHUR, H. J.; BRAUN, G. (1980): The Paleoclimate of the Central Sahara, Libya and the Libyan Desert. – *Palaeoecology of Africa and the surrounding islands*, 12, S. 351-363, Rotterdam
- RØNNESETH, O. (1982): Verlassene Siedlungen im Tibesti-Gebirge. – *Berliner Geogr. Abh.*, 32, S. 27-62, Berlin
- SCHULZ, E. (1980): Zur Vegetation der östlichen zentralen Sahara und zu ihrer Entwicklung im Holozän. – *Würzburger Geogr. Arbeiten*, 51, 194 S., Würzburg
- SIEGENTHALER, U.; SCHOTTERER, U.; OESCHGER, H.; MESSERLI, B. (1972): Tritiummessungen an Wasserproben aus der Tibesti-Region. – *Hochgebirgsforschung*, 2, S. 153 bis 159, Innsbruck-München

Abkürzungen der Laborbezeichnungen; Laboratory Abbreviations; Abreviation du Laboratoire

- Gif = Gif-sur Yvette
 H = Heidelberg
 Hv = Hannover

Kurzbezeichnungen der datierten Probensubstanz; spécification du matériel d'échantillon;
 specification of sample material.

- H_z = Holz, Blattstreu, bois, wood, plant debris
 H_k = Holzkohle, charbon de bois, charcoal
 H_s = Huminsäure Extrakt, humic acids
 K_n = Knochen, Gesamtdatierung; Os, Datation de la matière totale; bone, Date obtained from the total organic substance
 K_o = Knochen, Kollagenatierung; Os, Datation du Collagène; bone, Date obtained from Collagen
 K_a = Knochen, Apatitbestimmung; Os, Datation de l'Apatite; bone, Date obtained from Apatit
 K_k = Kalkkonkretionen, Concretion calcaire, Limestone concretions
 K_s = Biogene Kalkschalen, Mollusken-, Straußeneischalen; coquilles calcaires, mollusques, oeufs d'aotruches; chalk shells, molluscs, ostrich-egg shells
 O = Sediment mit organogenem Material: Torf, Seekreiden, Blattstreu, Pflanzenhäcksel
 Sédiment avec inclusion de matière organique – tourbe, Restes végétaux
 Sediment with organic inclusions: Peat, vegetationnal debris
 Ex = Exkreme, Koprolithen; excréments, coprolithes; excrement, Coprolithes
 S = Schnecken, coquilles, shells

Tabelle 1: Ergebnisse der Radiokohlenstoff-(¹⁴C)-AnalysenTableau 1: Datations d'Analyses ¹⁴CTable 1: Results of ¹⁴C-Analyses

Probenbezeichnung des Labors	Alter in Jahren vor 1950 (a. B. P.)	δ ¹³ C ‰	Fundort nach Geographischen Koordinaten		Probenmaterial	Probeneinsender, Material und Lagerung, Literatur
Numéro d'échantillon du laboratoire	Age en années avant 1950 (B. P.)	δ ¹³ C ‰	Lieu de prélèvement		Matériel d'échantillon	Expéditeur d'échantillon, Matériel et position du dépôt, Littérature
Sample number of laboratory	Age determination (B. P.)	δ ¹³ C ‰	sampling site		Material of sample **	Submitter of sample, Material and position, Literature
			N	E		
A. Geomorphologie						
Hv 2194	4 700±245	–	21° 19'	17° 03'	O	Jäkel, D., Probe I, Sedimenthorizont aus Mittelterrasse Serdegué. Material wurde mit (Hv 2194) und ohne Huminsäureanteil datiert (H 2935-2430)
H 2935-2430	11 925±310	–	21° 19'	17° 03'	O	Lit. Jäkel, D. (1971, S. 31 u. S. 44/45); Geyh, M. und Jäkel, D. (1974, S. 85/86)
Hv 2196	8 330±180	–	21° 40'	16° 45'	Kk	Jäkel, D., Probe 36, Seekreidehorizont aus Mittelterrasse Bardagué.
Hv 2779	6 715±220	–	21° 40'	16° 45'	Kk	Lit. Jäkel, D. (1971, S. 44 u. Bild 30) Probe 16
Hv 2261	4 060±165	–	22° 35'	16° 35'	HZ	Sommer, K., Wurzelstück aus älterer Endpfanne Bardagué. Lit. Jäkel, D. (1971, S. 28)
BERLIN I	1 575±95	–	22° 33'	16° 39'	HZ	Jäkel, D., Probe II, Abgestorbenes Tamarisken- nadelpolster in älterer Endpfanne Bardagué.
H 2936-2372	1 780±60	–	22° 33'	16° 39'	HZ	Lit. Jäkel, D. (1971, S. 28 u. Bild 45)
Hv 2749	1 840±60	–	22° 52'	16° 40'	HZ	Gabriel, B., Material aus fossilen Tamarisken der älteren Endpfanne Bardagué.
						Lit. Gabriel, B. (1972 a, S. 124)
Hv 2753	14 055±135	–	21° 19'	17° 09'	Kk	Molle, H. G., Probe Z 12, Seekreide, Basishorizont Mittelterrasse.
						Lit. Molle, H. G. (1971, S. 37)
Hv 2772	7 995±448	–	20° 40'	17° 23'	O	Gavrilovic, D., Probe Ju 1, Mergel mit Pflanzen- resten aus der Caldera des Tarso Yéga.
Hv 2776	4 190±375	–	21° 45'	16° 50'	Kk	Jäkel, D., Seekreidehorizonte in einem Mittelterrassenprofil. Proben 12, 17 Werte durch Kontamination beeinflusst. Proben 13, 14.
Hv 2777	1 890±200	–	21° 45'	16° 50'	Kk	Lit. Jäkel, D. (1971, S. 44/45)
Hv 2782	1 430±190	–	21° 50'	16° 50'	Kk	Jäkel, D., Probe 28, Seekreidehorizont Basis Mittelterrasse. Wert nicht zuverlässig, da konta- miniert. Lit. Jäkel, D. (1971, Bild 37 u. S. 45)
Hv 2874	1 435±50	–	23° 30'	17° 38'	HZ	Pachur, H. J., Probe D 1, Akazienholz 0,30 m unter rezenter Oberfläche.
						Lit. Pachur, H. J. (1974)
Hv 2875	7 570±115	–3,1	23° 30'	15° 33'	Ks	Pachur, H. J., Probe D 10, Schnecken in Seekreide. Lit. Pachur, H. J. (1974)
Hv 2876	1 765±75	–	24° 18'	17° 35'	HZ	Pachur, H. J., Probe D 5 II, Tamariskenholz (fossil). Lit. Pachur, H. J. (1974)
Hv 2890	5 865±65	–	17° 40'	17° 34'	Kk	Ergenzinger, P., Probe 68013 Falaise d'Angama, Probe wahrscheinlich durch Hartwasser- effekt beeinflusst. Lit. Ergenzinger, P. (1971)
Hv 2892	7 460±165	–	19° 03'	20° 30'	Ks	Ergenzinger, P., Probe 68175, Ounianga Schneckenatierung 40 cm über rez. Seestand, vgl. Hv 3802. Lit. Ergenzinger, P. (1971)
Hv 2893	4 040±230	–	17° 28'	19° 30'	HZ	Ergenzinger, P., Probe 68210 a, Bir Yogoum. Verschwemmte Holzkohle von 330 m Strand- wall Paläot Chad. Lit. Ergenzinger, P. (1971)

Probenbezeichnung des Labors	Alter in Jahren vor 1950 (a. B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Fundort nach Geographischen Koordinaten		Probenmaterial	Probeneinsender, Material und Lagerung, Literatur
Numéro d'échantillon du laboratoire	Age en années avant 1950 (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Lieu de prélèvement		Matériel d'échantillon	Expéditeur d'échantillon, Matériel et position du dépôt, Littérature
Sample number of laboratory	Age determination (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	sampling site		Material of sample **	Submitter of sample, Material and position, Literature
			N	E		
Hv 2894	6 355±70	-7,5	10° 34'	13° 59'	Kk	Ergenzinger, P., Probe 68116, Verkalkter Granitgrus der untersten Terrasse in Nordkamerun. Lit. Ergenzinger, P. (1971)
Hv 2895	2 320±70	-	16° 30'	18° 28'	Ks	Ergenzinger, P., Probe 68028, Kalkhülle um Knochen Hv 2896. Lit. Ergenzinger, P. (1971)
Hv 2896	2 190±165	-6,6	16° 30'	18° 28'	Kn	Ergenzinger, P., Probe 68028, Djourab am Nordende des Bahr el Ghazal. Lit. Ergenzinger, P. (1971)
Hv 2897	460±180	-	15° 25'	18° 01'	Ko	Ergenzinger, P., Probe 68037, Jüngste fluviale Ablagerungen im nördlichen Bahr el Ghazal. Lit. Ergenzinger, P. (1971)
Hv 2921	7 380±110	-3,9	21° 12'	17° 28'	Kk	Molle, H. G., Probe Z 2, Kalkkruste, Abschluß Feinsedimentation Mittelterrasse. Lit. Molle, H. G. (1971, S. 37)
Hv 2955	5 730±105	-6,3	21° 55'	17° 01'	Kk	Pachur, H. J., Probe Y 100, Kalkkruste in fossiler Düne. Lit. Pachur, H. J. (1974)
Hv 2980	10 510±80	-1,4	21° 23'	16° 57'	Kk	Jäkel, D., Probe 20, Kalkkruste Top, Mittelterrasse Bardagué. Lit. Jäkel, D. (1971, S. 32 u. Bild 18)
Hv 2981	8 640±1320	-	22° 35'	16° 35'	Kk	Jäkel, D., Probe 23, Kalkkruste in älterer Endpfanne Bardagué. Lit. Jäkel, D. (1971, S. 30)
Hv 2982	3 540±140	+1,3	14° 51'	17° 14'	Ks	Ergenzinger, P., Probe 68043, Schnecke bei Toungour oberhalb des Bahr el Ghazals, jüngste Seeserie. Lit. Ergenzinger, P. (1971)
Hv 3287	8 055±90	-	20° 40'	17° 23'	O	Gavrilovicz, D., Probe Ju 2, Torf und Pflanzenreste aus der Caldera des Tarso Yéga
Hv 3354	10 060±140	-0,8	21° 21'	17° 02'	Kk	Molle, H. G., Probe Z 5, Seekreide, Mittlerer Horizont Mittelterrasse Enneri Tabi. Lit. Molle, H. G. (1971, S. 37)
Hv 3355	13 760±185	-0,2	21° 20'	17° 08'	Kk	Molle, H. G., Probe Z 17, Seekreide 4 m über Basis Mittelterrasse bei Osko. Lit. Molle, H. G. (1971, S. 37)
Hv 3770	9 595±80	-13,7	21° 20'	17° 03'	Kk	Jäkel, D., Mittelterrassenprofil 2
Hv 3704	9 360±120	-0,7	21° 20'	17° 03'	Kk	des Enneri Tabi/Tibesti.
Hv 3705	10 425±145	-0,7	21° 20'	17° 03'	Kk	Lit. Jäkel, D. u. Schulz, E. (1972, S. 129-143)
Hv 3706	10 170±145	-0,9	21° 20'	17° 03'	Kk	
Hv 3708	nach AD 1850	-	21° 20'	17° 03'	Hs	
Hv 3709	6 130±90	+0,2	21° 30'	17° 08'	Kk	Gabriel, B., Kalkkruste aus Grabung Gabrong Schicht C. Lit. Gabriel, B. (1972 a, S. 123)
Hv 4836	11 865±290	-	21° 20'	17° 03'	Kk	Jäkel, D., Mittelterrassenprofil 4
Hv 3711	11 825±150	-1,2	21° 20'	17° 03'	Kk	des Enneri Tabi/Tibesti.
Hv 3712	12 200±145	-2,3	21° 20'	17° 03'	Kk	Lit. Jäkel, D., Schulz, E. (1972, S. 129-143)
Hv 3713	10 800±145	-4,0	21° 20'	17° 03'	Kk	Geyh, M., Jäkel, D. (1974, S. 91 u. Fig. 6)
Hv 4198	9 170±130	-	21° 20'	17° 03'	S, Hk	
Hv 3714	7 825±85	-6,5	21° 20'	17° 03'	Kk	
Hv 3761	1 625±145	-	25° 00'	18° 20'	Hs	Pachur, H. J., Probe W 101, Tamariskenblätter Top. Lit. Pachur, H. J. (1974)
Hv 3762	2 300±145	-	25° 00'	18° 20'	Hs	Probe W 102 Tamariskenblätter Basis
Hv 3767	885±475	-	25° 40'	19° 10'	Hs	Pachur, H. J., Probe W 100, Wert unzuverlässig, da Probengröße zu klein
Hv 3768	5 110±295	-	25° 40'	19° 10'	Ks	Pachur, H. J., Probe W 100, Schneckenschalen aus Seekreide

Probenbezeichnung des Labors	Alter in Jahren vor 1950 (a. B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Fundort nach Geographischen Koordinaten		Probenmaterial	Probeneinsender, Material und Lagerung, Literatur
Numéro d'échantillon du laboratoire	Age en années avant 1950 (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Lieu de prélèvement		Matériel d'échantillon	Expéditeur d'échantillon, Matériel et position du dépôt, Littérature
Sample number of laboratory	Age determination (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	sampling site		Material of sample	Submitter of sample, Material and position, Literature
			N	E	**	
Hv 3769	5 295±145	-2,2	25° 40'	19° 10'	Kk	Pachur, H. J., Probe W 100, Seekreide. Lit. Pachur, H. J., (1974)
Hv 3802	6 700±120	-	19° 03'	20° 30'	Kk	Ergenzinger, P., Probe 68175, Kalk/Seekreide Ounianga, s. Hv 2892. Lit. Ergenzinger, P. (1971)
Hv 3803	5 525±170	+1,0	17° 34'	17° 40'	Kk	Ergenzinger, P., Probe 68009, Falaise d'Angamma, unterster Horizont, Kalkverbackene Pflanzenreste, wahrscheinlich kontaminiert. Lit. Ergenzinger, P. (1971)
Hv 3805	6 115±105	-	17° 34'	17° 40'	Kk	Ergenzinger, P., Probe 68012, Falaise d'Angamma, unterster Horizont, wahrscheinlich kontaminiert. Lit. Ergenzinger, P. (1971)
Hv 3806	3 200±485	-	17° 32'	17° 42'	Ka	Ergenzinger, P., Probe 68019, Falaise d'Angamma, Jüngste Transgressionsfläche auf der Deltafront. Lit. Ergenzinger, P. (1971)
Hv 3808	3 225±115	-	17° 34'	17° 40'	Ka	Ergenzinger, P., Probe 68005, Falaise d'Angamma, Situation wie Hv 3806.
Hv 3809	6 010±110	-	17° 34'	17° 40'	Ko	Lit. Ergenzinger, P. (1971)
Hv 3811	215±900	-	18° 15'	20° 26'	Ka	Ergenzinger, P., Probe 68183, Amatinga,
Hv 3812	1 610±320	-	18° 15'	20° 26'	Ko	Knochen in jüngster fluvialer Sedimentation. Lit. Ergenzinger, P. (1971)
Hv 4200	11 540±170	-	21° 20'	17° 03'	Kk	Jäkel, D., Mittelterrassenprofil 3
Hv 4201	10 850±135	-	21° 20'	17° 03'	Kk	des Enneri Tabi/Tibesti.
Hv 4199	9 655±95	-	21° 20'	17° 03'	Kk	Lit. Geyh, M., Jäkel, D. (1974, S. 82-98)
Hv 4206 A	10 350±115	-	21° 20'	17° 03'	Kk	
Hv 4202	7 820±90	-2,8	21° 20'	17° 03'	Kk	
Hv 4203	9 365±150	-	21° 20'	17° 03'	Kk	
Hv 4204	8 775±200	-	21° 20'	17° 03'	O, Hk	
Hv 4205	8 655±275	-	21° 20'	17° 03'	O, Hk	
Hv 4206	8 115±475	-	21° 20'	17° 03'	O, Hk	
Hv 4664	7 590±120	-2,0	21° 32'	17° 10'	Kk	Gabriel, B., Probe Billegoy 4 y 1. Kalkkruste in mittlerem Mittelterrassenhorizont des Enneri Dirennao. Lit. Gabriel, B. (1977, S. 65)
Hv 4665	5 845±80	-	21° 31'	17° 09'	Kk	Gabriel, B., Probe Tjolumi 2 Xb, Kalkkruste in Mittelterrassenaufschluß des Enneri Dirennao. Lit. Gabriel, B. (1977, S. 65)
H 2937-2431	9 340±85	-	21° 38'	16° 54'	O, Hk	Jäkel, D., Probe 45, Material von Top Mittelterrasse. Lit. Jäkel, D. (1971, S. 31)
H 2938-2432	8 295±190	-	21° 19'	16° 15'	Kk	Hagedorn, H., Probe Hg 67 12154. Seesedimente des Kraters Begour
H 2939-2357	8 180±70	-	20° 54'	18° 06'	Kk	Grunert, J., Probe 1, Horizont in Kalksinterakkumulation in Yebbigué Schlucht. Lit. Grunert, J. (1972, S. 108)
Hv 5394	1 100±65	-25,1	35° 10'	8° 45'	Hk	Brosche, K. U.; Molle, H. G., Holzkohle aus Feinmaterialakkumulation. Lit. Brosche, K. U. et al. (1976 a, S. 159)
Hv 5395	10 800±85	-4,6	35° 18'	9° 12'	Kk	Brosche, K. U.; Molle, H. G., Kalkkruste aus N ₂ -Niveau. Lit. Brosche, K. U. et al. (1976 a, S. 158)
Hv 5396	9 245±150	-6,5	35° 10'	8° 45'	Ks	Brosche, K. U.; Molle, H. G., Schneckenschalen aus lösartigen Sedimenten. Lit. Brosche, K. U. et al. (1976 a, S. 158)

Probenbezeichnung des Labors	Alter in Jahren vor 1950 (a. B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Fundort nach Geographischen Koordinaten		Probenmaterial	Probeneinsender, Material und Lagerung, Literatur
Numéro d'échantillon du laboratoire	Age en années avant 1950 (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Lieu de prélèvement		Matériel d'échantillon	Expéditeur d'échantillon, Matériel et position du dépôt, Littérature
Sample number of laboratory	Age determination (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	sampling site		Material of sample	Submitter of sample, Material and position, Literature
			N	E	**	
Hv 5397	17 050±330	-7,2	35° 27'	9° 16'	Kk	Molle, H. G., Brosche, K. U.; Kalkkruste nahe Top-Niveau oberhalb N. Lit. Molle, H. G. et al. (1976 b) Tab. 1, S. 211
Hv 5398	29 760±1315	-7,1	35° 27'	9° 20'	Ks	Brosche, K. U.; Molle, H. G., Schneckenschalen aus „Hauptakkumulation“. Lit. Brosche, K. U. et al. (1976 a, S. 158)
Hv 5399	1 955±145	-22,7	35° 22'	9° 17'	Hk	Brosche, K. U.; Molle, H. G., Holzkohle aus Feinmaterialakkumulation. Lit. Brosche, K. U. et al. (1976 a, S. 159)
Hv 5400	7 775±340	-22,7	33° 00'	10° 00'	Hk	Brosche, K. U.; Molle, H. G., Oberes Holzkohleband aus „Jüngerer Akkumulation“ 2,8 m über Basis Lit. Brosche, K. U. et al. (1976 a, Fig. 2, S. 155)
Hv 5401	8 975±215	-1,9	33° 00'	10° 00'	Ks	Brosche, K. U.; Molle, H. G., Schnecken aus „Jüngerer Akkumulation“ 3,5 m über Basis. Lit. Brosche, K. U. et al. (1976 a, Fig. 2, S. 155)
Hv 5402	21 385±235	+2,6	33° 00'	10° 00'	Kk	Brosche, K. U.; Molle, H. G., Kalkkruste aus „Hauptakkumulation“. Lit. Brosche, K. U. et al. (1976 a, S. 153)
Hv 5403	4 310±170	-13,3	33° 40'	10° 24'	Ks	Brosche, K. U.; Molle, H. G., Schneckenschalen von Abrasionsterrasse, 7-8 m a. s. l. Lit. Brosche, K. U. et al. (1976 a, S. 153)
Hv 5404	8 315±120	-4,1	33° 00'	10° 00'	Ks	Brosche, K. U.; Molle, H. G., Molluskenschalen aus Deckschluff. Lit. Brosche, K. U. et al. (1976 a, S. 153)
Hv 5566	8 600±150	-20,4	33° 00'	10° 00'	Hk	Brosche, K. U.; Molle, H. G., Unteres Holzkohleband aus „Jüngerer Akkumulation“ 1,0 m über Basis. Lit. Brosche, K. U. et al. (1976 a, Fig. 2, S. 155)
Hv 5624	16 120±215	-0,5	21° 21'	17° 01'	Kk	Jäkel, D., Kalkkruste auf Sandsteinhöcker im Flußbett des Bardagué. Lit. Jäkel, D. (1979, S. 19, Photo 6)
Hv 5625	14 445±180	+1,7	21° 21'	17° 01'	Kk	Jäkel, D., Kalkkruste im Niedrigwasserbett des Bardagué. Lit. Jäkel, D. (1979, S.19)
Hv 5626	24 045±410	-1,0	21° 21'	17° 01'	Kk	Jäkel, D., Kalkkruste 5 m über Niedrigwasserbett des Bardagué. Lit. Jäkel, D. (1979, S. 21, Photo 8)
Hv 5627	24 865±435	+0,8	21° 21'	17° 01'	Kk	Jäkel, D., Kalkkruste 10 m über Niedrigwasserbett des Bardagué. Lit. Jäkel, D. (1979, S. 21, Photo 8)
Hv 5653	5 050±170	-20,0	18° 10'	18° 30'	Ko	Jäkel, D., Fischeskelett aus Diatomitablagerungen des Palaeotchad bei Faya-Largeau
Hv 5725	3 420±230	-20,2	27° 28'	21° 15'	Ka (?)	Gabriel, B.; Pachur, H. J., Elefantenknochen aus Alluvionen des Wadi Behar Belama. Lit. Gabriel, B. (1977, S. 46 u. 51, Photo 20); Pachur, H. J. (1974, S. 20 u. 38, Photo 17)
Hv 5864	2 120±130	-25,7	13° 38'	14° 06'	Hz	Jäkel, D., Holzstück aus Dünenand der Insel Haikoulou 2,06 m unter der Oberfläche (siehe Hv 5865)

Probenbezeichnung des Labors	Alter in Jahren vor 1950 (a. B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Fundort nach Geographischen Koordinaten		Probenmaterial	Probeneinsender, Material und Lagerung, Literatur
Numéro d'échantillon du laboratoire	Age en années avant 1950 (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Lieu de prélèvement		Matériel d'échantillon	Expéditeur d'échantillon, Matériel et position du dépôt, Littérature
Sample number of laboratory	Age determination (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	sampling site		Material of sample ..	Submitter of sample, Material and position, Literature
			N	E		
Hv 5865	2 115±250	-26,2	13° 38'	14° 06'	HZ	Jäkel, D., Holzstück aus Dünen sand der Insel Haikoulou 4,12 m unter der Oberfläche (siehe Hv 5864)
Hv 5866	rezent 135,0±2,2 % modern	-17,0	13° 38'	14° 06'	HZ	Jäkel, D., Schilfreste aus 2,40 m Tiefe der Insel Kandjia (Nordrand)
Hv 5867	rezent 104,3±2,0 % modern	-27,0	13° 38'	14° 06'	HZ	Jäkel, D., Schilfreste aus 3,75 m Tiefe der Insel Kandjia (Zentrum)
Hv 6600	260±100	-22,7	21° 20'	17° 02'	HZ	Molle, H. G., Tamariskennadeln und -zweige 2,6 m unter der Oberfläche des Hochwasserbettes des Enneri Zoumri. Lit. Molle, H. G. (1979, S. 53 u. 86)
Hv 6601	7 450±55	-7,0	35° 10'	8° 45'	Ks	Brosche, K. U.; Molle, H. G., Schneckenschalen aus lösartigen Sedimenten. Lit. Brosche, K. U. (1976 a, S. 158)
Hv 6602	25 600±490	-4,0	35° 22'	9° 17'	Kk	Brosche, K. U.; Molle, H. G., Kalkkruste aus N ₁ -Niveau. Lit. Brosche, K. U. et al. (1976 a, S. 158)
Hv 6603	13 850±170	-13,8	35° 22'	9° 17'	Kk	Brosche, K. U.; Molle, H. G., Kalkkruste aus N ₂ -Niveau. Lit. Brosche, K. U. et al. (1976 a, S. 158)
Hv 6604	4 720±95	-19,1	37° 03'	8° 55'	Hk	Brosche, K. U.; Molle, H. G., Ah-Horizont in Feinmaterialhorizont im Unterlauf des Oued ez Zouara. Lit. Brosche, K. U. et al. (1976, Abb. 3, S. 147)
Hv 6605	780±45	-24,5	36° 53'	8° 55'	Hk	Brosche, K. U.; Molle, H. G., Holzkohleband in Feinmaterialakkumulation 0,5 m über Basis. Lit. Brosche, K. U. et al. (1976, Abb. 2, S. 146 u. 149)
Hv 6606	365±65	-24,6	37° 02'	8° 57'	HZ	Brosche, K. U.; Molle, H. G., Boden mit Holzeinlagerungen in „Dünen sandterrasse“ 6,3 m über Basis. Lit. Brosche, K. U. et al. (1976, Abb. 7, S. 150)
Hv 6607	3 695±85	-27,9	37° 02'	8° 57'	HZ	Brosche, K. U.; Molle, H. G., Schwarzer Boden mit Holzeinlagerungen in „Dünen sandterrasse“ 2,4 m über Basis. Lit. Brosche, K. U. et al. (1976, Abb. 7, S. 150)
Hv 6840	6 435± ¹⁰²⁵ / ₉₁₀	- 6,4	21° 14'	17° 09'	Kk	Molle, H. G., Kalkverbackene limnische Sedimente aus 1,5 m Tiefe aus der Schlucht des Enneri Hamora. Lit. Molle, H. G. (1979, S. 86)
Hv 6841	1 965±710	- 6,8	21° 18'	16° 58'	Kk	Molle, H. G., Kalkkruste an der Oberfläche des Südwestrandes der Depression von Bardai. Lit. Molle, H. G. (1979, S. 86)
Hv 6854	5 725±105	+2,2	33° 40'	10° 24'	Ks	Brosche, K. U.; Molle, H. G., Schneckenschalen von Abrasionsterrasse 15-16 m a. s. l. Lit. Brosche, K. U. et al. (1976 a, S. 153)
Hv 6919	5 135±105	-11,6	24° 21'	14° 40'	Kk	Jäkel, D., Kalkkruste aus tonigen Playasedimenten an der Basis von Tamariskenhügeln. Lit. Jäkel, D. (1979, S. 28, 29, Photo 18)
Hv 6920	1 315±75	-24,8	24° 21'	14° 40'	Hk	Jäkel, D., Holzkohle von einer Feuerstelle in Tonsedimenten unter einem Tamariskenhügel. Lit. Jäkel, D. (1979, Photo 17)

Probenbezeichnung des Labors	Alter in Jahren vor 1950 (a. B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Fundort nach Geographischen Koordinaten		Probenmaterial	Probeneinsender, Material und Lagerung, Literatur
Numéro d'échantillon du laboratoire	Age en années avant 1950 (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Lieu de prélèvement		Matériel d'échantillon	Expéditeur d'échantillon, Matériel et position du dépôt, Littérature
Sample number of laboratory	Age determination (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	sampling site		Material of sample **	Submitter of sample, Material and position, Literature
			N	E		
Hv 6921	1 735±245	-24,4	24° 21'	14° 40'	HZ	Jäkel, D., Tamariskenblätter, 4,70 m über der Basis eines fossilen Tamariskenhügels. Lit. Jäkel, D. (1979, Photo 18)
Hv 6922	2 475±415	-26,9	24° 21'	14° 40'	HZ	Jäkel, D., Tamariskenblätter 9,63 m über der Basis eines fossilen Tamariskenhügels. Lit. Jäkel, D. (1979, S. 29 u. Photos 18, 19)
Hv 6923	2 280±65	-24,0	24° 21'	14° 40'	HZ	Jäkel, D., Tamariskenblätter u. -zweige 20,69 m über der Basis eines fossilen Tamariskenhügels. Lit. Jäkel, D. (1979, S. 29, Photos 18, 19)
Hv 6924	1 715±85	-22,7	22° 36'	16° 37'	HZ	Jäkel, D., Tamariskenwurzel in Tonsedimenten der älteren Endpfanne des Bardagué-Arayé. Lit. Jäkel, D. (1979, S. 25, Fig. 7)
Hv 6925	Max.-Alter (Keine Datierung)	-	22° 36'	16° 37'	Ko	Jäkel, D., Skelettknochen eines Großsäugers. Lit. Jäkel, D. (1979, S. 25 u. 26, Fig. 7 u. Photos 12, 13)
Hv 6926	4 125±100	-21,4	22° 36'	16° 37'	Hk	Jäkel, D., Holzkohle aus neolithischer Feuerstelle in Tonsedimenten der älteren Endpfanne des Bardagué-Arayé. Lit. Jäkel, D. (1979, S. 28, Photo 12)
Hv 6928	5 230±85	- 7,9	22° 57'	16° 43'	Kk	Jäkel, D., Kalkkruste auf Endpfannensedimenten der älteren Endpfanne des Bardagué-Arayé. Lit. Jäkel, D. (1979, S. 28)
Hv 6929	3 790±300	-19,6	22° 57'	16° 43'	Ko	Jäkel, D., Humanskelettknochen in Tonsedimenten der älteren Endpfanne des Bardagué-Arayé (siehe Hv 6928). Lit. Jäkel, D. (1979, S. 28)
Hv 6930	1 200±55	-	22° 57'	16° 37'	HZ	Jäkel, D., Tamariskenwurzel in älterer Endpfanne des Bardagué-Arayé. Lit. Jäkel, D. (1979, S. 28 u. Fig. 7)
Hv 6931	3 900±155	-25,1	22° 57'	16° 37'	Hk	Jäkel, D., Holzkohle aus Feuerstelle in Feinsandsedimenten der älteren Endpfanne des Bardagué-Arayé. Lit. Jäkel, D. (1978, S. 329; 1979, S. 25, Fig. 7)
Hv 6932	1 615±40	-23,7	22° 57'	16° 37'	HZ	Jäkel, D., Tamariskenblätter an der Basis eines Tamariskenhügels in der älteren Endpfanne des Bardagué. Lit. Jäkel, D. (1979, S. 25, Fig. 7)
Hv 6933	3 385±60	-21,9	22° 57'	16° 37'	Hk	Jäkel, D., Holzkohle aus Feuerstelle in Sandsedimenten der älteren Endpfanne des Bardagué-Arayé. Lit. Jäkel, D. (1979, S. 28 u. 25, Fig. 7)
Hv 6934	1 890±135	-26,9	22° 57'	16° 37'	HZ	Jäkel, D., Tamariskenblätter und -zweige von der Basis eines Tamariskenhügels. Lit. Jäkel, D. (1979, S. 25, Fig. 7 u. S. 28)
Hv 6935	810±75	-22,6	22° 57'	16° 37'	HZ	Jäkel, D., Tamariskenast von Top eines Tamariskenhügels (siehe Hv 6934). Lit. Jäkel, D. (1979, S. 25, Fig. 7 u. S. 28)
Hv 7370	33 650± ¹⁷⁵⁰ / ₁₄₅₀	- 3,6	28° 10'	18° 05'	Kk	Pachur, H. J., Kalkausfällungen im Wurzelbereich einer fluvialen Akkumulation. Djebel Harudj. Tiefe: 4,0 m

Probenbezeichnung des Labors	Alter in Jahren vor 1950 (a. B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Fundort nach Geographischen Koordinaten		Probenmaterial	Probeneinsender, Material und Lagerung, Literatur
Numéro d'échantillon du laboratoire	Age en années avant 1950 (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Lieu de prélèvement		Matériel d'échantillon	Expéditeur d'échantillon, Matériel et position du dépôt, Littérature
Sample number of laboratory	Age determination (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	sampling site		Material of sample	Submitter of sample, Material and position, Literature
			N	E	**	
Hv 7371	8 545±130	- 2,6	23° 35'	17° 33'	Ks	Pachur, H. J., Mollusken in Diatomit eines Süßwassersees. Serir Tibesti Entnahme oberhalb Hv 7372
Hv 7372	8 880±130	- 2,7	23° 35'	17° 33'	Ks	Pachur, H. J., Mollusken in Diatomit eines Süßwassersees. Serir Tibesti. Tiefe: 1,60 m
Hv 7373	1 930±85	-26,1	23° 35'	17° 33'	Hk	Pachur, H. J., Tamariskenschwemmholz aus Strandwall Süßwassersee. Serir Tibesti. Tiefe: 0,80 m
Hv 7374	6 535±175	- 1,7	25° 40'	19° 10'	O	Pachur, H. J., Organischer Detritus eines Süßwassersees. Djebel Quoguin
Hv 7531	4 730±60	-21,4	34° 26'	8° 59'	Hk	Molle, H. G., Holzkohle an der Oberfläche eines fossilen Bodens in 2 m Tiefe. Lit. Molle, H. G. (1979, S. 64, Fig. 36, S. 86 u. 88)
Hv 7532	4 795±115	-24,5	34° 51'	8° 38'	Hk	Molle, H. G., Holzkohle in 1 m Tiefe eines Bodensediments. Lit. Molle, H. G. (1979, S. 64, Fig. 36, S. 86 u. 88)
Hv 7533	rezent 120,2±0,6 % mod.	-23,9	33° 28'	9° 23'	Hk	Molle, H. G., Holzkohle aus Dünen sand in 4 m Tiefe. Lit. Molle, H. G. (1979, S. 72 u. 86)
Hv 7551	6 045±155	-25,4	35° 47'	9° 01'	Hs	Molle, H. G., Humus aus einem lößartigen Sediment eines fossilen Bodens in 3,5 m Tiefe. Lit. Molle, H. G. (1979, S. 64, Fig. 36, u. S. 86)
Hv 7553	2 320±840	-26,9	37° 13'	10° 09'	Hs	Molle, H. G., Humus eines fossilen Bodens in 6 m Tiefe. Lit. Molle, H. G. (1979, S. 64, Fig. 36, S. 74, 86 u. 88)
Hv 7554	27 900± ¹³⁸⁰ / ₁₁₈₀	- 9,3	37° 13'	10° 09'	Ks	Molle, H. G., Schneckenschalen aus 6 m Tiefe. Lit. Molle, H. G. (1979, S. 64, Fig. 36, S. 74, 86 u. 88)
Hv 7555	23 750±865	- 2,7	37° 13'	10° 09'	Ks	Molle, H. G., Schneckenschalen aus 3,5 m Tiefe (siehe Hv 7554). Lit. Molle, H. G. (1979, S. 64, Fig. 36, S. 74, 86 u. 88)
Hv 7819	2 755±60	-23,8	24° 21'	14° 40'	Hz	Jäkel, D., Tamariskenblätter und -zweige aus 13,53 m Höhe eines fossilen Tamariskenhügels (siehe Hv 6922 u. Hv 6923). Lit. Jäkel, D. (1979, S. 29, Fig. 9 u. Photos 18, 19)
Hv 8311	8 460±520	-	23° 10'	26° 05'	Hk	Pachur, H. J., Holzkohle in lakustrinem Sediment. Tiefe: 2,0 m. Gilf Kebir
Hv 8312	8 695±570	- 1,3	23° 10'	26° 05'	Kk	Pachur, H. J., Kalkausfällungen in lakustrinem Sediment. Tiefe: 1,80 m. Gilf Kebir
Hv 8313	4 365±95	-26,7	23° 10'	26° 05'	Hz	Pachur, H. J., Baumwurzel in stillwasser-sedimenten. Tiefe: 2,20 m. Gilf Kebir
Hv 8314		-25,8	23° 10'	26° 05'	Hz	Pachur, H. J., Materialmenge nicht ausreichend
Hv 8315	28 800±400	- 4,5	25° 15'	30° 10'	Kk	Pachur, H. J., Kalktuff eines fossilen Quellaustritts. Djebel Tartur
Hv 8316	4 210±60	-	25° 29'	30° 30'	Hk	Pachur, H. J., Holzkohle an der Basis von Stillwassersedimenten nördlich Kharga. Tiefe: 6,4 m
Hv 8317	7 755±80	-23,2	25° 47'	28° 35'	Hk	Pachur, H. J., Holzkohle aus Stillwassersedimenten westlich Dachla. Tiefe: 4,0 m
Hv 8318	10 100±255	-26,3	24° 12'	27° 25'	Hk	Pachur, H. J., Holzkohle einer Feuerstelle in Playa-Sedimenten südlich Abu Ballas

Probenbezeichnung des Labors	Alter in Jahren vor 1950 (a. B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Fundort nach Geographischen Koordinaten		Probenmaterial	Probeneinsender, Material und Lagerung, Literatur
Numéro d'échantillon du laboratoire	Age en années avant 1950 (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Lieu de prélèvement		Matériel d'échantillon	Expéditeur d'échantillon, Matériel et position du dépôt, Littérature
Sample number of laboratory	Age determination (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	sampling site		Material of sample	Submitter of sample, Material and position, Literature
			N	E	..	
Hv 8319	26 100±340	+ 1,1	27° 31'	28° 29'	Kk	Pachur, H. J., Mudde und Mollusken eines Sees südlich von Baharija/Ägypten
Hv 8692	7 170±210	-15,5	24° 10'	25° 15'	Hk	Pachur, H. J., Holzkohle aus Playa-Sediment in ca. 0,60 m Tiefe
Hv 8693	9 260±370	-26,1	24° 22'	30° 07'	Hk	Pachur, H. J., Holzkohle aus Sanden, fluvial, ca. 1,30 m Tiefe
Hv 8695	11 700± $\frac{1210}{1050}$	-	25° 11'	29° 34'	O	Pachur, H. J., Limnisches Sediment an der Basis sandig-schluffiger Alluvionen, ca. 3,5 m Tiefe
Hv 8630	7 260±155	- 6,5	29° 00'	15° 45'	Kk	Jäkel, D., Kalkkruste von einer Sinterbarriere im Wadi al Washka des Djebel es Sawda. Lit. Jäkel, D. (1980, S. 868)
Hv 9200	5 355±70	-23,8	26° 01'	12° 34'	O	Pachur, H. J., Mudde eines flachen Sees. Tiefe: 2,05 m. Wadi Barjuj/Fezzan
Hv 9201	6 410±70	-22,7	26° 01'	12° 34'	O	Pachur, H. J., Mudde eines fossilen Sees im Wadi Barjuj/Fezzan. Tiefe: 1,80 m
Hv 9202	35 160± $\frac{1050}{890}$	- 0,5	26° 07'	12° 38'	Kk	Pachur, H. J., Kalkausfällung in 3,20 m Tiefe in Alluvionen des Wadi Barjuj/Fezzan
Hv 9203	6 800±270	-23,1	26° 07'	12° 38'	Hz	Pachur, H. J., Holzkohle aus umgelagertem Flugsand in 2,50 m Tiefe. Wadi Barjuj/Fezzan
Hv 9204	3 775±200	-22,8	26° 34'	12° 39'	O	Pachur, H. J., Organischer Detritus an der Basis schluffiger Seeabsätze. Tiefe: 4,20 m. Wadi Irawan/Fezzan
Hv 9049	15 800± $\frac{2480}{1895}$	-24,4	24° 20'	11° 40'	Hz	Busche, D., Holz, an der Basis einer Terrasse 0,30 m über Niedrigwasserbett. Lit. Busche, D. et al. (1979, S. 192/193)
Hv 9063	4 380±145	-21,5	25° 10'	11° 15'	Ex	Schulz, E., Fledermauskot aus Sandsteinabri. Lit. Busche, D. et al. (1979, S. 195/196)
Hv 9064	3 935±140	-23,3	25° 10'	11° 15'	Ex	Schulz, E., Fledermauskot aus Sandsteinabri. Lit. Busche, D. et al. (1979, S. 195/196)
Hv 9065	8 165±200	-23,9	22° 20'	12° 41'	Hk	Schulz, E., Zusammengeschwemmte Holzreste an der Basis einer Seeterrasse 0,35 m über Niedrigwasserbett. Lit. Busche, D. et al. (1979, S. 184-188)
Hv 9066	7 710±315	- 7,4	22° 20'	12° 41'	Ks	Schulz, E., Seekreide mit Holzresten 0,45 m über Niedrigwasserbett (s. Hv 9065) Lit. Busche, D. et al. (1979, S. 184-188)
Hv 9067	7 365±160	- 9,1	22° 20'	12° 41'	Ks	Schulz, E., Seekreide mit Holzresten 0,60 m über Niedrigwasserbett (s. Hv 9065) Lit. Busche, D. et al. (1979, S. 184-188)
Hv 9068	6 960±120	-20,6	22° 20'	12° 41'	Hz	Schulz, E., Zusammengeschwemmte Holzreste 1,95 m über Niedrigwasserbett (s. Hv 9065) Lit. Busche, D. et al. (1979, S. 184-188)
Hv 9069	10 900±540	-17,4	21° 59'	13° 34'	Hs	Skowronek, Huminsäure mit Holzkohle aus Boden, 10 cm unter Top. Lit. Busche, D. et al. (1979, S. 191)
Hv 9070	9 500±215	- 6,2	22° 11'	12° 58'	Hs	Skowronek, Huminsäure eines Bodensediments 0,40-0,45 m unter Top einer Terrasse. Lit. Busche, D. et al. (1979, S. 189/190)

Probenbezeichnung des Labors	Alter in Jahren vor 1950 (a. B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Fundort nach Geographischen Koordinaten		Probenmaterial	Probeneinsender, Material und Lagerung, Literatur
Numéro d'échantillon du laboratoire	Age en années avant 1950 (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Lieu de prélèvement		Matériel d'échantillon	Expéditeur d'échantillon, Matériel et position du dépôt, Littérature
Sample number of laboratory	Age determination (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	sampling site		Material of sample	Submitter of sample, Material and position, Literature
			N	E	**	
Hv 9071	9 580±180	- 4,1	21° 11'	12° 58'	Hs	Skowronek, Huminsäure aus Braunlehm 2,50-2,70 m unter Top einer Terrasse. Lit. Busche, D. et al. (1979, S. 189)
Hv 9072	5 385±535	-	23° 40'	11° 30'	Hs	Skowronek, Huminsäureextrakt aus Boden 15-20 cm unter Top. Lit. Busche, D. et al. (1979, S. 194/195)
Hv 10945	4 360±370	-16,4	14° 12'	27° 58'	O	Felix-Henningsen, P., März 1981, Tonscherbe aus Profil am Djebel Tumsa, 0,7-1,1 m Tiefe
Hv 10946	1 110±120	-24,5	14° 12'	27° 58'	Hs	Jäkel, D., 21. 3. 1981, Ästchen aus Lake Umm Badr in 1,30 m Tiefe
Hv 10948	600±70	-24,7	14° 12'	27° 58'	Hk	Jäkel, D., 11. 3. 1981, Holzkohle aus Feuerstelle eines Seeprofils des Lake Umm Badr in 0,2 m Tiefe
Hv 10949	6 355±100	-25,9	14° 12'	27° 58'	Hk	Jäkel, D., 27. 1.1981, Holzkohle an der Basis des Mittleren Qoz am Djebel Tumsa
B. Prähistorie						
Hv 2195	6 930±370	-	22° 40'	16° 45'	Kn	Jäkel, V., Humanskelett Endpfanne Bardagué.
Hv 4499	3 720±235	-	22° 40'	16° 45'	Ka	Lit. Herrmann, B. u. Gabriel, B. (1972, S. 144); Jäkel, D. (1971), Bild 53 u. 54
Hv 2198	1 440±150	-	21° 30'	17° 08'	Hk	Gabriel, B., Holzkohle aus Abfallgrube mit Obsidianabschlägen.
Gif 1316	1 570±100	-	21° 30'	17° 08'	Hk	Lit. Gabriel, B. (1972 a, S. 123)
Hv 2260	2 690±435	-	21° 30'	17° 10'	Ko	Gabriel, B., Elefantknochen in Niederterrassenakkumulation des Enneri Dirennao. Lit. Gabriel, B. (1972 a, S. 124)
Hv 2748	8 065±100	-	21° 30'	17° 08'	Hk	Gabriel, B., Probe Gabrong d. Kulturschicht mit Keramik. Lit. Gabriel, B. (1972 b, Abb. 1)
Hv 2751	1 510±75	-	17° 07'	18° 30'	Hk	Ergenzinger, P., Koro Toro. Holzkohle aus Eisenverhüttungsschlacke. Lit. Ergenzinger, P. (1971)
Hv 2773	6 435±225	-	22° 40'	16° 45'	Ko	Gabriel, B., Elefantknochen in älterer Endpfanne Bardagué. Lit. Gabriel, B. (1972 b, S. 155)
Hv 2774	2 540±255	-	21° 30'	17° 50'	Kn	Luck, D., Humanskelett aus einsedimentiertem und wieder erodiertem Grab. Lit. Herrmann, B., Gabriel, B. (1972, S. 145)
Hv 2775	7 455±180	-	22° 53'	16° 40'	Ko	Gabriel, B., Faunenreste in älterer Endpfanne Bardagué. Lit. Gabriel, B. (1972 b, S. 155)
Hv 2898	1 655±55	-	16° 16'	18° 16'	Kn	Ergenzinger, P., Probe 68036, Toungour, Prähistorischer Lagerplatz s. Hv 3804. Lit. Ergenzinger, P. (1971)
Hv 3715	8 560±120	-	21° 30'	17° 08'		Gabriel, B., Kulturschicht 0,35 m unter Oberfläche Grabung Gabrong. Lit. Gabriel, B. (1972 a, S. 122, Fig. 4)
Hv 3763	3 735±535	-	22° 50'	18° 10'	Ka	Pachur, H. J., Probe W 80, 50 cm unter rezenter Oberfläche. Lit. Pachur, H. J. (1974), Probe W 81
Hv 3765	2 350±410	-	22° 40'	18° 30'	Ka	
Hv 3766	5 125±185	-	22° 40'	18° 30'	Ko	
Hv 3771	2 130±40	-	21° 40'	17° 06'	Hs	Rønneseth, O., Probe Rø 1, Holz aus Tragbalken der Deckplatte eines Grabes vom Chouchet Typ des Gräberfeldes bei Zoui. Lit. Rønneseth, O. (1982, S. 44)

Probenbezeichnung des Labors	Alter in Jahren vor 1950 (a. B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Fundort nach Geographischen Koordinaten		Probenmaterial	Probeneinsender, Material und Lagerung, Literatur
Numéro d'échantillon du laboratoire	Age en années avant 1950 (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Lieu de prélèvement		Matériel d'échantillon	Expéditeur d'échantillon, Matériel et position du dépôt, Littérature
Sample number of laboratory	Age determination (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	sampling site		Material of sample	Submitter of sample, Material and position, Literature
			N	E	**	
Hv 3773	1 095±110	—	21° 30'	17° 00'	Hk	Rönneseth, O., Probe Rö 4, Oberer Horizont einer Kulturschicht mit Obsidianabschlägen unter Fundamentsteinen einer Ruine. Lit. Rönneseth, O. (1982, S. 36)
Hv 3774	430±35	—	21° 30'	17° 00'	Hk	Rönneseth, O., Probe Rö 5, Feuerstelle eines Siedelplatzes des Berges Zoui Zoui bei Bardai. Lit. Rönneseth, O. (1982, S. 48)
Hv 3775	690±75	—	21° 40'	17° 10'	Hk	Rönneseth, O., Probe Rö 6, Feuerstelle einer Hausruine des Berges Ajando bei Zoui. Lit. Rönneseth, O. (1982, S. 45)
Hv 3776	1 130±55	—	21° 40'	17° 00'	Ex	Rönneseth, O., Probe Rö 8, Ziegenkot 0,30 m unter Kulturschicht mit Obsidianabschlägen in einer Höhle des Berges Zoui Zoui bei Bardai. Lit. Rönneseth, O. (1982, S. 48)
Hv 3804	1 960±60	—	16° 16'	18° 16'	Hk	Ergenzinger, P., Probe 68036, Tougour, Eisenzeitlicher Verhüttungsplatz. Lit. Ergenzinger, P. (1971)
Hv 4037	2 385±490	—	27° 28'	21° 15'	Ko	Gabriel, B., Elefantknochen im fluviatilen Sediment des Wadi Behar Belama. Lit. Gabriel, B. (1972 b, S. 155)
Hv 4113	5 510±370	—	26° 15'	19° 20'	Hk	Gabriel, B., Holzkohle aus Steinplatz Serir Calanscio. Lit. Gabriel, B. (1972 b, S. 155)
Hv 4114	3 900±550	—	26° 25'	19° 40'	Hk	Gabriel, B., Holzkohle aus neolithischer Brandgrube der Serir Calanscio. Lit. Gabriel, B. (1972 b, S. 155)
Hv 4115	6 625±750	—	27° 28'	21° 15'	Hk	Gabriel, B., Holzkohle aus neolithischen
Hv 4116	5 680±95	—	27° 28'	21° 15'	Hk	Lagerplätzen des Wadi Behar Belama.
Hv 4117	5 410±250	—	27° 28'	21° 15'	Hk	Lit. Gabriel, B. (1972 b, S. 155)
Hv 4351	2 080±55	—	21° 40'	17° 06'	Hk	Rönneseth, O., Probe Rö 2, Holz aus Tragbalken der Deckplatte eines Grabes vom Chouchet Typ des Gräberfeldes bei Zoui. Lit. Rönneseth, O. (1982, S. 44)
Hv 4352	455±75	—	21° 40'	17° 00'	Hk	Rönneseth, O., Probe Rö 7, Feuerstelle einer Hausruine des Berges Zoui Zoui bei Bardai. Lit. Rönneseth, O. (1982, S. 48)
Hv 4498	2 065±320	—	21° 20'	17° 05'	Ko	Jäkel, D., Humanskelett aus Grab vom Chouchet Typ bei Zoui. Lit. Herrmann, B. u. Gabriel, B. (1972, S. 146)
Hv 4667	420±55	—	21° 20'	17° 04'	Hk	Germer, J., Probe Zoui A, Holzkohle aus aufgelassener Siedlung
Hv 4668	370±90	—	21° 20'	17° 00'	Hk	Germer, J., Probe Bardai I, Holzkohle aus aufgelassener Siedlung
Hv 4694	1 570±50	—	16° 20'	18° 50'	Hk	Jäkel, D., Material aus Eisenverhüttungsschlacke des Djourab
Hv 4800	5 610±320	—	25° 30'	16° 35'	Hk	Gabriel, B., Probe aus Steinpl. b. Wau el Kebir
Hv 4801	6 100±110	—	25° 10'	17° 35'	Hk	Probe aus Steinplatz bei Wau en Namus
Hv 4802	7 300±130	−20,6	25° 10'	17° 35'	Hk	Probe aus Steinplatz bei Wau en Namus
Hv 4803	6 855±185	−25,7	23° 40'	19° 20'	Hk	Probe aus Steinpl. d. Enneri Tihai (Dj. Eghei)
Hv 4804	5 685±115	−18,5	28° 00'	15° 20'	Hk	Probe aus Steinplatz in der Serir el Gattusa Lit. Gabriel, B. (1973)

Probenbezeichnung des Labors	Alter in Jahren vor 1950 (a. B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Fundort nach Geographischen Koordinaten		Probenmaterial	Probeneinsender, Material und Lagerung, Literatur
Numéro d'échantillon du laboratoire	Age en années avant 1950 (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Lieu de prélèvement		Matériel d'échantillon	Expéditeur d'échantillon, Matériel et position du dépôt, Littérature
Sample number of laboratory	Age determination (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	sampling site		Material of sample	Submitter of sample, Material and position, Literature
			N	E	**	
Hv 4805	2 700±110	-22,4	26° 35'	13° 05'	Hk	Gabriel, B., Dattelkerne an der Basis des Schichtprofils der antiken Stadt Germa/Fezzan, Libyen. Lit. Gabriel, B. (1974)
Hv 4806	1 095±70	-	25° 25'	16° 40'	Hk	Gabriel, B. Probe Wau el Kebir 1, Fossiles Holz eines Tamariskenhügels
Hv 4807	4 155±165	-17,1	26° 55'	14° 55'	Hk	Gabriel, B., Probe aus Steinplatz ESE Sebha
Hv 4808	5 695±65	-21,2	26° 15'	14° 45'	Hk	Probe aus Steinplatz bei Umm el Araneb
Hv 4809	5 465±135	-	24° 25'	17° 40'	Hk	Probe aus Steinplatz auf der Serir Tibesti
Hv 5611	4 690±120	-23,8	24° 41'	9° 41'	Hk	Probe aus Steinpl. in Tin Tarazift bei Djanet
Hv 5613	5 730±120	-25,0	24° 18'	9° 30'	Hk	Probe aus Steinplatz in Terarat bei Djanet
Hv 5620	3 375±140	-23,0	30° 44'	2° 53'	Hk	Probe aus Steinplatz bei El Goleat Lit. Gabriel, B. (1977, S. 11)
Gif 1318	750±100	-	20° 25'	16° 23'	Hk	Gabriel, B., Probe aus einer Kulturschicht unter einem Abri bei Zouar
BONN 1973	6 860±220	-	22° 50'	16° 40'	Hk	Gabriel, B., Keramik Endpfanne Bardagué, verkohlte Rückstände der Pflanzenmagerung. Lit. Okrusch, M., Strunk-Lichtenberg, G., Gabriel, B. (1973, S. 262)
Hv 5479	2 115±130	-19,2	26° 35'	13° 10'	Ko	Gabriel, B., Skelettknochen aus Garamantengrab im Wadi Adjal. Lit. Gabriel, B. (1981, Festschr. Balout)
Hv 5480	4 095±210	-17,4	23° 40'	19° 20'	Ko	Gabriel, B., Skelettknochen aus Grab des Enneri Tihai. Lit. Gabriel, B. (1977, S. 79)
Hv 5481	rezent 155,8±1,5 modern	- 7,1	-	-	Ks	Gabriel, B., Straußeneischale eines in N'Djamena auf dem Markt gekauften Eies. - Datierung zu Vergleichszwecken
Hv 5482	5 220±160	- 2,5	22° 53'	16° 40'	Ks	Gabriel, B., Straußeneischale aus der älteren Endpfanne des Bardagué-Arayé. Lit. Gabriel, B. (1977, S. 52)
Hv 5483	5 335±140	- 6,8	25° 10'	17° 35'	Ks	Gabriel, B., Eierschalen aus Straußengelege bei Wau en Namus. Lit. Gabriel, B. (1977, S. 32)
Hv 5484	5 430±115	-17,3	25° 30'	16° 35'	Hk	Gabriel, B., Holzkohle aus Steinplatz. Lit. Gabriel, B. (1977, S. 31)
Hv 5485	9 880±70	- 8,3	28° 00'	15° 20'	Hk	Gabriel, B., Holzkohle aus Steinplatz. Lit. Gabriel, B. (1977, S. 27)
Hv 5486	660±165	-18,5	26° 35'	13° 10'	Ko	Gabriel, B., Knochen aus Garamantengrab im Wadi Adjal. Lit. Gabriel, B. (1981, Festschr. Balout)
Hv 5487	1 830±85	-23,3	26° 35'	13° 05'	Hk	Gabriel, B., Holzkohle aus einer 2,0 m tiefen Kulturschicht in Germa, Wadi Adjal
Hv 5612	6 210±135	-21,7	24° 41'	9° 41'	Hk	Gabriel, B., Holzkohle aus neolithischer Feuerstelle unter einem Abri Lit. Gabriel, B. (1977, S. 11)
Hv 5614	5 710±265	-21,3	24° 03'	9° 30'	Hk	Gabriel, B., Holzkohle aus Steinplatz der Serir Djanet. Lit. Gabriel, B. (1977, S. 11)
Hv 5615	4 830±145	-23,5	24° 03'	9° 30'	Hk	Gabriel, B., Holzkohle aus Steinplatz der Serir Djanet. Lit. Gabriel, B. (1977, S. 11)
Hv 5616	5 085±230	-21,4	24° 02'	9° 31'	Hk	Gabriel, B., Holzkohle aus Steinplatz der Serir Djanet. Lit. Gabriel, B. (1977, S. 11)

Probenbezeichnung des Labors	Alter in Jahren vor 1950 (a. B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Fundort nach Geographischen Koordinaten		Probenmaterial	Probeneinsender, Material und Lagerung, Literatur
Numéro d'échantillon du laboratoire	Age en années avant 1950 (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Lieu de prélèvement		Matériel d'échantillon	Expéditeur d'échantillon, Matériel et position du dépôt, Littérature
Sample number of laboratory	Age determination (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	sampling site		Material of sample	Submitter of sample, Material and position, Literature
			N	E	..	
Hv 5617	4 715±295	-23,1	24° 02'	9° 31'	Hk	Gabriel, B., Holzkohle aus neolithischem Feuerplatz der Serir Djanet. Lit. Gabriel, B. (1977, S. 11)
Hv 5618	5 960±195	-23,0	24° 34'	9° 27'	Hk	Gabriel, B., Holzkohle aus neolithischem Feuerplatz bei Djanet. Lit. Gabriel, B. (1977, S. 11)
Hv 5619	7 535±475	-25,2	30° 42'	2° 53'	Hk	Gabriel, B., Holzkohle aus Steinplatz bei El Golea. Lit. Gabriel, B. (1977, S. 11)
Hv 5622	5 000±215	-	30° 43'	2° 52'	Hk	Gabriel, B., Holzkohle aus Steinplatz bei El Golea. Lit. Gabriel, B. (1977, S. 11)
Hv 5623	10 100±450	-23,2	30° 43'	2° 52'	Ko	Gabriel, B., Roubet, F. E., Knochen von einem Aterien-Fundplatz bei Algier
Hv 6973	730±80	-12,2	33° 13'	9° 16'	Hk	Gabriel, B., Steinplatz bei Bir Hadj Brahim. Lit. Gabriel, B. (1977 a, S. 240)
Hv 6974	130±120	-13,5	33° 17'	9° 10'	Hk	Gabriel, B., Steinplatz bei Smidet Ziné. Lit. Gabriel, B. (1977 a, S. 240)
Hv 6975	685±130	-21,9	33° 18'	9° 13'	Hk	Gabriel, B., Steinplatz bei Bir Bou Bakr. Lit. Gabriel, B. (1977 a, S. 240)
Hv 6976	295±40	-24,4	33° 46'	9° 10'	Hk	Gabriel, B., Steinplatz bei Kebili km 97. Lit. Gabriel, B. (1977 a, S. 240)
Hv 6977	250±50	-24,3	33° 52'	9° 43'	Hk	Gabriel, B., Holzkohle aus Lagerfeuerplatz des Djebel Aziza. Lit. Gabriel, B. et al. (1977 a, S. 229)
Hv 6978	950±55	-23,7	33° 52'	9° 43'	Hk	Gabriel, B., Verbrannter Palmenstamm aus Rückzugssiedlung Djebel Aziza. Lit. Gabriel, B. et al. (1977 a, S. 228)
Hv 6979	415±130	-22,7	33° 52'	9° 43'	Hk	Gabriel, B., Holzkohle aus Mörtel des Hauptgebäudes am Djebel Aziza. Lit. Gabriel, B. et al. (1977 a, S. 229)
Hv 6980	1 965±420	-22,8	26° 35'	13° 10'	Ko	Gabriel, B., Knochen aus Garamantengrab im Wadi Adjal. Lit. Gabriel, B. (1981, Festschrift Balout)
Hv 6981	905±180	-22,3	26° 35'	13° 05'	Hk	Gabriel, B., Dattelkerne aus einer Schicht im Profil von Germa, Wadi Adjal.
Hv 6982	485±155	-25,5	33° 53'	9° 38'	Hk	Gabriel, B., Holzkohle aus einer Kulturschicht 1,0 m unter Top in Ben Galouf. Lit. Gabriel, B. (1977 a, S. 170)
Hv 6983	535±85	-24,5	33° 53'	9° 38'	Hk	Gabriel, B., Holzkohle aus einer Kulturschicht 1,5 m unter Top in Ben Galouf (vgl. Hv 6982). Lit. Gabriel, B. (1977 a, S. 170)
Hv 8240	6 410±90	-25,6	25° 14'	30° 03'	Hk	Gabriel, B.; Pachur, H. J., Feuerstelle in einer Schicht der Playa-Sedimente von Kharga
Hv 8241	6 405±325	-24,6	24° 14'	27° 25'	Hk	Gabriel, B.; Pachur, H. J., Steinplatz an den Playas der Abu-Ballas-Schichtstufe, SW-Ägypten
Hv 8242	3 830±365	-24,8	23° 11'	26° 02'	Hk	Gabriel, B.; Pachur, H. J., Steinplatz im Gilf Kebir, SW, Ägypten
Hv 8690	7 405±275	-24,7	24° 22'	27° 17'	Hk	Pachur, H. J., Holzkohle von der Oberfläche einer Playa, neolithischer Fundplatz

Probenbezeichnung des Labors	Alter in Jahren vor 1950 (a. B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Fundort nach Geographischen Koordinaten		Probenmaterial	Probeneinsender, Material und Lagerung, Literatur
Numéro d'échantillon du laboratoire	Age en années avant 1950 (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Lieu de prélèvement		Matériel d'échantillon	Expéditeur d'échantillon, Matériel et position du dépôt, Littérature
Sample number of laboratory	Age determination (B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	sampling site		Material of sample	Submitter of sample, Material and position, Literature
			N	E	**	
Hv 8691	8 195±115	-25,7	24° 22'	27° 17'	Hk	Pachur, H. J., Holzkohle aus gefrittetem Playasediment, Oberfläche
Hv 8694	7 790±340	-25,7	24° 22'	30° 07'	Hk	Pachur, H. J., Holzkohle aus gefritteten Tonen aus Playasedimenten, ca. 0,50 m Tiefe
Hv 9424	4 325±550	-26,5	21° 30'	17° 00'	Hk	Rønneseth, O., Holzkohle aus Kulturschicht C der Wüstung Helgeda 0,70 m unter Top. Lit. Rønneseth, O. (1982, S. 40)
Hv 10947	2 915±150	-18,6	14° 12'	27° 58'	Ko	Jäkel, D., 16. 3. 1981, Knochen aus vorzeitlicher Abfallgrube
Hv 10950	123,5±1,4 Modern	-14,7	14° 12'	27° 58'	O	Jäkel, D., 15. 1. 1981, Tonscherbe von Berg Djebel Assena
Hv 10951	3 975±480	-19,3	14° 12'	27° 58'	O	Jäkel, D., 26. 1. 1981, Tonscherbe von Qoz am Djebel Abu Toman

Probenmaterial für ^{14}C -Datierungen BaCO_3
für ^3H -Konzentration H_2O

C. Hydrologie

Probenbezeichnung des Labors	Alter in Jahren vor 1950 (a. B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ in ‰	Fundort nach Geographischen Koordinaten		Proben-Nr. für Bh	^3H -Konzentration	Einsender, Bemerkungen
			N	E			
-	-	-	12° 07'	15° 02'	Bh 808	102,3±1,8	Obenauf, K. P., 13. 9. 1970, Regen in N'Djamena Lit. Geyh, M.A. & Obenauf, K. P. (1974, S. 70-91)
Hv 4327	980±105	-8,4	21° 20' 10"	16° 59' 15,7"	Bh 1025	26,0±1,8	Obenauf, K. P., 9. 2. 1971. Lit. Geyh, M.A. & Obenauf, K. P. (1974, S. 70-91)
Hv 4328	3 730±75	-5,5	21° 21' 32,4"	16° 59' 53,1"	Bh 1026	7,2±0,8	Obenauf, K. P., 12. 2. 1971, Lit. Geyh, M.A. & Obenauf, K. P. (1974, S. 70-91)
Hv 4329	4 790±55	-4,8	21° 21' 33"	16° 59' 36,5"	Bh 1027	34,4±1,9	Obenauf, K. P., 15. 2. 1971 Lit. Geyh, M.A. & Obenauf, K. P. (1974, S. 70-91)
Hv 4330	rezent (101,1±1,1 modern)	-7,2	21° 17' 09"	16° 52' 25,2"	Bh 1028	69,6±2,3	Obenauf, K. P., 27. 2. 1971, Lit. Geyh, M.A. & Obenauf, K. P. (1974, S. 70-91)
Hv 4331	3 860±110	-3,5	21° 20' 36,5"	17° 00' 20"	Bh 1029	53,2±2,1	Obenauf, K. P., 1. 3. 1971 Lit. Geyh, M.A. & Obenauf, K. P. (1974, S. 70-91)
Hv 4332	1 810±190	-8,2	21° 21' 46,5"	16° 57' 48,7"	Bh 1030	109,1±3,0	Obenauf, K. P., 14. 3. 1971 Lit. Geyh, M.A. & Obenauf, K. P. (1974, S. 70-91)
-	-	-	21° 21' 08"	17° 00' 04,4"	Bh 1031	88,6±2,6	Obenauf, K. P., 12. 1. 1971, Regen in Bardai Lit. Geyh, M.A. & Obenauf, K. P. (1974, S. 70-91)
-	-	-	21° 21' 08"	17° 00' 04,4"	Bh 1032	207,6±4,7	Obenauf, K. P., 16. 5. 1971, Regen in Bardai Lit. Geyh, M.A. & Obenauf, K. P. (1974, S. 70-91)
Hv 4818	7 910±670	-2,7	21° 21' 08"	17° 00' 04,4"	Bh 1291	<2,1	Obenauf, K. P., 5. 1. 1971 Lit. Geyh, M.A. & Obenauf, K. P. (1974, S. 70-91)
Hv 4819	5 545±135	-3,2	21° 21' 15,8"	16° 59' 50,5"	Bh 1292	7,0±0,6	Obenauf, K. P., 8. 1. 1971 Lit. Geyh, M.A. & Obenauf, K. P. (1974, S. 70-91)
Hv 4820	rezent (114,8±1,5 modern)	-7,9	21° 21' 17,4"	16° 58' 38,3"	Bh 1293	4,8±0,9	Obenauf, K. P., 3. 2. 1971 Lit. Geyh, M.A. & Obenauf, K. P. (1974, S. 70-91)

Proben- bezeichnung des Labors	Alter in Jahren vor 1950 (a. B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ in ‰	Fundort nach Geographischen Koordinaten		Proben-Nr. für Bh	^3H - Konzentration	Einsender, Bemerkungen
			N	E			
Hv 4821	2 765±135	-6,2	21° 20' 53,1''	16° 59' 54,8''	Bh 1294	<2,2	Obenauf, K. P., 16. 1. 1971 Lit. Geyh, M. A. & Obenauf, K. P. (1974, S. 70-91)
Hv 4822	rezent	-	21° 21' 16''	16° 59' 30''	Bh 1295	19,6±1,5	Obenauf, K. P., 10. 1. 1971 Lit. Geyh, M.A. & Obenauf, K. P. (1974, S. 70-91)
Hv 4823	rezent (114,0±1,4 modern)	-13,4	21° 20' 31,5''	16° 59' 17,4''	Bh 1296	12,6±1,2	Obenauf, K. P., 7. 2. 1971 Lit. Geyh, M.A. & Obenauf, K. P. (1974, S. 70-91)
Hv 4824	rezent (110,6±1,5 modern)	-0,5	21° 20' 46,5''	16° 59' 23,5''	Bh 1297	35,4±1,8	Obenauf, K. P., 11. 2. 1971 Lit. Geyh, M.A. & Obenauf, K. P. (1974, S. 70-91)
Hv 4825	345±80	-	21° 20' 55,6''	16° 59' 20''	Bh 1298	12,1±2,0	Obenauf, K. P., 18. 2. 1971 Lit. Geyh, M.A. & Obenauf, K. P. (1974, S. 70-91)
Hv 4826	960±70	-6,6	21° 20' 46,5''	16° 58' 59,2''	Bh 1299	<2,3	Obenauf, K. P., 21. 2. 1971 Lit. Geyh, M.A. & Obenauf, K. P. (1974, S. 70-91)
Hv 4827	rezent (119,6±1,5 modern)	-8,4	21° 21' 03,3''	16° 58' 54,8''	Bh 1300	<1,2	Obenauf, K. P., 23. 2. 1971 Lit. Geyh, M.A. & Obenauf, K. P. (1974, S. 70-91)
Hv 4828	2 520±120	-5,5	21° 21' 25,7''	16° 58' 32,2''	Bh 1301	87,3±2,7	Obenauf, K. P., 25. 2. 1971 Lit. Geyh, M.A. & Obenauf, K. P. (1974, S. 70-91)
-	-	-	21° 21' 08''	17° 00' 04,4''	Bh 1860	92,8±2,7	Jäkel, D., 25. 3. 1973, aus Tamariskenblättern extrahiertes Wasser
-	-	-	21° 21' 08''	17° 00' 04,4''	Bh 1861	17,2±2,0	Jäkel, D., 19. 3. 1973, aus Luzerne extrahiertes Wasser, die aus Bh 1862 bewässert wurde
-	-	-	21° 21' 08''	17° 00' 04,4''	Bh 1862	4,1±1,3	Jäkel, D., 17. 3. 1973, Wasser aus Stationsbrunnen Bardai
Hv 5628	6 595±130	-8,1	21° 21' 19''	16° 59' 49''	Bh 1846	8,4±0,7	Jäkel, D., 20. 3. 1973, stark genutzter Brunnen, pH 7,5, Temp. 24,5° C
Hv 5629	6 730±135	-3,6	21° 20' 46''	17° 00' 11''	Bh 1847	18,7±1,4	Jäkel, D., 21. 3. 1973, Brunnen in bewässertem Garten, Tiefe 3,0 m, pH 7,5, Temp. 25,2° C
Hv 5630	8 585±180	-2,3	21° 20' 20''	17° 01' 06''	Bh 1848	14,4±1,3	Jäkel, D., 22. 3. 1973, Brunnen im Enneri Dougué, Tiefe 1,5 m, pH 7,0, Temp. 19,8° C
Hv 5631	9 495±160	-3,0	21° 20' 53''	17° 01' 02''	Bh 1849	60,5±1,5	Jäkel, D., 22. 3. 1973, Brunnen Mittelwasserbett E. Bardagué, Tiefe 2,0 m, pH 7,5, Temp. 26,2° C
Hv 5632	3 060±235	-3,8	21° 20' 15''	17° 00' 55''	Bh 1850	<2,0	Jäkel, D., 22. 3. 1973, Brunnen im Nebental des E. Dougué, Tiefe 6,5 m, kaum genutzt, pH 6,5, Temp. 24,5° C
Hv 5633	7 325±335	-1,8	21° 21' 22''	17° 02' 12''	Bh 1851	41,9±1,1	Jäkel, D., 23. 3. 1973, Wasserstelle Schelai Oberflächenabfluß, pH 7,5, Temp. 17,4° C
Hv 5634	9 375±90	-4,9	21° 22' 08''	17° 03' 31''	Bh 1852	5,1±1,1	Jäkel, D., 23. 3. 1973, Brunnen eines bewässerten Gartens, Hochwasserbett, Tiefe 3,0 m, pH 7,0, Temp. 24,8° C
Hv 5635	4 345±155	-0,7	21° 21' 42''	17° 03' 03''	Bh 1853	<1,2	Jäkel, D., 23. 3. 1973, offene Wasserstelle im E. Zoumri, pH 7,5, Temp. 25,9° C
Hv 5636	7 965±90	-7,9	21° 22' 05''	17° 04' 20''	Bh 1854	<2,0	Jäkel, D., 24. 3. 1973, Brunnen in bewässertem Garten, Tiefe 5,0 m, pH 7,0, Temp. 20,8° C
Hv 5637	8 485±180	-3,5	21° 21' 35''	17° 04' 30''	Bh 1855	10,4±0,9	Jäkel, D., 24. 3. 1973, Brunnen in ungenutztem Garten, Tiefe 4,0 m, pH 7,0, Temp. 25,8° C
Hv 5638	9 480±385	-0,7	21° 21' 04''	17° 04' 31''	Bh 1856	14,5±0,8	Jäkel, D., 25. 3. 1973, Brunnen in neu angelegtem Garten, Tiefe 2,5 m, pH 7,5, Temp. 23,1° C
Hv 5639	-	-	21° 21' 36''	17° 05' 15''	Bh 1857	<1,8	Jäkel, D., 27. 3. 1973, Brunnen ungenutzt in Palmehain, Tiefe 5,0 m, pH 7,0, Temp. 24,4° C

Proben- bezeichnung des Labors	Alter in Jahren vor 1950 (a. B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ in ‰	Fundort nach Geographischen Koordinaten		Proben-Nr. für Bh	^3H - Konzentration	Einsender, Bemerkungen
			N	E			
Hv 5640	3 675±240	-7,3	21° 24' 30''	17° 01' 00''	Bh 1858	<1,4	Jäkel, D., 27. 3. 1973, Brunnen in bewässertem Pamengarten in Zougra, Tiefe 7,5 m, pH 7,0, Temp. 25,8° C
Hv 5641	—	—	21° 25' 00''	17° 01' 30''	Bh 1859	<2,1	Jäkel, D., 27. 3. 1973, Brunnen am Rande eines rezenten Schwemmfächers in Zougra, Tiefe 7,5 m, pH 7,0, Temp. 18,4° C
Hv 5819	4 645±125	-8,0	21° 21' 23''	17° 05' 10''	Bh 1941	443,6±6,2	Jäkel, D., 25. 3. 1973, Brunnen an der Mündung des Enneri Moussoui, Tiefe 2,5 m, pH 7,5, Temp. 25,2° C
Hv 5820	3 660±100	-4,0	21° 20' 54''	17° 01' 34''	Bh 1942	<2,1	Jäkel, D., 26. 3. 1973, Brunnen in aufgelassenem Garten, Tiefe 5,0 m, pH 7,0, Temp. 23,1° C
Hv 5821	2 865±430	—	21° 22' 23''	17° 04' 30''	Bh 1943	<2,0	Jäkel, D., 27. 3. 1973, Brunnen in aufgelassenem Garten, Tiefe 7,4 m, pH 7,5, Temp. 24,3° C
—	—	—	28° 50'	15° 35'	Bh 1885	7,9±1,4	Frank, M., 23. 3. 1973, Brunnen Bir al Washka, Tiefe 7,0 m, pH 7,18, Temp. 21° C
—	—	—	26° 22'	15° 47'	Bh 1886	5,0±0,8	Frank, M., 24. 3. 1973, Brunnen Tmessah direkt neben Sanddüne, Tiefe ~10,0 m, pH 7,3, Temp. 22° C
Hv 5858	—	-3,4	24° 54'	17° 45'	Bh 1887	21,2±1,6	Frank, M., 27. 3. 1973, Oasensee Wau en Namus, pH 8,6, Temp. 21° C
Hv 5859	5 210±145	-10,0	25° 43'	21° 08'	Bh 1888	<2,3	Frank, M., 1. 4. 1973, Wasserschurf in den Ausläufern des Oasengebietes Tazerbo, 0,6 m Tiefe, pH 7,8, Temp. 21,3° C
Hv 5860	200±110	-13,8	24° 55'	22° 02'	Bh 1889	<2,3	Frank, M., 2. 4. 1973, Wasserschurf etwa 3 m neben See in Bzeema, Tiefe 0,4 m, pH 6,5, Temp. 22° C
Hv 5861	107,6±1,4 modern	-11,3	24° 14'	21° 59'	Bh 1890	<1,4	Frank, M., 3. 4. 1973, Wasserschurf neben Ruine in Rebiana, Tiefe 0,4 m, pH 7,6, Temp. 22,7° C
—	—	—	25° 43'	21° 07'	Bh 1891	15,4±0,7	Frank, M., 4. 4. 1973, Oberflächenwasser aus Sebkhä Tazerbo, pH 8,6, Temp. 12,2° C
Hv 6326	2 135±60	-3,5	13° 00'	15° 44'	Bh 2092	<1,8	Jäkel, D., 6. 9. 1973, zementierter Brunnen Massakory, pH 7,4
Hv 6327	530±50	-3,9	13° 52'	14° 16'	Bh 2100	35,3±1,7	Jäkel, D., 11. 9. 1973, Brunnen mit Pumpe, 13,0 m Tiefe, Liwa, pH 7,0
Hv 6328	1 780±60	-6,9	14° 03'	14° 23'	Bh 2101	<1,9	Jäkel, D., 11. 9. 1973, Brunnen in Gim, 3,0 m Tiefe, pH 6,8
Hv 6329	—	-4,7	15° 26'	14° 27'	—	—	Jäkel, D., 14. 9. 1973, Brunnen in Ntiona, 7,2 m Tiefe, pH 6,5
Hv 6330	445±70	-7,7	15° 08'	14° 19'	Bh 2108	9,1±0,7	Jäkel, D., 14. 9. 1973, Naturbrunnen in Mao, 3,3 m Tiefe, pH 7,0
Hv 6331	6 430±80	-7,0	13° 39'	16° 29'	Bh 2114	<3,2	Jäkel, D., 17. 9. 1973, Tiefbrunnen GW Moussoro, pH 6,8
Hv 6332	8 215±160	-14,6	17° 55'	19° 07'	Bh 2117	<1,8	Jäkel, D., 27. 9. 1973, Artesische Quelle, zementiert in Faya-Largeau, pH 6,5
—	—	—	17° 55'	19° 08'	Bh 2118	<1,7	Jäkel, D., 4. 10. 1973, Brunnen Offizierskasino Faya-Largeau
—	—	—	12° 42'	15° 34'	Bh 2091	<1,8	Jäkel, D., 6. 9. 1973, FED Brunnen Bir Barka, Tiefe ~40 m, pH 7,4
—	—	—	13° 20'	15° 40'	Bh 2093	4,9±0,6	Jäkel, D., 6. 9. 1973, Brunnen Am Dobak, Tiefe 6,1 m, pH 6,8
—	—	—	13° 38' 50''	15° 44' 20''	Bh 2094	29,4±1,7	Jäkel, D., 7. 9. 1973, FED Brunnen No. N 3, Arounanga, Tiefe 12,85 m, pH 7,2

Proben- bezeichnung des Labors	Alter in Jahren vor 1950 (a. B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ in ‰	Fundort nach Geographischen Koordinaten		Proben-Nr. für Bh	^3H - Konzentration	Einsender, Bemerkungen
			N	E			
–	–	–	13° 39'	15° 23'	Bh 2095	4,8±0,8	Jäkel, D., 7. 9. 1973, Viehtränke Ngouri, Tiefe 4,0 m, pH 6.8
–	–	–	18° 50'	7° 20'	Bh 2096	<2,3	Jäkel, D., 12. 3. 1975, Oberflächenwasser aus Urantagebau Arlit
–	–	–	13° 35'	14° 51'	Bh 2097	<1,9	Jäkel, D., 8. 9. 1973, Offene Wasserstelle Ngarangou, Tiefe 1,5 m, pH 7.0
–	–	–	13° 37'	14° 05'	Bh 2098	8,5±0,9	Jäkel, D., 10. 9. 1973, Brunnen Haikoulou, Tiefe 4,9 m, pH 7.0
–	–	–	13° 41'	14° 17'	Bh 2099	<1,8	Jäkel, D., 11. 9. 1973, Wasserstelle Kaya, Tiefe 2,0 m, pH 8.9
–	–	–	14° 15'	14° 22'	Bh 2102	6,5±0,9	Jäkel, D., 12. 9. 1973, Naturbrunnen Rig Rig, Tiefe 5,65 m, pH 6.5
–	–	–	14° 24'	14° 17'	Bh 2103	<2,0	Jäkel, D., 12. 9. 1973, FED Brunnen NO 9, Bou Loumey, Tiefe 14,7 m, pH 6.5
–	–	–	14° 29'	14° 35'	Bh 2104	6,8±0,8	Jäkel, D., 13. 9. 1973, FED Brunnen NO 16 Tiefe 35,45 m, pH 7.0
–	–	–	14° 35'	14° 48'	Bh 2105	<0,9	Jäkel, D., 13. 9. 1973, Brunnen in Nokou FED NO 15, Tiefe 5,9 m, pH 6.8
–	–	–	14° 33'	15° 10'	Bh 2106	3,9±0,6	Jäkel, D., 14. 9. 1973, FED Brunnen M 7 Malamboko, Tiefe 19,0 m, pH 6.5
–	–	–	21° 21' 08''	17° 00' 04,4''	Bh 2107	35,0±1,7	Jäkel, D., 24. 1. 1974, Regen in Bardai
–	–	–	14° 03'	15° 51'	Bh 2109	<1,6	Jäkel, D., 15. 9. 1973, FED Brunnen M 4 Kamakaye, Tiefe 17,1 m, pH 6.5
–	–	–	14° 24'	16° 52'	Bh 2111	26,6±1,4	Jäkel, D., 16. 9. 1973, FED Brunnen A 10 Dourgoulinga, Tiefe 20,4 m, pH 7.4
–	–	–	14° 18'	17° 01'	Bh 2112	22,5±1,4	Jäkel, D., 16. 9. 1973, FED Brunnen S 14 Kitri, Tiefe 20,2 m, pH 8.1
–	–	–	14° 16'	17° 20'	Bh 2113	<1,3	Jäkel, D., 16. 9. 1973, Brunnen Bir Libri, Tiefe 26,0 m, pH 7.6
–	–	–	13° 38'	16° 29'	Bh 2115	12,0±1,5	Jäkel, D., 18. 9. 1973, Brunnen FED MO 2 Moussoro, Tiefe 13,2 m, pH 6.5
–	–	–	13° 41'	16° 13'	Bh 2116	4,6±0,8	Jäkel, D., 18. 9. 1973, FED Brunnen MO 1, Tiefe 20,5 m, pH 7.4
Hv 6484	6 700±100	-3,5	21° 20' 47''	17° 01' 24''	Bh 2206	<1,6	Jäkel, D., 22. 3. 1973, Brunnen in Palmen- garten, Tiefe 7,0 m, pH 6.5, Temp. 21,1° C
Hv 6485	5 320±70	-1,3	21° 21' 35''	17° 02' 50''	Bh 2207	2,9±0,9	Jäkel, D., 23. 3. 1973, Wasserloch im Niedrigwasserbett E. Zoumri, Tiefe 0,2 m, pH 7.5, Temp. 22,0° C
Hv 6486	7 015±90	–	21° 22' 19''	17° 04' 13''	Bh 2208	<1,4	Jäkel, D., 24. 3. 1973, Brunnen in bewässertem Garten, Tiefe 6,0 m, pH 7.0, Temp. 27,3° C
Hv 6487	10 815±240	+0,7	21° 21' 25''	17° 04' 50''	Bh 2209	22,8±0,8	Jäkel, D., 25. 3. 1973, Oberflächenwasser des Teiches in Zoui, pH 7.5, Temp. 26,0° C
Hv 6488	6 385±90	-3,8	21° 21' 57''	17° 04' 35''	Bh 2210	<1,3	Jäkel, D., 26. 3. 1973, Brunnen in Palmenhain Zoui, Tiefe 5,0 m, Temp. 20,2° C
Hv 6489	9 295±95	-0,3	21° 21' 35''	17° 04' 02''	Bh 2211	46,4±1,1	Jäkel, D., 26. 3. 1973, Brunnen in bewässertem Garten, Tiefe 5,5 m, pH 7.5, Temp. 26,0° C
Hv 6570	19 900±210	-8,4	28° 30'	17° 30'	Bh 2329	<0,9	Dr. Zeino, Brunnen Zella 1
Hv 6571	13 600±1100	-9,5	26° 35'	12° 45'	Bh 2330	<1,7	Dr. Zeino, Ubari 57
Hv 6572	17 900±1300	-13,2	26° 15'	14° 45'	Bh 2331	<2,4	Dr. Zeino, U 2 a
Hv 6573	33 400±1950	-13,3	29° 20'	15° 40'	Bh 2333	<2,4	Jäkel, D., 13. 12. 1974, Artesischer Brunnen Socna, pH 6.0

Proben- bezeichnung des Labors	Alter in Jahren vor 1950 (a. B. P.)	$\delta^{13}\text{C}$ in ‰	Fundort nach Geographischen Koordinaten		Proben-Nr. für Bh	^3H - Konzentration	Einsender, Bemerkungen
			N	E			
Hv 6574	33 350±1850	-3,9	29° 15'	15° 35'	Bh 2332	<1,8	Jäkel, D., 12. 12. 1974, Tiefbrunnen Joufrah, pH 6.0
Hv 6738	10 220±215	-6,8	29° 10'	15° 38'	Bh 2334	<0,9	Jäkel, D., 12. 12. 1974, Viehtränke Fergian, zementiert, 7,78 m Tiefe, pH 5.0
Hv 6739	7 390±725	-9,6	26° 05'	14° 55'	Bh 2335	<1,8	Jäkel, D., 18. 12. 1974, Tiefbrunnen Agrarprojekt Umm el Araneb
Hv 6740	7 290±580	-11,2	26° 05'	14° 54'	Bh 2336	<1,8	Jäkel, D., 18. 12. 1974, Tiefbrunnen Agrarprojekt Umm el Araneb
Hv 8631	—	—	28° 50'	15° 35'	Bh 3357	<1,3	Jäkel, D., 20. 11. 1977, Brunnen Bir al Washka, zu wenig CO ₂ für eine Datierung
Hv 8632	—	-5,7	29° 07'	15° 45'	Bh 3358	<2,3	Jäkel, D., 21. 11. 1977, Artesischer Tufbrunnen Socna wie Hv 6573 wegen Verschmutzung nicht meßbar.
Hv 8633	4 075±190	-5,6	29° 07'	15° 34'	Bh 3359	<2,4	Jäkel, D., 21. 11. 1977, Brunnen Bir Mathrit, Tiefe 3,40 m
Hv 8634	12 080± ²⁰²⁰ ₃₁₅₀	-6,0	28° 59'	15° 41'	Bh 3360	<1,3	Jäkel, D., 27. 11. 1977, Tiefbrunnen Pumpstation Unit 2 Joufrah
Hv 8635	9 570±585	-5,5	29° 00'	15° 40'	Bh 3389	<1,2	Jäkel, D., 27. 11. 1977, Brunnen Fergian wie Hv 6738
Hv 8636	28 700± ¹⁰⁶⁵ ₉₄₀	-5,5	28° 59'	15° 41'	Bh 3390	<1,2	Jäkel, D., 8. 12. 1977, Tiefbrunnen Pumpstation Unit 3 Joufrah wie Hv 6574
Hv 8637	12 970±265	-6,9	29° 00'	15° 40'	Bh 3440	<1,3	Jäkel, D., 9. 12. 1977, Brunnen Fergian Viehtränke, Tiefe 5,00 m
—	—	—	29° 00'	15° 40'	Bh 3441	22,2±0,9	Jäkel, D., 12. 11. 1977, Regenwasser
—	—	—	21° 21' 30"	17° 00' 00"	Bh 2504	<2,1	Jäkel, D., 20. 3. 1973, Brunnen neben Moschee in Bardai, pH 7.5, Temp. 22,1° C
—	—	—	21° 20' 40"	17° 00' 39"	Bh 2505	60,0±2,2	Jäkel, D., 21. 3. 1973, Offene Wasserstelle 0,20 m tief an der Mündung des Enneri Dougué pH 7.5, Temp. 20,2° C
—	—	—	21° 22' 16"	17° 04' 14"	Bh 2506	<2,3	Jäkel, D., 24. 3. 1973, Brunnen in gerade wieder genutztem Garten Tiefe 2,0 m, pH 7.0, Temp. 21,0° C
—	—	—	21° 21' 15"	17° 04' 28"	Bh 2507	<2,5	Jäkel, D., 25. 3. 1973, Stark genutzter Brunnen, Tiefe 2,5 m, pH 7.5, Temp. 21,6° C
—	—	—	21° 25' 30"	17° 01' 30"	Bh 2508	<1,0	Jäkel, D., 27. 3. 1973, Brunnen in Zougra
—	—	—	14° 12'	27° 58'	Bh 4866	27,9±1,4	Jäkel, D., 16. 3. 1981, Brunnen im Lake Umm Badr, neben Mokeff. Tiefe 6,90 m
—	—	—	14° 12'	27° 58'	Bh 4867	92,6±2,3	Jäkel, D., 16. 3. 1981, Brunnen im Lake Umm Badr. Tiefe: 4,85 m
—	—	—	14° 12'	27° 58'	Bh 4868	44,7±1,8	Jäkel, D., 16. 3. 1981, Brunnen in Edith Moya. Tiefe: 1,30 m

Anschriften der Autoren:

**Prof. Dr. Mebus A. Gey,
Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung,
Stilleweg 2, D-3000 Hannover 51**

**Prof. Dr. Dieter Jäkel,
Institut für Physische Geographie
der Freien Universität Berlin,
Grunewaldstraße 35, D- 1000 Berlin 41**

Verzeichnis der aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti erschienenen großmaßstäbigen Karten, Aufsätze (A), Mitteilungen (M) und Monographien (Mo)

von Dieter Jäkel

1. Auf der Basis unkontrollierter Luftbildpläne hergestellte Karten¹

- BÖTTCHER, U. (1969): 1:100 000. Die Terrassen im Wouri und Misky (BGA, 8)²
- BRIEM, E. (1976): 1:200 000. Geologisch-morphologische Übersichtskarte des Enneri Wouri (Tibesti) (BGA, 26)
- BRUSCHEK, G. (1982): 1:150 000. Geologie des Zentraltibesti, Tarso Musue, Tarso Idri, Tarso Tori, Tarso Voon, Soborom, Tarso Tiri (BGA, 32)
- BUSCHE, D. (1973): 1:25 000. Flußflächen am Westrand der Flugplatzebene bei Bardai (Tibesti-Gebirge) (BGA, 18)
- BUSCHE, D. (1973): 1:20 000. Fläche in der Umgebung von Bardai (Tibesti) (BGA, 18)
- BUSCHE, D. (1973): 1:20 000. Fußflächenbereich bei Yebbigué/Tibesti (BGA, 18)
- BUSCHE, D. (1973): 1:20 000. Pedimentbucht am E. Zoumri östlich Zoui/Tibesti (BGA, 18)
- ERGENZINGER, P. (1976): 1:200 000. Geomorphologische Karte des Misky-Gebietes (Süd-Tibesti-Gebirge) Rep. du Tchad (BGA, 23)
- GRUNERT, J. (1975): 1:75 000. Geomorphologische Karte vom Einzugsgebiet des Yebbigué (Tibesti-Gebirge) Rep. du Tchad (BGA, 22)
- HAGEDORN, H. (1971): 1:200 000. Höenschichtenkarte Bèmbéché (Z. Geomorph., N. F., Suppl. Bd. 11)
- JÄKEL, D. (1971): 1:100 000. Enneri Bardagué-Arayé, Tibesti nach einem unkontrollierten Luftbildplan 1:50 000 (4 Teile) (BGA, 10)
- JÄKEL, D. (1971): 1:200 000. Karte des Enneri Arayé (Tibesti) im Endpfannenbereich (BGA, 10)
- JÄKEL, D. (1982): 1:53 500. Hydrologische Karte des Enneri Zoumri-Bardagué in der Umgebung von Bardai (BGA, 32)
- JANNSEN, G. (1970): 1:25 000. Morphologische Karte des nördlichen Tarso-Voon-Randes (BGA, 9)
- JANNSEN, G. (1970): 1:100 000. Gewässernetz nördlicher Tarso-Voon-Rand mit Geologie (BGA, 9)
- MOLLE, H. G. (1969): 1:100 000. Karte der Terrassen des Enneri Zoumri (BGA, 8)
- MOLLE, H. G. (1979): 1:20 000. Geomorphologische Karte des Beckens von Bardai zwischen Bardai und Zoui (BGA, 25)
- OBENAUF, P. (1971): 1:50 000. Enneri Nemagayesko (7 Teile), Oberes Enneri Oudingueur (I), (II), Unteres Enneri Oudingueur (I), (II), (III), Enneri Toudoufou, Enneri Gonoa (BGA, 12)

2. Auf der Basis kontrollierter Luftbildpläne über Radialschlitztriangulation hergestellte Karten

- ROLAND, N. W. (1976): 1:50 000. Photogeologische Karte des Trou-au-Natron-Gebietes (Tibesti-Gebirge, Zentral-Sahara) (BGA, 24)
- ROLAND, N. W. (1973): 1:50 000. Photogeologische Karte der Umgebung von Aozou (Tibesti-Gebirge, Zentral-Sahara) (BGA, 19)
- ROLAND, N. W. (1973): 1:50 000. Photogeologische Karte des Gebietes südlich Bardai (Tibesti-Gebirge, Zentral-Sahara) (BGA, 19)

¹ Zur Lage dieser Karten vgl. Übersichtskarte, S. 177

² Die Karte erschien als Beilage in den Berliner Geographischen Abhandlungen (BGA), Heft 8.

- SALACHOURIAN, M. H. (1975): 1:50 000. Photogeologische Karte des Gebietes nördlich vom Enneri Dilenao (BGA, 32)
- STOCK, P. (1972): 1:100 000. Photogeologische Karte des Gebietes nördlich von Bardai, Tchad (BGA, 14)
- STOCK, P. (1972): 1:100 000. Tektonische Karte des Gebietes nördlich von Bardai, Tchad. (BGA, 14)
- STOCK, P. (1972): 1:50 000. Photogeologische Karte. Entwässerungsnetz im Bereich des Arogoud (BGA, 14)
- STOCK, P.; PÖHLMANN, G. (1969): 1:50 000. Ofouni (BGA, 14)
- TEHRANI, R. H. M. (1975): 1:50 000. Photogeologische Karte des Gebietes südlich vom Enneri Dilenao (BGA, 32)

3. Auf der Basis photogrammetrischer Auswertung und Geländetriangulation hergestellte topographische Karten

- MESSERLI, B.; INDERMÜHLE, D.; ZURBUCHEN, M. (1969): 1:25 000. Emi Koussi, Tibesti, Sahara (BGA, 16)
- PÖHLMANN, G. (1967): 1:4000. Bardai (BGA, 8)
- PÖHLMANN, G. (1967): 1:25 000. Bardai (BGA, 8)

4. Auf der Basis geodätischer Vermessungen hergestellte Profile

Vermessungsarbeiten wurden 1965, 1967 und 1968 durchgeführt. Sie bildeten neben Luftbildern die Grundlagen für die topographischen Karten 1:25 000 Bardai, 1:4000 Bardai und 1:25 000 Emi Koussi. Dazu wurden über 150 km auf der Talsohle des Enneri Zoumri-Bardagué-Arayé ein Nivellement vermessen, das über die Gefälleverhältnisse eines Wüstentales und 60 Querprofile genauen Aufschluß gibt und im Maßstab 1:50 000 veröffentlicht ist (BGA, 10).

5. Veröffentlichte Aufsätze (A), Mitteilungen (M) und Monographien (Mo)

- BÖTTCHER, U. (1969): Die Akkumulationsterrassen im Ober- und Mittellauf des Enneri Misky (Südtibesti). – Berliner Geogr. Abh., Heft 8, S. 7-21, 5 Abb., 9 Fig., 1 Karte, Berlin (A)
- BÖTTCHER, U.; ERGENZINGER, P.-J.; JAECKEL, S. H. (†) und KAISER, K. (1972): Quartäre Seebildungen und ihre Mollusken-Inhalte im Tibesti-Gebirge und seinen Rahmenbereichen der zentralen Ostsahara. – Zeitschr. f. Geomorph., N. F., Bd. 16, Heft 2, S. 182-234, 4 Fig., 4 Tab., 3 Mollusken-Tafeln, 15 Photos, Stuttgart (A)
- BRIEM, E. (1976): Beiträge zur Talgenese im westlichen Tibesti-Gebirge. – Berliner Geogr. Abh., Heft 24, S. 45-54, 7 Fig., 21 Abb., 1 Karte, Berlin (A)
- BRIEM, E. (1977): Beiträge zur Genese und Morphodynamik des ariden Formenschatzes unter besonderer Berücksichtigung des Problems der Flächenbildung am Beispiel der Sandschwemmebenen in der östlichen Zentralsahara. Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. – Berliner Geogr. Abh., Heft 26, 89 S., 38 Abb., 23 Fig., 8 Tab., 155 Diagr., 2 Karten, Berlin (Mo)
- BRUSCHEK, G. J. (1972): Soborom – Souradom – Tarso Voon – Vulkanische Bauformen im zentralen Tibesti-Gebirge – und die postvulkanischen Erscheinungen von Soborom. – Berliner Geogr. Abh., Heft 16, S. 35 bis 47, 9 Fig., 14 Abb., Berlin (A)
- BRUSCHEK, G. J. (1974): Zur Geologie des Tibesti-Gebirges (Zentrale Sahara). – FU Pressedienst Wissenschaft, Nr. 5/74, S. 15-36, Berlin (A)
- BRUSCHEK, G. J. (1982): Zur Geologie des Zentraltibesti (Tarso Musue, Tarso Idri, Tarso Tori, Tarso Voon, Soborom, Tarso Tiri). – Berliner Geogr. Abh., Heft 32, S. 85-98, 6 Fig., 2 Tab., 1 Karte, Berlin (A)
- BUSCHE, D. (1972): Untersuchungen an Schwemmfächern auf der Nordabdachung des Tibestigebirges (République du Tchad). – Berliner Geogr. Abh., Heft 16, S. 113-123, Berlin (A)
- BUSCHE, D. (1972): Untersuchungen zur Pedimententwicklung im Tibesti-Gebirge (République du Tchad). – Zeitschr. f. Geomorph., N. F., Suppl.-Bd. 15, S. 21-38, Stuttgart (A)
- BUSCHE, D. (1973): Die Entstehung von Pedimenten und ihre Überformung, untersucht an Beispielen aus dem Tibesti-Gebirge, République du Tchad. – Berliner Geogr. Abh., Heft 18, 130 S., 57 Abb., 22 Fig., 1 Tab., 6 Karten, Berlin (Mo)
- BUSCHE, D. (1976): Pediments and Climate. – In: E. M. Van Zinderen Bakker (ed.): Palaeoecology of Africa 9, 20-24, 1 Fig (A)

- ERGENZINGER, P. (1966): Road Log Bardai – Trou au Natron (Tibesti). – In: South-Central Libya and Northern Chad, ed. by J. J. WILLIAMS and E. KLITZSCH, Petroleum Exploration Society of Libya, S. 89-94, Tripoli (A)
- ERGENZINGER, P. (1967): Die natürlichen Landschaften des Tschadbeckens. – Informationen aus Kultur und Wirtschaft. Deutsch-tschadische Gesellschaft (KW) 8/67, Bonn (A)
- ERGENZINGER, P. (1968): Vorläufiger Bericht über geomorphologische Untersuchungen im Süden des Tibestigebirges. – Zeitschr. f. Geomorph., N. F., Bd. 12, S. 98-104, Berlin (A)
- ERGENZINGER, P. (1968): Beobachtungen im Gebiet des Trou au Natron/Tibestigebirge. – Die Erde, Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin, Jg. 99, S. 176-183 (A)
- ERGENZINGER, P. (1969): Rumpfflächen, Terrassen und Seeablagerungen im Süden des Tibestigebirges. – Tagungsber. u. wiss. Abh. Deut. Geographentag, Bad Godesberg 1967, S. 412-427, Wiesbaden (A)
- ERGENZINGER, P. (1969): Die Siedlungen des mittleren Fezzan (Libyen). – Berliner Geogr. Abh., Heft 8, S. 59-82, Tab., Fig., Karten, Berlin (A)
- ERGENZINGER, P. (1972): Reliefentwicklung an der Schichtstufe des Massiv d'Abo (Nordwesttibesti). – Zeitschr. f. Geomorph., N. F., Suppl.-Bd. 15, S. 93-112, Stuttgart (A)
- ERGENZINGER, P. (1972): Siedlungen im westlichen Teil des südlichen Libyen (Fezzan). – In: Die Sahara und ihre Randgebiete, Bd. II, ed. H. Schiffers, S. 171-182, 11 Abb., Weltforum Vlg. München (A)
- ERGENZINGER, P. (1978): Das Gebiet des Enneri Misky im Tibesti-Gebirge, République du Tchad – Erläuterungen zu einer geomorphologischen Karte 1:200 000. – Berliner Geogr. Abh., Heft 23, 60 S., 6 Tab., 24 Fig., 24 Photos, 2 Karten, Berlin (Mo)
- GABRIEL, B. (1970): Bauelemente präislamischer Gräbertypen im Tibesti-Gebirge (Zentrale Ostsahara). – Acta Praehistorica et Archaeologica, Bd. 1, S. 1-28, 31 Fig., Berlin (A)
- GABRIEL, B. (1972): Neuere Ergebnisse der Vorgeschichtsforschung in der östlichen Zentralsahara. – Berliner Geogr. Abh., Heft 16, S. 153-156, 4 Abb., Berlin (A)
- GABRIEL, B. (1972): Terrassenentwicklung und vorgeschichtliche Umweltbedingungen im Enneri Dirennao (Tibesti, östliche Zentralsahara). – Zeitschr. f. Geomorph., N. F., Suppl.-Bd. 15, S. 113-128, 4 Fig., 4 Photos, Stuttgart (A)
- GABRIEL, B. (1972): Beobachtungen zum Wandel in den libyschen Oasen (1972). – In: Die Sahara und ihre Randgebiete, Bd. II, ed. H. Schiffers, S. 182-188, Weltforum Vlg. München (A)
- GABRIEL, B. (1972): Zur Vorzeitfauna des Tibestigebirges. – In: Palaeoecology of Africa and of the Surrounding Islands and Antarctica, Vol. VI, ed. E. M. van Zinderen Bakker, S. 161-162, A. A. Balkema, Kapstadt (M)
- GABRIEL, B. (1972): Zur Situation der Vorgeschichtsforschung im Tibesti-Gebirge. – In: Palaeoecology of Africa and of the Surrounding Islands and Antarctica, Vol. VI, ed. E. M. van Zinderen Bakker, S. 219-220, A. A. Balkema, Kapstadt (M)
- GABRIEL, B. (1973): Steinplätze: Feuerstellen neolithischer Nomaden in der Sahara. – Libya A. P. E., Bd. 21, 9 Fig., 2 Tab., S. 151-168, Algier (A)
- GABRIEL, B. (1973): Von der Routenaufnahme zum Weltraumphoto. Die Erforschung des Tibesti-Gebirges in der Zentralen Sahara. – Kartographische Miniaturen Nr. 4, 96 S., 9 Karten, 12 Abb., ausführl. Bibliographie, Vlg. Kiepert KG, Berlin (Mo)
- GABRIEL, B. (1974): Probleme und Ergebnisse der Vorgeschichte im Rahmen der Forschungsstation Bardai (Tibesti). – FU Pressedienst Wissenschaft, Nr. 5/74, S. 92-105, 10 Abb., Berlin (A)
- GABRIEL, B. (1974): Die Publikationen aus der Forschungsstation Bardai (Tibesti). – FU Pressedienst Wissenschaft, Nr. 5/74, S. 118-126, Berlin (A)
- GABRIEL, B. (1976): Neolithische Steinplätze und Paläökologie in den Ebenen der östlichen Zentralsahara. – In: E. M. Van Zinderen Bakker (ed.): Palaeoecology of Africa 9, 25-40, 4 Abb., 3 Tab. (A)
- GABRIEL, B. (1977): Zum ökologischen Wandel im Neolithikum der östlichen Zentralsahara. Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. – Berliner Geogr. Abh., Heft 27, 96 S., 9 Tab., 32 Fig., 41 Photos, 2 Karten, Berlin (Mo)
- GABRIEL, B. (1977): Early and Mid-Holocene Climate in the Eastern Central Sahara. – In: D. Dalby & R. J. Harrison Church & F. Bezzaz (eds.): Drought in Africa 2, London, International Institute, 65-67 (A)
- GABRIEL, B. (1978): Klima- und Landschaftswandel der Sahara. – In: Sahara – 10 000 Jahre zwischen Weide und Wüste, Köln (Museen der Stadt Köln), S. 22-34, 13 Abb. (A)
- GABRIEL, B. (1978): Gabrong – Achtausendjährige Keramik im Tibesti-Gebirge. – In: Sahara – 10 000 Jahre zwischen Weide und Wüste, Köln (Museen der Stadt Köln), S. 189-196, 7 Abb. (A)
- GABRIEL, B. (1978): Die Feuerstellen der neolithischen Rinderhirten. – In: Sahara – 10 000 Jahre zwischen Weide und Wüste, Köln (Museen der Stadt Köln), S. 214-219, 6 Abb. (A)
- GABRIEL, B. (1979): Ur- und Frühgeschichte als Hilfswissenschaft der Geomorphologie im ariden Nordafrika. – Stuttgarter Geogr. Studien, 93 (Festschrift für W. MECKELEIN), S. 135-148, 6 Photos, Stuttgart (A)
- GABRIEL, B. (1980): Desertifikation der Sahara in der Vorzeit? Prähistorisch-archäologische Erkenntnisquellen. – Geomethodica, 5, S. 81-108, Basel (A)
- GABRIEL, B. (1981): Die östliche Zentralsahara im Holozän-Klima, Landschaft und Kulturen (mit besonderer Berücksichtigung der neolithischen Keramik). – In: Festschrift L. Balout, Préhistoire Africaine, Edition ADPF, S. 195-211, 6 Fig., 2 Photo-Tafeln, Paris
- GABRIEL, B. (1982): Die Sahara im Quartär – Klima-, Landschafts- und Kulturentwicklung. – Geogr. Rdsch., 34, Heft 6, S. 262-268, 2 Photos, 1 Tab., 3 Fig. (A)

- GAVRILOVIC, D. (1969): Inondations de l'ouadi de Bardagé en 1968. – Bulletin de la Société Serbe de Géographie, T. XLIX, No. 2, p. 21-37, Belgrad (In Serbisch) (A)
- GAVRILOVIC, D. (1969): Klima-Tabellen für das Tibesti-Gebirge. Niederschlagsmenge und Lufttemperatur. – Berliner Geogr. Abh., Heft 8, S. 47-48, Berlin (M)
- GAVRILOVIC, D. (1969): Les cavernes de la montagne de Tibesti. – Bulletin de la Société Serbe de Géographie, T. XLIX, No. 1, p. 21-31, 10 Fig., Belgrad (In Serbisch mit ausführlichem franz. Résumé) (A)
- GAVRILOVIC, D. (1969): Die Höhlen im Tibesti-Gebirge (Zentral-Sahara). – V. Int. Kongr. für Speleologie Stuttgart 1969, Abh. Bd. 2, S. 17/1-7, 8 Abb., München (A)
- GAVRILOVIC, D. (1970): Die Überschwemmungen im Wadi Bardagué im Jahr 1968 (Tibesti, Rép. du Tchad). – Zeitschr. f. Geomorph., N. F., Bd. 14, Heft 2, S. 202-218, 1 Fig., 8 Abb., 5 Tab., Stuttgart (A)
- GAVRILOVIC, D. (1971): Das Klima des Tibesti-Gebirges. – Bull. de la Société Serbe de Géographie, T. LI, No. 2, S. 17-40, 19 Tab., 9 Abb., Belgrad (In Serbisch mit ausführlicher deutscher Zusammenfassung) (A)
- GAVRILOVIC, D. (1974): Genetic types of caves in the Sahara. – Acta Carsiologica 6, 149-165 (Ljubljana), 6 Fig.
- GEYH, M. A. und JÄKEL, D. (1974): ¹⁴C-Altersbestimmungen im Rahmen der Forschungsarbeiten der Außenstelle Bardai/Tibesti der Freien Universität Berlin. – FU Pressedienst Wissenschaft, Nr. 5/74, S. 106-117, Berlin (A)
- GEYH, M. A.; JÄKEL, D. (1974): Late Glacial and Holocene Climatic History of the Sahara Desert derived from a statistical Assay of ¹⁴C-Dates. – Palaeoecology, 15, S. 205-208, 2 Fig., Amsterdam (A)
- GEYH, M. A.; JÄKEL, D. (1977): The Climate of the Sahara during the late Pleistocene and Holocene on the basis of available radiocarbon dates. – Natural Resources and Development, Vol. 6, S. 64-79, Tübingen (A)
- GEYH, M. A.; OBENAUF, K. P. (1974): Zur Frage der Neubildung von Grundwasser unter ariden Bedingungen. Ein Beitrag zur Hydrologie des Tibesti-Gebirges. – FU Pressedienst Wissenschaft, Nr. 5/74, S. 70-91, Berlin (A)
- GRUNERT, J. (1972): Die jungpleistozänen und holozänen Flußterrassen des oberen Enneri Yebbigué im zentralen Tibesti-Gebirge (Rép. du Tchad) und ihre klimatische Deutung. – Berliner Geogr. Abh., Heft 16, S. 105-116, Berlin (A)
- GRUNERT, J. (1972): Zum Problem der Schluchtbildung im Tibesti-Gebirge (Rép. du Tchad). – Zeitschr. f. Geomorph., N. F., Suppl.-Bd. 15, S. 144-155, Stuttgart (A)
- GRUNERT, J. (1975): Beiträge zum Problem der Talbildung in ariden Gebieten, am Beispiel des zentralen Tibesti-Gebirges (Rép. du Tchad). – Berliner Geogr. Abh., Heft 22, 95 S., 3 Tab., 6 Fig., 58 Profile, 41 Abb., 2 Karten, Berlin (Mo)
- GRUNERT, J. (1976): Die Travertinterrasse des oberen Yebbigué im zentralen Tibesti-Gebirge (Rép. du Tchad). – In: E. M. Van Zinderen Bakker (ed.): Palaeoecology of Africa 9, 14-19, 1 Karte und Fig. (A)
- GRUNERT, J. (1977): Untersuchungsmethoden und Aussagewerte von Flußterrassen arider Gebirge, dargelegt am Beispiel des Tibesti-Gebirges (Rép. du Tchad). – Mitteilungen der Baseler Afrika Bibliographien, Vol. 19, S. 109-141, Basel (A)
- HABERLAND, W. (1975): Untersuchungen an Krusten, Wüstenlacken und Polituren auf Gesteinsoberflächen der mittleren Sahara (Libyen und Tchad). – Berliner Geogr. Abh., Heft 21, 71 S., 62 Abb., 24 Fig., 10 Tab., 1 Karte, Berlin (Mo)
- HABERLAND, W.; FRÄNZLE, O. (1975): Untersuchungen zur Bildung von Verwitterungskrusten auf Sandsteinoberflächen in der nördlichen und mittleren Sahara (Libyen und Tchad). – Würzb. Geogr. Abh., Heft 43, S. 148-163, 3 Fig., 4 Photos, 3 Tab., Würzburg (A)
- HABERLAND, W.; PACHUR, H. J. (1980): Über Deflationswannen in der Zentralen Sahara. – Berliner Geogr. Arbeiten, Bd. 7, S. 309-322, 4 Abb., Berlin (A)
- HAGEDORN, H. (1965): Forschungen des II. Geographischen Instituts der Freien Universität Berlin im Tibesti-Gebirge. – Die Erde, Jg. 96, Heft 1, S. 47-48, Berlin (M)
- HAGEDORN, H. (1966): Landforms of the Tibesti Region. – In: South-Central Libya and Northern Chad, ed. by J. J. WILLIAMS and E. KLITZSCH, Petroleum Exploration Society of Libya, S. 53-58, Tripoli (A)
- HAGEDORN, H. (1966): The Tibu People of the Tibesti Mountains. – In: South-Central Libya and Northern Chad, ed. by J. J. WILLIAMS and E. KLITZSCH, Petroleum Exploration Society of Libya, S. 59-64, Tripoli (A)
- HAGEDORN, H. (1966): Beobachtungen zur Siedlungs- und Wirtschaftsweise der Toubous im Tibesti-Gebirge. – Die Erde, Jg. 97, Heft 4, S. 268-288, Berlin (A)
- HAGEDORN, H. (1967): Beobachtungen an Inselbergen im westlichen Tibesti-Vorland. – Berliner Geogr. Abh., Heft 5, S. 17-22, 1 Fig., 5 Abb., Berlin (A)
- HAGEDORN, H. (1967): Siedlungsgeographie des Sahara-Raums. – Afrika-Spectrum, H. 3, S. 48-59, Hamburg (A)
- HAGEDORN, H. (1968): Über äolische Abtragung und Formung in der Südost-Sahara. Ein Beitrag zur Gliederung der Oberflächenformen in der Wüste. – Erdkunde, Bd. 22, H. 4, S. 257-269. Mit 4 Luftbildern, 3 Bildern und 5 Abb., Bonn (A)
- HAGEDORN, H. (1969): Studien über den Formenschatz der Wüste an Beispielen aus der Südost-Sahara. – Tagungsber. u. wiss. Abh. Deut. Geographentag, Bad Godesberg 1967, S. 401-411, 3 Karten, 2 Abb., Wiesbaden (A)
- HAGEDORN, H. (1970): Quartäre Aufschüttungs- und Abtragungsformen im Bardagué-Zoumri-System (Tibesti-Gebirge). – Eiszeitalter und Gegenwart, Jg. 21

- HAGEDORN, H. (1971): Untersuchungen über Relieftypen arider Räume an Beispielen aus dem Tibesti-Gebirge und seiner Umgebung. Habilitationsschrift an der Math.-Nat. Fakultät der Freien Universität Berlin. – Zeitschr. f. Geomorph. Suppl.-Bd. 11, 251 S., 10 Fig., 84 Photos, 13 Karten, 10 Luftbildpläne (Mo)
- HAGEDORN, H. (1972): Die Polder am Tschad-See. – Würzburger Geogr. Arbeiten 37, 403-428, 8 Fig. (A)
- HAGEDORN, H. (1974): Gegenwärtige äolische Abtragungsprozesse in der Zentralsahara. – In: H. Poser (ed.): Geomorphologische Prozesse und Prozeßkombinationen in der Gegenwart unter verschiedenen Klimabedingungen. – Bericht über ein Symposium. Göttingen, p. 230-240 (= Abh. d. Akad. der Wiss. in Göttingen, Math.-Phys. Kl., 3. Folge, Nr. 29), 6 Fig. (A)
- HAGEDORN, H. (1977): Bau und Bild der Oberflächenformen an der Route Gustav Nachtigalls in das Tibesti-Gebirge. – Veröff. aus dem Übersee-Museum Bremen, Reihe C, Bd. 1 (= Deutsche Geogr. Blätter N. F. 1), S. 55-86, Bremen (A)
- HAGEDORN, H. (1979): Zum Problem der inneren Gliederung der Wüsten. – Stuttgarter Geogr. Studien, Bd. 93, S. 47-52, Stuttgart (A)
- HAGEDORN, H. (1980): Fluvial Processes in the Sahara. – Palaeoecology of Africa, Vol. 12, S. 115-123, Amsterdam (A)
- HAGEDORN, H. (1980): Geological and Geomorphological Observations on the Northern Slope of the Tibesti Mountains, Central Sahara. – The Geology of Libya, Vol. III, p. 823-835, 10 Fig., London (A)
- HAGEDORN, H. (1982): Die Forschungsstation Bardai – ihre wissenschaftlichen Voraussetzungen und Grundlagen. – Berliner Geogr. Abh., Heft 32, S. 7-12, Berlin (A)
- HAGEDORN, H. (1982): Geomorphologische und geologische Beobachtungen aus dem Gebiet von Guezenti und Omou, NE-Tibesti. – Berliner Geogr. Abh., Heft 32, S. 13-26, 6 Fig., 12 Photos, Berlin (A)
- HAGEDORN, H.; JÄKEL, D. (1969): Bemerkungen zur quartären Entwicklung des Reliefs im Tibesti-Gebirge (Tschad). – Bull. Ass. Sénégal. Quatern. Ouest Afr., no. 23, novembre 1969, p. 25-41, 3 Fig., 2 Tab., Dakar (A)
- HAGEDORN, H.; PACHUR, H.-J. (1971): Observations on Climatic Geomorphology and Quaternary Evolution of Landforms in South Central Libya. – In: Symposium on the Geology of Libya, Faculty of Science, University of Libya, p. 387-400, 14 Fig., Tripoli (A)
- HECKENDORFF, W. D. (1972): Zum Klima des Tibestigebirges. – Berliner Geogr. Abh., Heft 16, S. 145-164, 10 Fig., 27 Tab., 3 Photos, Berlin (A)
- HECKENDORFF, W. D. (1973): Die Hochgebirgswelt des Tibesti. Klima. – In: Die Sahara und ihre Randgebiete, Bd. III ed. H. Schiffers, S. 330-339, 6 Abb., 4 Tab., Weltforum Vlg. München (A)
- HECKENDORFF, W. D. (1974): Wettererscheinungen im Tibesti-Gebirge. – FU Pressedienst Wissenschaft, Nr. 5/74, S. 51-58, 3 Abb., Berlin (A)
- HECKENDORFF, W. D. (1977): Untersuchungen zum Klima des Tibesti-Gebirges. – Berichte des Institutes für Meteorologie und Klimatologie der Technischen Universität Hannover, Nr. 17, 347 S., 72 Abb., 152 Tab., Göttingen (Mo)
- HERRMANN, B.; GABRIEL, B. (1972): Untersuchungen an vorgeschichtlichem Skelettmaterial aus dem Tibestigebirge (Sahara). – Berliner Geogr. Abh., Heft 16, S. 143-151, 1 Tab., 14 Abb., Berlin (A)
- HÖVERMANN, J. (1963): Vorläufiger Bericht über eine Forschungsreise ins Tibesti-Massiv. – Die Erde, Jg. 94, Heft 2, S. 126-135, Berlin (M)
- HÖVERMANN, J. (1965): Eine geomorphologische Forschungsstation in Bardai/Tibesti-Gebirge. – Zeitschr. f. Geomorph. NF, Bd. 9, S. 131, Berlin (M)
- HÖVERMANN, J. (1967): Hangformen und Hangentwicklung zwischen Syrte und Tschad. – Les congrès et colloques de l'Université de Liège, Vol. 40. L'évolution des versants, S. 139-156, Liège (A)
- HÖVERMANN, J. (1967): Die wissenschaftlichen Arbeiten der Station Bardai im ersten Arbeitsjahr (1964/65). – Berliner Geogr. Abh., Heft 5, S. 7-10, Berlin (A)
- HÖVERMANN, J. (1972): Die periglaziale Region des Tibesti und ihr Verhältnis zu angrenzenden Formungsregionen. – Göttinger Geogr. Abh., Heft 60 (Hans-Poser-Festschr.), S. 261-283, 4 Abb., Göttingen (A)
- HÖVERMANN, J. (1980): Deutsche Forschungen in der Sahara seit dem zweiten Weltkrieg – Personen, Institutionen, Aktivitäten, Schwerpunkte. – In: Sahara-Rundgespräch Köln vom 1. bis 3. 7. 1978, S. 15/16, Köln (A)
- INDERMÜHLE, D. (1972): Mikroklimatische Untersuchungen im Tibesti-Gebirge (Sahara). Hochgebirgsforschung. – High Mountain Research, Heft 2, S. 121-142, Univ. Vlg. Wagner, Innsbruck-München (A)
- JÄKEL, D. (1967): Vorläufiger Bericht über Untersuchungen fluviatiler Terrassen im Tibesti-Gebirge. – Berliner Geogr. Abh., Heft 5, S. 39-49, 7 Profile, 4 Abb., Berlin (A)
- JÄKEL, D. (1971): Erosion und Akkumulation im Enneri Bardagué-Arayé des Tibesti-Gebirges (zentrale Sahara) während des Pleistozäns und Holozäns. – Berliner Geogr. Abh., Heft 10, 55 S., 13 Abb., 54 Photos, 3 Tab., 1 Nivellement (4 Teile), 60 Profile, 3 Karten (6 Teile), Berlin (Mo)
- JÄKEL, D. (1974): Organisation, Verlauf und Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeiten im Rahmen der Außenstelle Bardai/Tibesti, Republik Tschad. – FU Pressedienst Wissenschaft, Nr. 5/74, S. 6-14, 1 Karte, Berlin (A)
- JÄKEL, D. (1977): Preliminary account of studies on the development and distribution of Precipitation in the Sahel and adjoining areas. – Applied Sciences and Development, 10, S. 81-95, 10 Fig. Tübingen (A)
- JÄKEL, D. (1977): Run-off and fluvial processes in the Central Sahara as indicators in the reconstruction of a climatic history of the Tibesti mountains. – Abstracts of the X. INQUA Congress, Birmingham, S. 225, Norwich (M)

- JÄKEL, D. (1977): The work of the field station at Bardai in the Tibesti Mountains. – Geogr. Journal, 143, S. 61-72 (A)
- JÄKEL, D. (1978): Zwei interessante Fundstücke aus dem Nord-Tibesti. – In: Sahara – 10 000 Jahre zwischen Weide und Wüste, Köln (Museen der Stadt Köln), S. 328-329, 3 Abb. (M)
- JÄKEL, D. (1978): Eine Klimakurve für die Zentralsahara. – In: Sahara – 10 000 Jahre zwischen Weide und Wüste, Köln (Museen der Stadt Köln), S. 382-396 (A)
- JÄKEL, D. (1979): Run-off and fluvial formation processes in the Tibesti mountains as indicators of climatic history in the Central Sahara during the late Pleistocene and Holocene. – Palaeoecology of Africa, 1975-1977, 11, S. 13-44, 10 Fig., 19 Photos, Rotterdam (A)
- JÄKEL, D. (1980): Die Bildung von Barchanen in Faya-Largeau/Rep. du Tchad. – Z. Geomorph. N. F., 24, S. 141 bis 159, 3 Fig., 6 Photos, Berlin-Stuttgart (A)
- JÄKEL, D. (1980): Current Weathering and Fluvio-Geomorphological Processes in the Area of Jabal as Sawda. – The Geology of Libya, Vol. III, p. 861-875, 1 Tab., 30 Fig., London (A)
- JÄKEL, D. (1980): Die Klimaschwankungen des 20. Jahrhunderts und ihre Auswirkungen im Bereich des Sahels. – Tagungsberichte 42. Deutscher Geographentag 1979 Göttingen, S. 298-300, Steiner, Wiesbaden (A)
- JÄKEL, D. (1982): Zur Entstehung von Grarets im Fezzan und karstähnlichen Hohlformen in Basalten des Jabal as Sawda, Libyen, und Tibesti, Tchad. – Würzburger Geogr. Arbeiten, Heft 56, Festschrift für Jürgen Hövermann, S. 111-123, 6 Photos, Würzburg
- JÄKEL, D. (1982): Verzeichnis der aus der Forschungsstation Bardai erschienenen großmaßstäbigen Karten, Aufsätze (A), Mitteilungen (M) und Monographien (Mo). – Berliner Geogr. Abh., Heft 32, S. 167-176, Berlin (M)
- JÄKEL, D. (1982): Bemerkungen zur geologischen Alterseinstufung des Tibesti-Vulkanismus und des „Bardai-Sandsteins“ nach Kalium-Argon-Datierungen. – Berliner Geogr. Abh., Heft 32, S. 133-142, 3 Fig., 12 Photos, Berlin (A)
- JÄKEL, D.; SCHULZ, E. (1972): Spezielle Untersuchungen an der Mittelterrasse im Enneri Tabi, Tibesti-Gebirge. – Zeitschr. f. Geomorph., N. F., Suppl.-Bd. 15, S. 129-143, 3 Fig., 2 Photos, 1 Tab., Stuttgart (A)
- JÄKEL, D.; DRONIA, H. (1976): Ergebnisse von Boden- und Gesteinstemperaturmessungen in der Sahara mit einem Infrarot-Thermometer sowie Berieselungsversuche an der Außenstelle Bardai des Geomorphologischen Laboratoriums der Freien Universität Berlin im Tibesti. – Berliner Geogr. Abh., Heft 24, S. 55-64, 11 Fig., 1 Tab., 10 Abb., Berlin (A)
- JANKE, R. (1969): Morphographische Darstellungsversuche in verschiedenen Maßstäben. – Kartographische Nachrichten, Jg. 19, H. 4, S. 145-151, Gütersloh (A)
- JANNSEN, G. (1969): Einige Beobachtungen zu Transport- und Abfluvvorgängen im Enneri Bardagué bei Bardai in den Monaten April, Mai und Juni 1966. – Berliner Geogr. Abh., Heft 8, S. 41-46, 3 Fig., 3 Abb., Berlin (A)
- JANNSEN, G. (1970): Morphologische Untersuchungen im nördlichen Tarso Voon (Zentrales Tibesti). – Berliner Geogr. Abh., Heft 9, 36 S., Berlin (Mo)
- JANNSEN, G. (1972): Periglazialerscheinungen in Trockengebieten – ein vielschichtiges Problem. – Zeitschr. f. Geomorph., N. F., Suppl.-Bd. 15, S. 167-176., Stuttgart (A)
- KAISER, K. (1967): Ausbildung und Erhaltung von Regentropfen-Eindrücken. – In: Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln (Schwarzbach-Heft), Heft 13, S. 143-156, 1 Fig., 7 Abb., Köln (A)
- KAISER, K. (1970): Über Konvergenzen arider und „periglazialer“ Oberflächenformung und zur Frage einer Trockengrenze solifluidaler Wirkungen am Beispiel des Tibesti-Gebirges in der zentralen Ostsahara. – Abh. d. 1. Geogr. Inst. d. FU Berlin, Neue Folge, Bd. 13, S. 147-188, 15 Photos, 4 Fig., Dietrich Reimer, Berlin (A)
- KAISER, K. (1971): Beobachtungen über Fließmarken an leeseitigen Barchan-Hängen. – Kölner Geogr. Arb. (Festschrift für K. KAISER), 2 Photos, S. 65-71, Köln (A)
- KAISER, K. (1972): Der kanozoische Vulkanismus im Tibesti-Gebirge. – Berliner Geogr. Abh., Heft 16, S. 7-36, Berlin (A)
- KAISER, K. (1972): Prozesse und Formen der ariden Verwitterung am Beispiel des Tibesti-Gebirges und seiner Rahmenbereiche in der zentralen Sahara. – Berliner Geogr. Abh., Heft 16, S. 59-92, Berlin (A)
- KAISER, K. (1973): Materialien zu Geologie, Naturlandschaft und Geomorphologie des Tibesti-Gebirges. – In: Die Sahara und ihre Randgebiete, Bd. III, ed. H. Schiffers, S. 339-369, 12 Abb., Weltforum Vlg. München (A)
- LIST, F. K.; STOCK, P. (1969): Photogeologische Untersuchungen über Bruchtektonik und Entwässerungsnetz im Präkambrium des nördlichen Tibesti-Gebirges, Zentral-Sahara, Tschad. – Geol. Rundschau, Bd. 59, H. 1, S. 228-256, 10 Abb., 2 Tabellen, Stuttgart (A)
- LIST, F. K.; HELMCKE, D. (1970): Photogeologische Untersuchungen über lithologische und tektonische Kontrolle von Entwässerungssystemen im Tibesti-Gebirge (Zentrale Sahara, Tschad). – Bildmessung und Luftbildwesen, Heft 5, 1970, S. 273-278, Karlsruhe (A)
- MESSERLI, B. (1970): Tibesti – zentrale Sahara. Möglichkeiten und Grenzen einer Satellitenbild-Interpretation. – Jahresbericht d. Geogr. Ges. von Bern, Bd. 49, Jg. 1967-69, Bern (A)
- MESSERLI, B. (1972): Formen und Formungsprozesse in der Hochgebirgsregion des Tibesti. Hochgebirgsforschung. – High Mountain Research, Heft 2, S. 23-86. Univ. Vlg. Wagner, Innsbruck-München (A)
- MESSERLI, B. (1972): Grundlagen [der Hochgebirgsforschung im Tibesti]. Hochgebirgsforschung. – High Mountain Research, Heft 2, S. 7-22, Univ. Vlg. Wagner, Innsbruck-München (A)

- MESSERLI, B. (1973): Problems of vertical and horizontal arrangement in the high mountains of the extreme arid zone (Centr. Sahara). – *Arctic and Alpine Research* 5 (3), A 139-A 147 (A)
- MESSERLI, B.; INDERMÜHLE, D. (1968): Erste Ergebnisse einer Tibesti-Expedition 1968. – *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* 1968, S. 139-142, Zürich (M)
- MESSERLI, B.; INDERMÜHLE, D.; ZURBUCHEN, M. (1970): Emi Koussi – Tibesti. Eine topographische Karte vom höchsten Berg der Sahara. – *Berliner Geogr. Abh.*, Heft 16, S. 138-144, Berlin (A)
- MOLLE, H. G. (1969): Terrassenuntersuchungen im Gebiet des Enneri Zoumri (Tibestigebirge). – *Berliner Geogr. Abh.*, Heft 8, S. 23-31, 5 Fig., Berlin (A)
- MOLLE, H. G. (1971): Gliederung und Aufbau fluviatiler Terrassenakkumulationen im Gebiet des Enneri Zoumri (Tibesti-Gebirge). – *Berliner Geogr. Abh.*, Heft 13, Berlin (Mo)
- MOLLE, H. G. (1979): Untersuchungen zur Entwicklung der vorzeitlichen Morphodynamik im Tibesti-Gebirge (Zentral-Sahara) und in Tunesien. – *Berliner Geogr. Abh.*, Heft 25, 104 S., 22 Abb., 40 Fig., 15 Tab., 3 Karten, Berlin (Mo)
- MOLLE, H. G.; BROSCHE, K. U. (1976): Morphologische und klimageschichtliche Untersuchungen im südöstlichen Vorland des Djebel Chambi und des Djebel Mrhila in Zentraltunesien. – *Die Erde*, 107, S. 180-227, Berlin (A)
- OBENAUF, K. P. (1967): Beobachtungen zur pleistozänen und holozänen Talformung im Nordwest-Tibesti. – *Berliner Geogr. Abh.*, Heft 5, S. 27-37, 5 Abb., 1 Karte, Berlin (A)
- OBENAUF, K. P. (1971): Die Enneris Gonoa, Toudoufou, Oudingueur und Nemağayesko im nordwestlichen Tibesti. Beobachtungen zu Formen und zur Formung in den Tälern eines ariden Gebirges. – *Berliner Geogr. Abh.*, Heft 12, 70 S., 6 Abb., 10 Tab., 21 Photos, 34 Querprofile, 1 Längsprofil, 9 Karten, Berlin (Mo)
- OKRUSCH, M.; STRUNK-LICHTENBERG, G.; GABRIEL, B. (1973): Vorgeschichtliche Keramik aus dem Tibesti (Sahara). I. Das Rohmaterial. – *Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft*, Bd. 50, Heft 8, S. 261-267, 7 Abb., 2 Tab., Bad Honnef (A)
- PACHUR, H. J. (1967): Beobachtungen über die Bearbeitung von feinkörnigen Sandakkumulationen im Tibesti-Gebirge. – *Berliner Geogr. Abh.*, Heft 5, S. 23-25, Berlin (A)
- PACHUR, H. J. (1970): Zur Hangformung im Tibestigebirge (République du Tchad). – *Die Erde*, Jg. 101, H. 1, S. 41-54, 5 Fig., 6 Bilder, de Gruyter, Berlin (A)
- PACHUR, H. J. (1974): Geomorphologische Untersuchungen im Raum der Serir Tibesti. – *Berliner Geogr. Abh.*, Heft 17, 62 S., 39 Photos, 16 Fig. und Profile, 9 Tab., Berlin (Mo)
- PACHUR, H. J. (1975): Zur spätpleistozänen und holozänen Formung auf der Nordabdachung des Tibesti-Gebirges. – *Die Erde*, Jg. 106, H. 1/2, S. 21-46, 3 Fig., 4 Photos, 1 Tab., Berlin (A)
- PACHUR, H. J. (1980): Climatic History in the late Quaternary in Southern Libya and the western Libyan desert. – *The Geology of Libya*, Vol. III, p. 781-788, 2 Fig., London (A)
- PACHUR, H. J. (1982): Das Abflußsystem des Djebel Dalma, eine Singularität? – *Würzburger Geogr. Arbeiten*, S. 93-110, 3 Fig., 5 Photos, Würzburg (A)
- PACHUR, H. J.; BRAUN, G. (1980): The Palaeoclimate of the Central Sahara, Libya and the Libyan Desert. – *Palaeoecology of Africa*, Vol. 12, S. 351-361
- PÖHLMANN, G. (1969): Eine Karte der Oase Bardai im Maßstab 1:4000. – *Berliner Geogr. Abh.*, Heft 8, S. 33 bis 36, 1 Karte, Berlin (A)
- PÖHLMANN, G. (1969): Kartenprobe Bardai 1:25 000. – *Berliner Geogr. Abh.*, Heft 8, S. 36-39, 2 Abb., 1 Karte, Berlin (A)
- REESE, D.; OKRUSCH, M.; KAISER, K. (1976): Die Vulkanite des Trou au Natron im westlichen Tibestigebirge (Zentral-Sahara). – *Berliner Geogr. Abh.*, Heft 24, S. 7-39, Berlin (A)
- RØNNESETH, O. (1971): Saharas svarte nomadar og borgarkrigen i Tchad. – *Syn og Segn*, Heft 1, S. 1-8, 1 Fig.
- RØNNESETH, O. (1982): Verlassene Siedlungen im Tibesti-Gebirge. – *Berliner Geogr. Abh.*, Heft 32, S. 27-62, 32 Fig., 23 Photos, Berlin (A)
- RØNNESETH, O. (1982): Gräber in Nordwest-Tibesti, Tschad. – *Allgemeine und vergleichende Archäologie (AVA)*, Materialien – Gräber, D. 2, Bonn (A)
- ROLAND, N. W. (1971): Zur Altersfrage des Sandsteines bei Bardai (Tibesti, Rép. du Tchad). – 4 Abb., *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, S. 496-506 (A)
- ROLAND, N. W. (1973): Die Anwendung der Photointerpretation zur Lösung stratigraphischer und tektonischer Probleme im Bereich von Bardai und Aozou (Tibesti-Gebirge, Zentral-Sahara). – *Bildmessung und Luftbildwesen*, Bd. 41, Heft 6, S. 247-248, Karlsruhe (A)
- ROLAND, N. W. (1973): Die Anwendung der Photointerpretation zur Lösung stratigraphischer und tektonischer Probleme im Bereich von Bardai und Aozou (Tibesti-Gebirge, Zentral-Sahara). – *Berliner Geogr. Abh.*, Heft 19, 48 S., 35 Abb., 10 Fig., 4 Tab., 2 Karten, Berlin (Mo)
- ROLAND, N. W. (1974): Methoden und Ergebnisse photogeologischer Untersuchungen im Tibesti-Gebirge, Zentral-Sahara. – *FU Pressedienst Wissenschaft*, Nr. 5/74, S. 37-50, 5 Abb., Berlin (A)
- ROLAND, N. W. (1974): Zur Entstehung der Trou-au-Natron-Caldera (Tibesti-Gebirge, Zentral-Sahara) aus photogeologischer Sicht. – *Geol. Rundschau*, Bd. 63, Heft 2, S. 689-707, 7 Abb., 1 Tab., 1 Karte, Stuttgart (A)
- ROLAND, N. W. (1976): Erläuterungen zur photogeologischen Karte des Trou-au-Natron-Gebietes (Tibesti-Gebirge, Zentral-Sahara). – *Berliner Geogr. Abh.*, Heft 24, S. 39-44, 10 Abb., 1 Karte, Berlin (A)
- ROSTANKOWSKI, P. (1982): Höhenflucht aus den Weizengärten des Tarso Yéga (Tibesti-Gebirge, Zentrale Sahara). – *Berliner Geogr. Abh.*, Heft 32, S. 63-84, 4 Fig., 25 Photos, Berlin (A)

- SALACHOURIAN, M. H.; TEHRANI, R. H. M. (1982): Bemerkungen zu den photogeologischen Karten 1:50 000 nördlich und südlich des Enneris Dilennao. – Berliner Geogr. Abh., Heft 32, S. 99-132, 10 Fig., 12 Photos, Berlin (A)
- SCHOLZ, H. (1966): Beitrag zur Flora des Tibesti-Gebirges (Tschad). – Willdenowia, 4/2, S. 183-202, Berlin (A)
- SCHOLZ, H. (1966): Die Ustilagineen des Tibesti-Gebirges (Tschad). – Willdenowia, 4/2, S. 203-204, Berlin (A)
- SCHOLZ, H. (1966): Quezelia, eine neue Gattung aus der Sahara (Cruziferae, Brassiceae, Vellinae). – Willdenowia, 4/2, S. 205-207, Berlin (A)
- SCHOLZ, H. (1967): Baumbestand, Vegetationsgliederung und Klima des Tibesti-Gebirges. – Berliner Geogr. Abh., Heft 5, S. 11-17, Berlin (A)
- SCHOLZ, H. (1968): Eine neue Aristida-Art aus der Sahara. – Willdenowia 5 (1): 121-122 (M)
- SCHOLZ, H. (1968): Vulpa gracilis spec. nov. – Willdenowia 5 (1), 109-111 (M)
- SCHOLZ, H. (1969): Aristida Shawii spec. nov. aus der südlichen Libyschen Wüste. – Willdenowia 5 (3), 475-477 (M)
- SCHOLZ, H. (1969): Bemerkungen zu einigen Stipagrostis-Arten (Gramineae) aus Afrika und Arabien. – Österr. Bot. Zeitschrift (Wien) 117, 284-292 (A)
- SCHOLZ, H. (1970): Stipagrostis scoparia (Trin. et Rupr.) de Winter auch in Libyen gefunden. – Willdenowia 6 (1), 161-166 (A)
- SCHOLZ, H. (1971): Einige botanische Ergebnisse einer Forschungsreise in die libysche Sahara (April 1970). – Willdenowia, 6/2, S. 341-369, Berlin (A)
- SCHOLZ, H.; GABRIEL, B. (1973): Neue Florenliste aus der libyschen Sahara. – Willdenowia, 7/1, S. 169 bis 181, 2 Abb., Berlin (A)
- SCHULZ, E. (1972): Pollenanalytische Untersuchungen pleistozäner und holozäner Sedimente des Tibesti-Gebirges (S-Sahara). – In: Palaeoecology of Africa and of the Surrounding Islands and Antarctica, Vol. 7, ed. E. M. van Zinderen Bakker, S. 14-16, A. A. Balkema, Kapstadt (A)
- SCHULZ, E. (1974): Pollenanalytische Untersuchungen quartärer Sedimente aus dem Tibesti-Gebirge. – FU Pressedienst Wissenschaft, Nr. 5/74, S. 59-69, 8 Abb., Berlin (A)
- SCHULZ, E. (1976): Aktueller Pollenniederschlag in der zentralen Sahara und Interpretationsmöglichkeiten quartärer Pollenspektren. – In: E. M. Van Zinderen Bakker (ed.): Palaeoecology of Africa 9, 8-14, 1 Tab., 2 Abb. (A)
- SCHULZ, E. (1980): Die Vegetation der östlichen Zentralen Sahara und ihre Entwicklung im Holozän. – Würzburger Geogr. Arbeiten, Heft 51, 194 S., 33 Fig., 12 Tab., 51 Photos, 6 Taf., Würzburg (Mo)
- STOCK, P. (1972): Photoogeologische und tektonische Untersuchungen am Nordrand des Tibesti-Gebirges, Zentralsahara, Tschad. – Berliner Geogr. Abh., Heft 14, 73 S., 47 Abb., 4 Karten, Berlin (Mo)
- STOCK, P.; PÖHLMANN, G. (1969): Ofouni 1:50 000. Geologisch-morphologische Luftbildinterpretation. – Selbstverlag G. Pöhlmann, Berlin
- STRUNK-LICHTENBERG, G.; GABRIEL, B.; OKRUSCH, M. (1973): Vorgeschichtliche Keramik aus dem Tibesti (Sahara). II. Der technologische Entwicklungsstand. – Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft, Bd. 50, Heft 9, S. 294-299, 6 Abb., Bad Honnef (A)
- TETZLAFF, G. (1973): Strahlungsmessungen in der zentralen Sahara (Tibesti). – Meteorol. Rdsch., 26, S. 80-81, 2 Abb., 2 Tab. (M)
- VILLINGER, H. (1967): Statistische Auswertung von Hangneigungsmessungen im Tibesti-Gebirge. – Berliner Geogr. Abh., Heft 5, S. 51-65, 6 Tab., 3 Abb., Berlin (A)
- ZURBUCHEN, M.; MESSERLI, B.; INDERMÜHLE, D. (1972): Emi Koussi – eine topographische Karte vom höchsten Berg der Sahara. Hochgebirgsforschung. – High Mountain Research, Heft 2, S. 161-179, Univ. Vlg. Wagner, Innsbruck-München (A)

6. Unveröffentlichte Arbeiten

- BÖTTCHER, U. (1968): Erosion und Akkumulation von Wüstengebirgsflüssen während des Pleistozäns und Holozäns im Tibesti-Gebirge am Beispiel von Misky-Zubringern. – Unveröffentlichte Staatsexamensarbeit im Geomorph. Lab. der Freien Universität Berlin, Berlin
- BRIEM, E. (1971): Beobachtungen zur Talgenese im westlichen Tibesti-Gebirge. – Dipl.-Arbeit am II. Geogr. Institut d. FU Berlin, Manuskript
- BRUSCHEK, G. (1969): Die rezenten vulkanischen Erscheinungen in Soborom, Tibesti, Rép. du Tchad, 27 S. und Abb. (Les Phénomènes volcaniques récentes à Soborom, Tibesti, Rép. du Tchad.) Ohne Abb., Manuskript, Berlin/Fort Lamy
- BRUSCHEK, G. (1970): Geologisch-vulkanologische Untersuchungen im Bereich des Tarso Voon im Tibesti-Gebirge (Zentrale Sahara). – Diplom-Arbeit an der FU Berlin, 189 S., zahlr. Abb., Berlin
- BUSCHE, D. (1968): Der gegenwärtige Stand der Pedimentforschung (unter Verarbeitung eigener Forschungen im Tibesti-Gebirge). – Unveröffentlichte Staatsexamensarbeit am Geomorph. Lab. der Freien Universität Berlin, Berlin
- ERGENZINGER, P. (1971): Das südliche Vorland des Tibesti. Beiträge zur Geomorphologie der südlichen zentralen Sahara. – Habilitationsschrift an der FU Berlin vom 28. 2. 1971. Manuskript 173 S., zahlr. Abb., Diagramme, 1 Karte (4 Blätter), Berlin
- GABRIEL, B. (1970): Die Terrassen des Enneri Dirennao. Beiträge zur Geschichte eines Trockentales im Tibesti-Gebirge. – Diplom-Arbeit am II. Geogr. Inst. d. FU Berlin, 93 S., Berlin

- GRUNERT, J. (1970): Erosion und Akkumulation von Wüstengebirgsflüssen. – Eine Auswertung eigener Feldarbeiten im Tibesti-Gebirge. Hausarbeit im Rahmen der 1. (wiss.) Staatsprüfung für das Amt des Studienrats. – Manuskript am II. Geogr. Institut der FU Berlin (127 S., Anlage: eine Kartierung im Maßstab 1:25 000)
- HABERLAND, W. (1970): Vorkommen von Krusten, Wüstenlaken und Verwitterungshäuten sowie einige Kleinformen der Verwitterung entlang eines Profils von Misratah (an der libyschen Küste) nach Kanaya (am Nordrand des Erg de Bilma). – Diplom-Arbeit am II. Geogr. Institut d. FU Berlin, Manuskript, 60 S.
- HECKENDORFF, W. D. (1969): Witterung und Klima im Tibesti-Gebirge. – Unveröffentlichte Staatsexamensarbeit am Geomorph. Labor der Freien Universität Berlin, 217 S., Berlin
- INDERMÜHLE, D. (1969): Mikroklimatische Untersuchungen im Tibesti-Gebirge. – Diplom-Arbeit am Geogr. Institut d. Universität Bern
- JANKE, R. (1969): Morphographische Darstellungsversuche auf der Grundlage von Luftbildern und Geländestudien im Schieferbereich des Tibesti-Gebirges. Diplom-Arbeit am Lehrstuhl f. Kartographie d. FU Berlin, Manuskript, 38 S.
- SCHULZ, E. (1973): Zur quartären Vegetationsgeschichte der zentralen Sahara unter Berücksichtigung eigener pollenanalytischer Untersuchungen aus dem Tibesti-Gebirge. – Hausarbeit für die 1. (wiss.) Staatsprüfung, FB 23 der FU Berlin, 141 S., Berlin
- TETZLAFF, M. (1968): Messungen solarer Strahlung und Helligkeit in Berlin und in Bardai (Tibesti). – Diplom-Arbeit am Institut f. Meteorologie d. FU Berlin, 119 S.
- VILLINGER, H. (1966): Der Aufbau der Landschaften im hochariden Raum. – Probleme, Methoden und Ergebnisse der Hangforschung, dargelegt aufgrund von Untersuchungen im Tibesti-Gebirge. – Unveröffentlichte Staatsexamensarbeit am Geom. Labor der Freien Universität Berlin.

7. Arbeiten, in denen Untersuchungen aus der Forschungsstation Bardai in größerem Umfang verwandt worden sind

- BUSCHE, D.; HAGEDORN, H. (1980): Landform development in warm deserts – the central Saharan example. – Z. Geomorph. N. F., Suppl.-Bd. 36, S. 123-139, 3 Photos, Berlin-Stuttgart (A)
- GEYH, M. A.; JÄKEL, D. (1974): Spätpleistozäne und holozäne Klimageschichte der Sahara aufgrund zugänglicher ¹⁴C-Daten – Zeitschr. f. Geomorph., N. F., Bd. 18, S. 82-98, 6 Fig., 3 Photos, 2 Tab., Stuttgart-Berlin (A)
- HELMCKE, D.; LIST, F. K.; ROLAND, N. W. (1974): Geologische Auswertung von Luftaufnahmen und Satellitenbildern des Tibesti (Zentral-Sahara, Tschad). – Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., Bd. 125, Hannover (A)
- JÄKEL, D.; GEYH, M. A. (1982): ¹⁴C-Daten aus dem Gebiet der Sahara – hervorgegangen aus Arbeiten der Forschungsstation Bardai und des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung in Hannover. – Berliner Geogr. Ab., Heft 32, S. 143-165, 2 Fig., 1 Tab., 1 Karte, Berlin (Mo)
- JUNGMANN, H.; WITTE, J. (1968): Magensäureuntersuchungen bei Tropenreisenden. – Medizinische Klinik, 63. Jg., Nr. 5. S. 173-175, 1 Abb., München u. a. (A)
- KALLENBACH, H. (1972): Petrographie ausgewählter quartärer Lockersedimente und eisenreicher Krusten der libyschen Sahara. – Berliner Geogr. Abh., Heft 16, S. 93-112, Berlin (A)
- KLAER, W. (1970): Formen der Granitverwitterung im ganzjährig ariden Gebiet der östlichen Sahara (Tibesti). – Tübinger Geogr. Stud., Bd. 34 (Wilhelmy-Festschr.), S. 71-78, Tübingen (A)
- KLIITZSCH, E.; SONNTAG, C.; WEISTROFFER, K.; SHAZLY, E. M. (1976): Grundwasser der Zentralsahara: Fossile Vorräte. – Geol. Rundschau, 65, 1, pp. 264-287, Stuttgart (A)
- LIST, K.; HELMCKE, D.; ROLAND, N. W. (1973): Identification of different lithological and structural units, comparison with aerial photography and ground investigations, Tibesti Mountains, Chad. – S R No. 349, NASA Report I-01, July 1973 (A)
- LIST, F. K.; HELMCKE, D.; ROLAND, N. W. (1974): Vergleich der geologischen Information aus Satelliten- und Luftbildern sowie Geländeuntersuchungen im Tibesti-Gebirge (Tschad). – Bildmessungen und Luftbildwesen, Bd. 142, Heft 4, S. 116-122, Karlsruhe (A)
- LIST, F. K.; HELMCKE, D.; MEISSNER, B.; PÖHLMANN, G.; ROLAND, N. W. (1978): Geologische Interpretation des Tibesti nach Aufnahmen von LANDSAT-1 (Republik Tschad). Erläuterungen zur Karte Tibesti 1:1 000 000. – Bildmessung und Luftbildwesen, Heft 4, S. 139-145, Karlsruhe (A)
- PACHUR, H. J. (1966): Untersuchungen zur morphoskopischen Sandanalyse. – Berliner Geogr. Abh., Heft 4, 35 S., Berlin
- REESE, D. (1972): Zur Petrographie vulkanischer Gesteine des Tibesti-Massivs (Sahara). – Dipl.-Arbeit am Geol.-Mineral. Inst. d. Univ. Köln, 143 S.
- SCHINDLER, P.; MESSERLI, B. (1972): Das Wasser der Tibesti-Region. Hochgebirgsforschung. – High Mountain Research, Heft 2, S. 143-152, Univ. Vlg. Wagner, Innsbruck-München (A)
- SIEGENTHALER, U.; SCHOTTERER, U.; OESCHGER, H.; MESSERLI, B. (1972): Tritiummessungen an Wasserproben aus der Tibesti-Region. Hochgebirgsforschung. – High Mountain Research, Heft 2, S. 153-159, Univ. Vlg. Wagner, Innsbruck-München (A)
- SONNTAG, C. (1976): Grundwasserdatierung aus der Sahara nach ¹⁴C und Tritium

- TETZLAFF, G. (1974): Der Wärmehaushalt in der zentralen Sahara. – Berichte des Instituts für Meteorologie und Klimatologie der TH Hannover, Nr. 13, 113 S., 23 Abb., 15 Tab., Hannover (Mo)
- VERSTAPPEN, H. Th.; VAN ZUIDAM, R. A. (1970): Orbital Photographie and the Geosciences – a geomorphological example from the Central Sahara. – Geoforum 2, p. 33-47, 8 Fig. (A)
- WINIGER, M. (1972): Die Bewölkungsverhältnisse der zentralsaharischen Gebirge aus Wettersatellitenbildern. Hochgebirgsforschung. – High Mountain Research, Heft 2, S. 87-120, Univ. Vlg. Wagner, Innsbruck-München (A)
- WITTE, J. Untersuchungen zur Tropenakklimatisation (Orthostatische Kreislaufregulation, Wasserhaushalt und Magensäureproduktion in den trocken-heißen Tropen). – Med. Diss., Hamburg 1970, Bönecke-Druck, Clausthal-Zellerfeld, 52 S. (Mo)
- ZIEGERT, H. (1969): Gebel ben Ghnema und Nord-Tibesti. Pleistozäne Klima- und Kulturenfolge in der zentralen Sahara. – Mit 34 Abb., 121 Taf. und 6 Karten, 164 S., Steiner, Wiesbaden (Mo)

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Dieter Jäkel,
 Institut für Physische Geographie der Freien Universität Berlin,
 Grunewaldstraße 35, D-1000 Berlin 41

Berliner Geographische Abhandlungen

Im Selbstverlag des Instituts für Physische Geographie der Freien Universität Berlin
Altensteinstraße 19, D-1000 Berlin 33

- Heft 1: HIERSEMENZEL, Sigrid-Elisabeth
Britische Agrarlandschaften im Rhythmus des landwirtschaftlichen Arbeitsjahres,
untersucht an 7 Einzelbeispielen.
(1964). 46 S., 7 Ktn., 10 Diagramme im Anhang
Preis: DM 5,- zuzüglich Versandkosten.
ISBN 3-88009-000-9
- Heft 2: ERGENZINGER, Peter
Morphologische Untersuchungen im Einzugsgebiet der Ilz (Bayerischer Wald)
(1965). 48 S., 62 Abb.
Preis: DM 5,- zuzüglich Versandkosten.
ISBN 3-88009-001-7
- Heft 3: ABDUL-SALAM, Adel
Morphologische Studien in der Syrischen Wüste und dem Antilibanon.
(1966). 52 S., 27 Abb. im Text, 4 Skizzen, 2 Profile, 2 Karten, 36 Bilder im Anhang.
ISBN 3-88009-002-5 Vergriffen
- Heft 4: PACHUR, Hans-Joachim
Untersuchungen zur morphoskopischen Sandanalyse.
(1966). 35 S., 37 Diagr., 2 Tab., 21 Abb.
Preis: DM 5,- zuzüglich Versandkosten.
ISBN 3-88009-003-3
- Heft 5: Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti.
I. Feldarbeiten 1964/65.
(1967). 65 S., 34 Abb., 1 Kte.
ISBN 3-88009-004-1 Vergriffen
- Heft 6: ROSTANKOWSKI, Peter
Siedlungsentwicklung und Siedlungsformen
in den Ländern der russischen Kosakenheere.
(1969). 84 S., 15 Abb., 16 Bilder, 2 Karten.
Preis: DM 15,- zuzüglich Versandkosten.
ISBN 3-88009-005-X
- Heft 7: SCHULZ, Georg
Versuch einer optimalen geographischen Inhaltsgestaltung
der topographischen Karte 1:25 000 am Beispiel eines Kartenausschnitts.
(1969). 28 S., 6 Abb. im Text, 1 Kte. im Anhang.
Preis: DM 10,- zuzüglich Versandkosten.
ISBN 3-88009-006-8
- Heft 8: Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti.
II. Feldarbeiten 1965/66.
(1969). 82 S., 15 Abb., 27 Fig., 13 Taf., 11 Karten.
Preis: DM 15,- zuzüglich Versandkosten.
ISBN 3-88009-007-6
- Heft 9: JANNSEN, Gert
Morphologische Untersuchungen im nördlichen Tarso Voon (Zentrales Tibesti).
(1970). 66 S., 12 S. Abb., 41 Bilder, 3 Karten.
Preis: DM 15,- zuzüglich Versandkosten.
ISBN 3-88009-008-4
- Heft 10: JÄKEL, Dieter
Erosion und Akkumulation im Enneri Bardagué-Arayé des Tibesti-Gebirges
(zentrale Sahara) während des Pleistozäns und Holozäns.
Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti.
(1971). 55 S., 13 Abb., 54 Bilder, 3 Tabellen, 1 Nivellement (4 Teile),
60 Profile, 3 Karten (6 Teile).
Preis: DM 20,- zuzüglich Versandkosten.
ISBN 3-88009-009-2

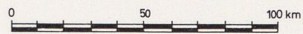
- Heft 11: MÜLLER, Konrad
Arbeitsaufwand und Arbeitsrhythmus in den Agrarlandschaften Süd- und Südostfrankreichs: Les Dombes bis Bouches-du-Rhone. (1971). 64 S., 18 Karten, 26 Diagramme, 10 Figuren, zahlreiche Tabellen. Preis: DM 25,- zuzüglich Versandkosten. ISBN 3-88009-010-6
- Heft 12: OBENAUF, K. Peter
Die Enneris Gonoa, Toudoufou, Oudingueur und Nemağayesko im nordwestlichen Tibesti. Beobachtungen zu Formen und zur Formung in den Tälern eines ariden Gebirges. Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. (1971). 70 S., 6 Abb., 10 Tab., 21 Photos, 34 Querprofile, 1 Längsprofil, 9 Karten. Preis: DM 20,- zuzüglich Versandkosten. ISBN 3-88009-011-4
- Heft 13: MOLLE, Hans-Georg
Gliederung und Aufbau fluviatiler Terrassenakkumulation im Gebiet des Enneri Zoumri (Tibesti-Gebirge). Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. (1971). 53 S., 26 Photos, 28 Fig., 11 Profile, 5 Tab., 2 Karten. Preis: DM 10,- zuzüglich Versandkosten. ISBN 3-88009-012-2
- Heft 14: STOCK, Peter
Photogeologische und tektonische Untersuchungen am Nordrand des Tibesti-Gebirges, Zentral-Sahara, Tchad. Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. (1972). 73 S., 47 Abb., 4 Karten. Preis: DM 15,- zuzüglich Versandkosten. ISBN 3-88009-013-0
- Heft 15: BIEWALD, Dieter
Die Bestimmungen eiszeitlicher Meeresoberflächentemperaturen mit der Ansatztiefe typischer Korallenriffe. (1973). 40 S., 16 Abb., 26 Seiten Figuren und Karten. Preis: DM 10,- zuzüglich Versandkosten. ISBN 3-88009-015-7
- Heft 16: Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. III. Feldarbeiten 1966/67. (1972). 156 S., 133 Abb., 41 Figuren, 34 Tab., 1 Karte. Preis: DM 45,- zuzüglich Versandkosten. ISBN 3-88009-014-9
- Heft 17: PACHUR, Hans-Joachim
Geomorphologische Untersuchungen im Raum der Serir Tibesti (Zentralsahara). Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. (1973). 58 S., 39 Photos, 16 Figuren und Profile, 9 Tabellen, 1 Karte. Preis: DM 25,- zuzüglich Versandkosten. ISBN 3-88009-016-5
- Heft 18: BUSCHE, Detlef
Die Entstehung von Pedimenten und ihre Überformung, untersucht an Beispielen aus dem Tibesti-Gebirge, République du Tchad. Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. (1973). 130 S., 57 Abb., 22 Fig., 1 Tab., 6 Karten. Preis: DM 40,- zuzüglich Versandkosten. ISBN 3-88009-017-3
- Heft 19: ROLAND, Norbert W.
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. (1973). 48 S., 35 Abb., 10 Fig., 4 Tab., 2 Karten. Preis: DM 20,- zuzüglich Versandkosten. ISBN 3-88009-018-1

- Heft 20: SCHULZ, Georg
Die Atlaskartographie in Vergangenheit und Gegenwart
und die darauf aufbauende Entwicklung eines neuen Erdatlas.
(1974). 59 S., 3 Abb., 8 Fig., 23 Tab., 8 Karten.
Preis: DM 35,- zuzüglich Versandkosten.
ISBN 3-88009-019-X
- Heft 21: HABERLAND, Wolfram
Untersuchungen an Krusten, Wüstenlacken und Polituren auf Gesteinsoberflächen
der nördlichen und mittleren Sahara (Libyen und Tschad).
Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti.
(1975). 71 S., 62 Abb., 24 Fig., 10 Tab.
Preis: DM 50,- zuzüglich Versandkosten.
ISBN 3-88009-020-3
- Heft 22: GRUNERT, Jörg
Beiträge zum Problem der Talbildung in ariden Gebieten,
am Beispiel des zentralen Tibesti-Gebirges (Rép. du Tchad).
Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti.
(1975). 96 S., 3 Tab., 6 Figuren, 58 Profile, 41 Abbildungen, 2 Karten.
Preis: DM 35,- zuzüglich Versandkosten.
ISBN 3-88009-021-1
- Heft 23: ERGENZINGER, Peter Jürgen
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.
(1978). 60 S., 6 Tabellen, 24 Figuren, 24 Photos, 2 Karten.
Preis: DM 40,- zuzüglich Versandkosten.
ISBN 3-88009-022-X
- Heft 24 : Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti.
IV. Feldarbeiten 1967/68, 1969/70, 1974.
Reese, D. & Okrusch, M. & Kaiser, K.; Roland, N. W.; Briem, E.;
Jäkel, D. & Dronia, H.
(1976). 24 Fig., 79 Abb., 12 Tab., 2 Karten.
Preis: DM 30,- zuzüglich Versandkosten.
ISBN 3-88009-023-8
- Heft 25: MOLLE, Hans-Georg
Untersuchungen zur Entwicklung der vorzeitlichen Morphodynamik
im Tibesti-Gebirge (Zentral-Sahara) und in Tunesien.
Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti.
(1979). 104 S., 22 Abb., 40 Fig., 15 Tab., 3 Karten.
Preis: DM 35,- zuzüglich Versandkosten.
ISBN 3-88009-024-6
- Heft 26: BRIEM, Elmar
Beiträge zur Genese und Morphodynamik des ariden Formenschatzes
unter besonderer Berücksichtigung des Problems der Flächenbildung
am Beispiel der Sandschwemmebenen in der östlichen Zentralsahara.
Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti.
(1977). 89 S., 38 Abb., 23 Fig., 8 Tab., 155 Diagr., 2 Karten.
Preis: DM 25,- zuzüglich Versandkosten.
ISBN 3-88009-025-4
- Heft 27: GABRIEL, Baldur
Zum ökologischen Wandel im Neolithikum der östlichen Zentralsahara.
Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti.
(1977). 111 S., 9 Tab., 32 Fig., 41 Photos, 2 Karten.
Preis: DM 35,- zuzüglich Versandkosten.
ISBN 3-88009-026-2

- Heft 28: BÖSE, Margot
 Die geomorphologische Entwicklung im westlichen Berlin nach neueren stratigraphischen Untersuchungen.
 (1979). 46 S., 3 Tab., 14 Abb., 25 Photos, 1 Karte.
 Preis: DM 10,- zuzüglich Versandkosten.
 ISBN 3-88009-027-0
- Heft 29: GEHRENKEMPER, Johannes
 Rañas und Reliefgenerationen der Montes de Toledo in Zentralspanien.
 (1978). 81 S., 68 Abb., 3 Tab., 32 Photos, 2 Karten.
 Preis: DM 20,- zuzüglich Versandkosten.
 ISBN 3-88009-028-9
- Heft 30: STÄBLEIN, Gerhard (Hrsg.)
 Geomorphologische Detailaufnahme. Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm I.
 (1978). 90 S., 38 Abb. und Beilagen, 17 Tab.
 Preis: DM 18,- zuzüglich Versandkosten.
 ISBN 3-88009-029-7
- Heft 31: BARSCH, Dietrich & LIEDTKE, Herbert (Hrsg.)
 Methoden und Anwendbarkeit geomorphologischer Detailkarten.
 Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm II.
 (1980). 104 S., 25 Abb., 5 Tab.
 Preis: DM 17,- zuzüglich Versandkosten.
 ISBN 3-88009-030-5
- Heft 32: Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti.
 V. Abschlußbericht.
 (1982). 182 S., 63 Fig. und Abb., 84 Photos, 4 Tab., 5 Karten.
 Preis: DM 60,- zuzüglich Versandkosten.
 ISBN 3-88009-031-3
- Heft 33: TRETER, Uwe
 Zum Wasserhaushalt schleswig-holsteinischer Seengebiete.
 (1981). 168 S., 102 Abb., 57 Tab.
 Preis: DM 40,- zuzüglich Versandkosten.
 ISBN 3-88009-032-1
- Heft 34: GEHRENKEMPER, Kirsten
 Rezenten Hangabtrag und geoökologische Faktoren
 in den Montes de Toledo, Zentralspanien.
 (1982). 78 S., 39 Abb., 13 Tab., 24 Photos, 4 Karten.
 Preis: DM 20,- zuzüglich Versandkosten.
 ISBN 3-88009-033-X
- Heft 35: BARSCH, Dietrich & STÄBLEIN, Gerhard (Hrsg.)
 Erträge und Fortschritte der geomorphologischen Detailkartierung.
 Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm III.
 (In Vorbereitung)
- Sonderheft: LESER, Hartmut, und STÄBLEIN, Gerhard (Hrsg.)
 Geomorphologische Kartierung.
 Richtlinien zur Herstellung geomorphologischer Karten 1:25 000,
 herausgegeben vom Arbeitskreis Geomorphologische Karte der Bundesrepublik
 Deutschland.
 (1975). 39 S.
 Preis: DM 2,- zuzüglich Versandkosten.

TIBESTI

Übersichtskarte



Grundlage: Carte de l'Afrique IGN, Paris 1:1 Mill.

Blatt: NF 33 Djado

NF 34 Tibesti Est

NE 33 Bilma

NE 34 Largeau

Geom. Karte der Serir Tibesti 1:1 Mill.
v. H. J. Pachur

Entwurf: D. Jäkel

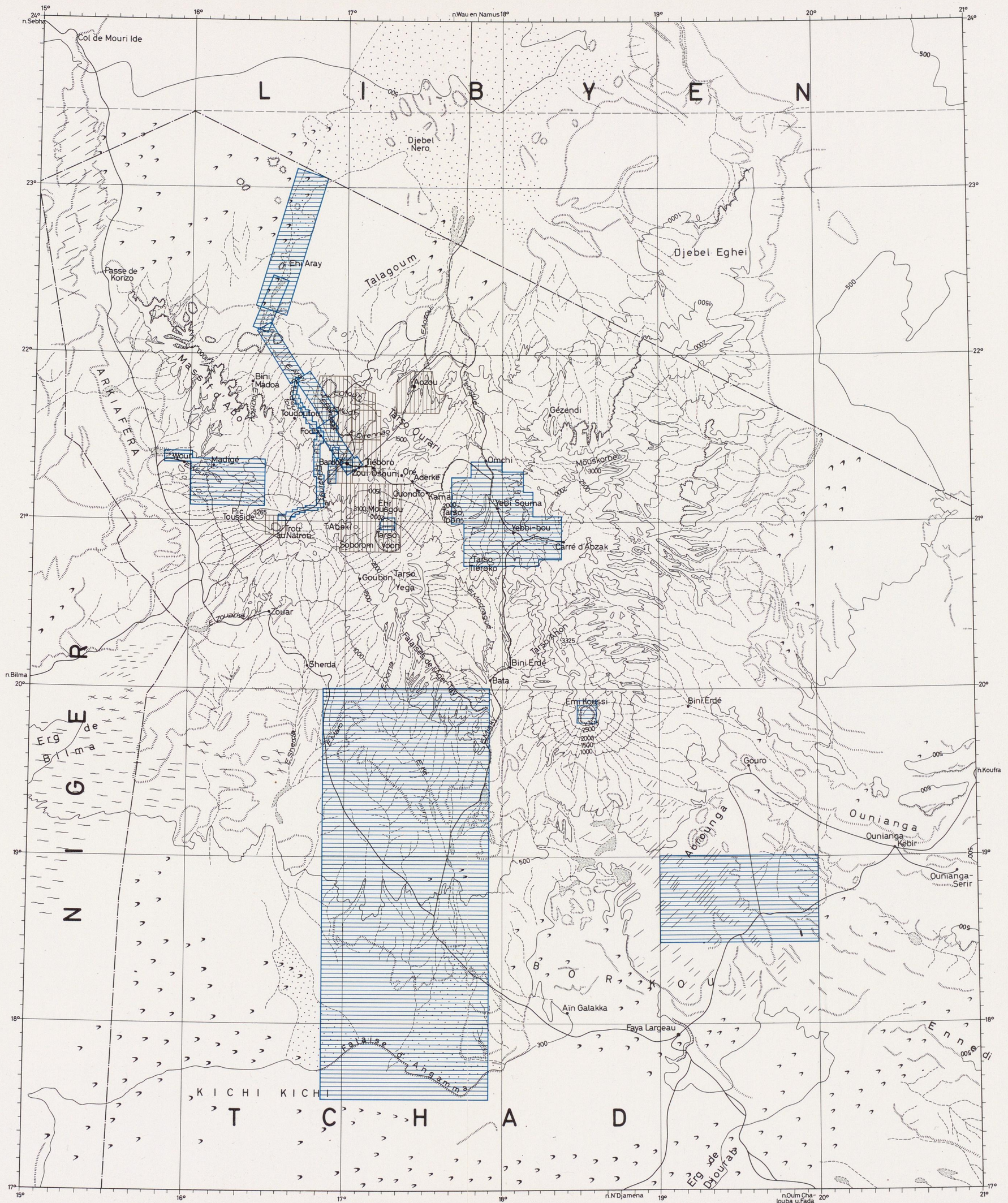
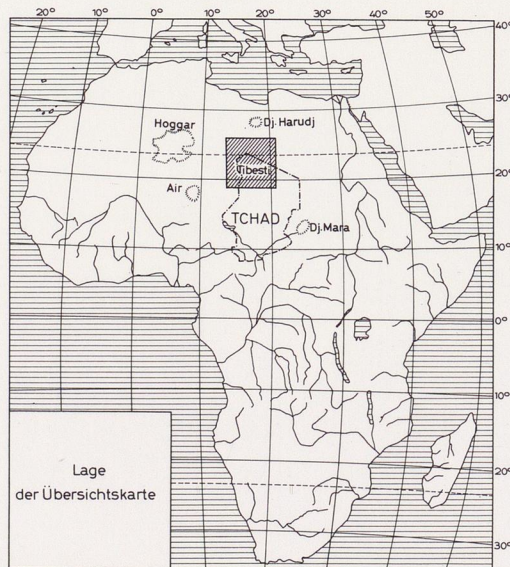
Zeichn.: J. Schulz

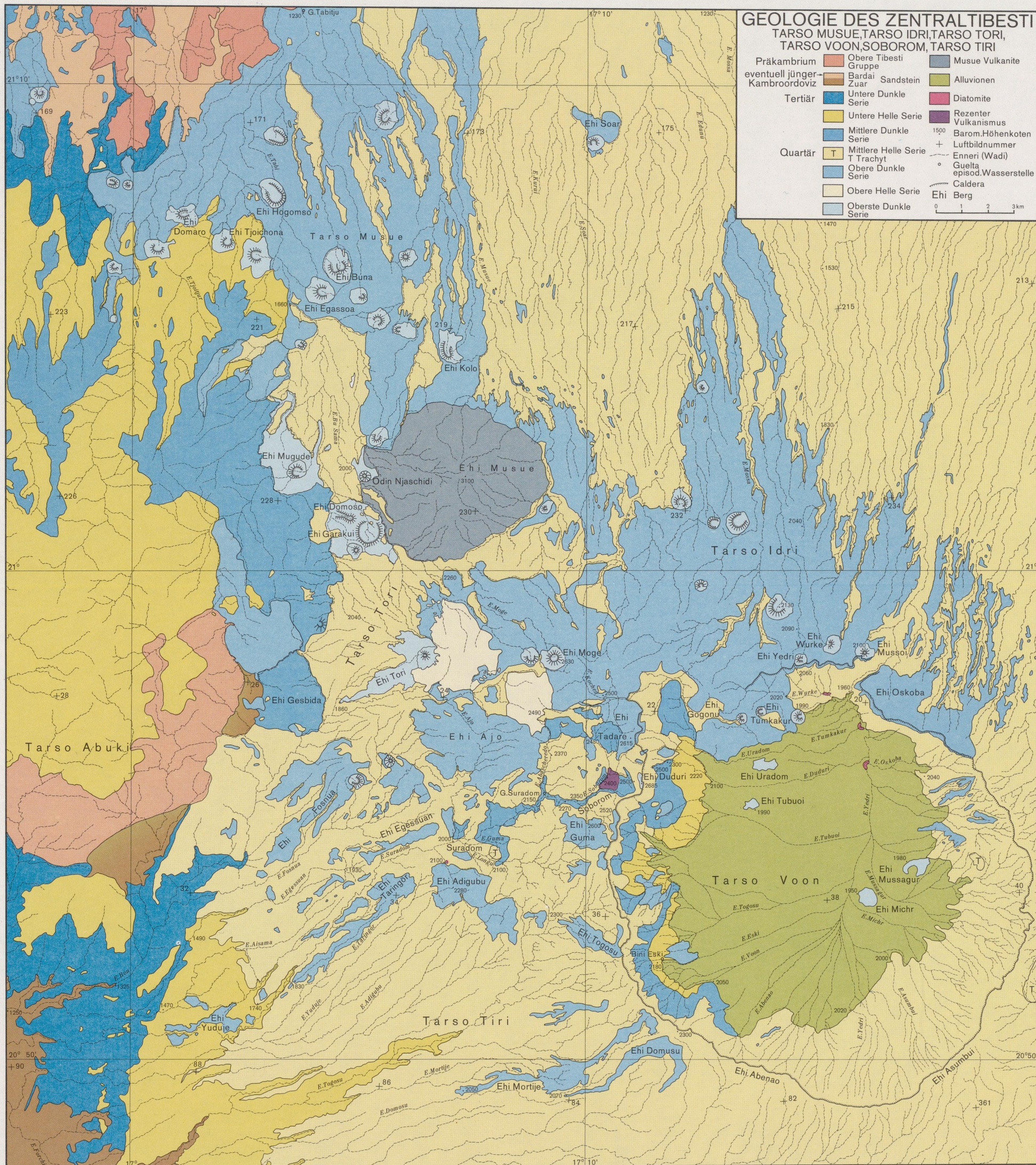
Legende:

- Höhen- u. Formlinien
- Geländestufen
- Windgassenrelief
- Pisten
- Täler
- Endpfanne
- fluviale Aufschüttungsebene
- Barchanfelder
- Längsdünenfelder
- Sterndünenfelder
- Oasen, Wasserstellen

Lage der von der Forschungsstation BARDAI aus erstellten großmaßstäbigen Karten.

- Top.-Geomorph. Karten
- Geol. Karten

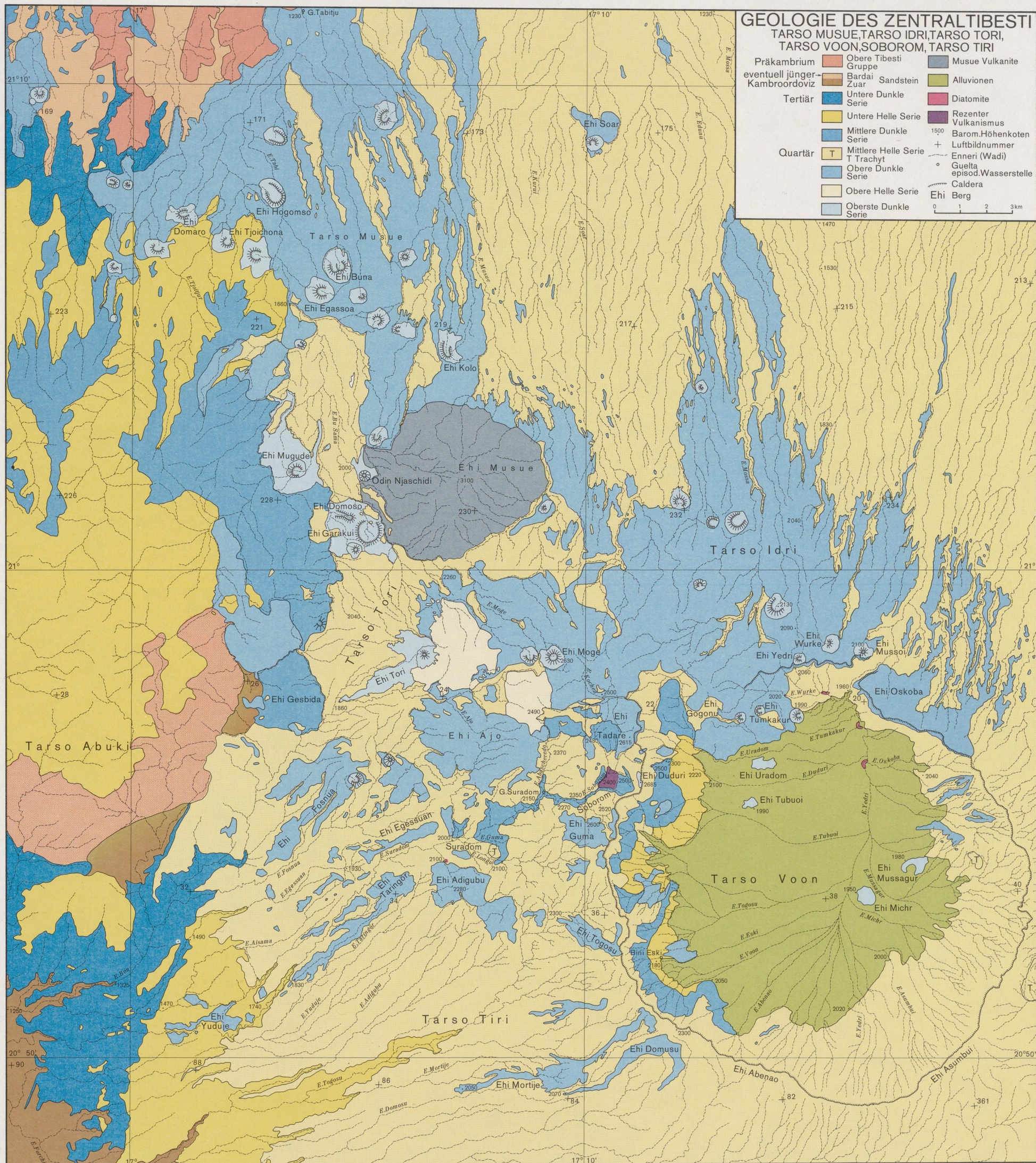


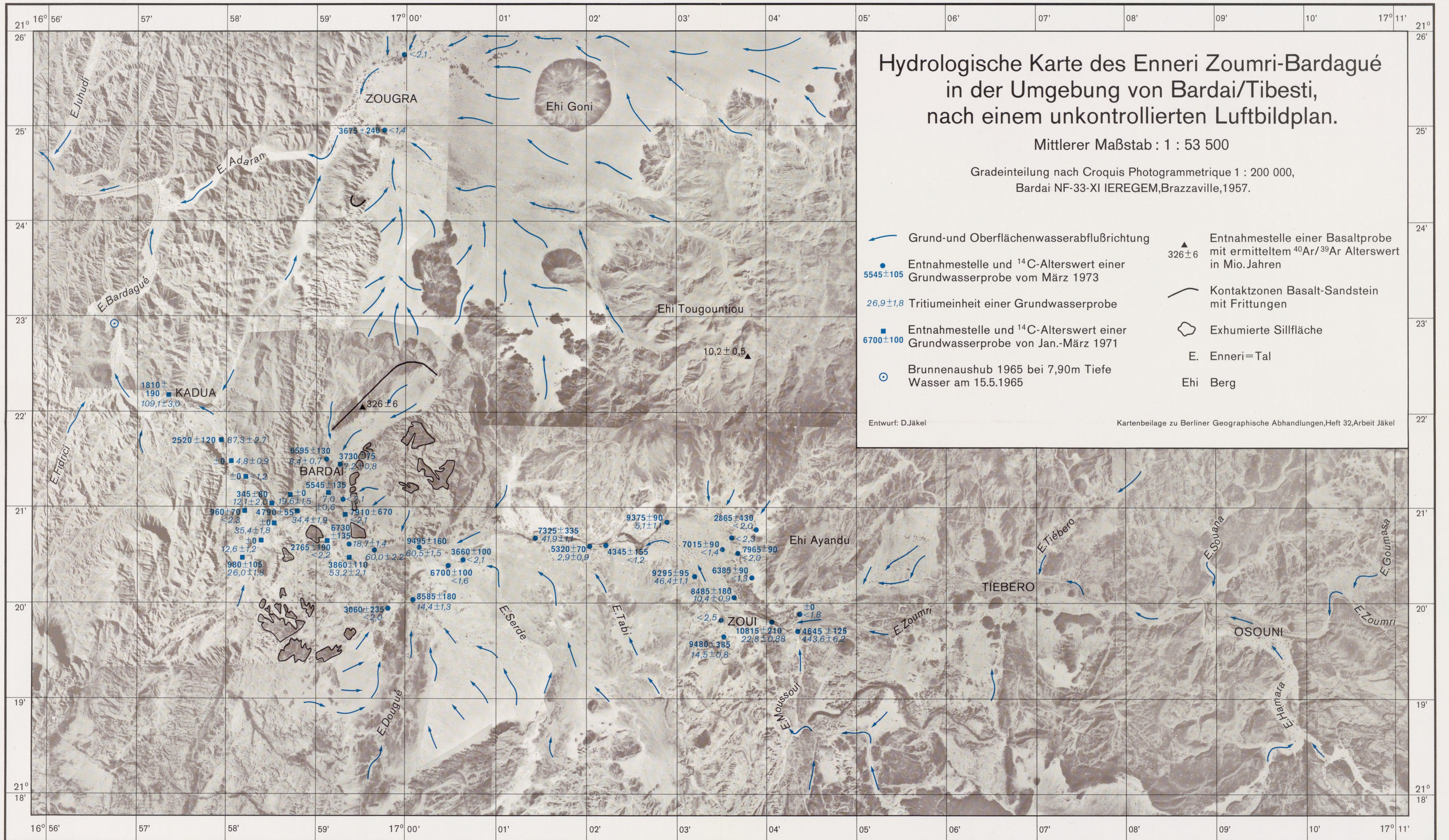
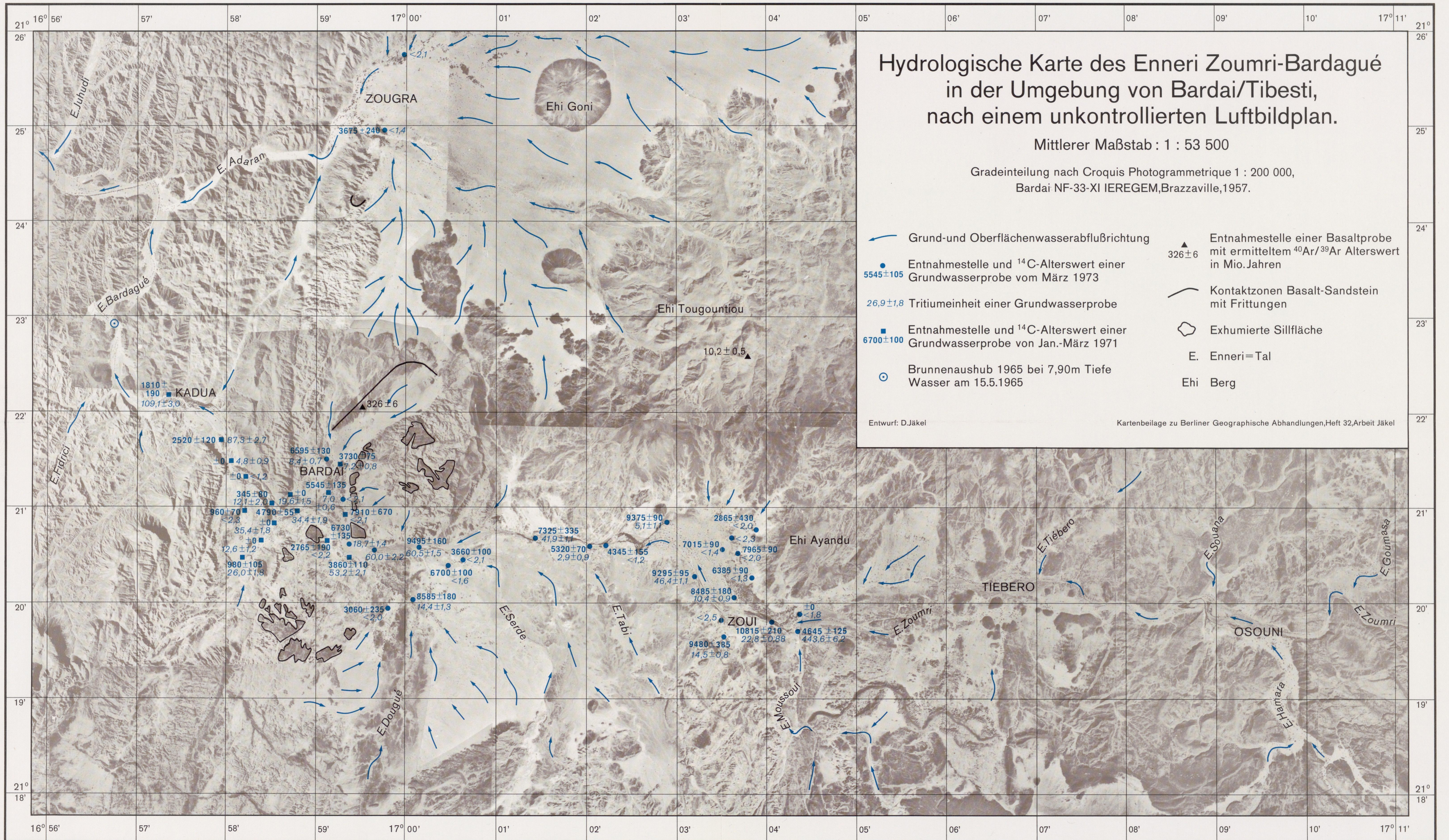


GEOLOGIE DES ZENTRALTIBESTI
 TARSO MUSUE, TARSO IDRI, TARSO TORI,
 TARSO VOON, SOBOROM, TARSO TIRI

Präkambrium eventuell jünger Kambroordoviz	Obere Tibesti Gruppe	Musue Vulkanite
Tertiär	Bardai Zuar	Alluvionen
Quartär	Untere Dunkle Serie	Diatomite
	Untere Helle Serie	Rezenten Vulkanismus
	Mittlere Dunkle Serie	1500 Barom. Höhenkoten
	Mittlere Helle Serie	+ Luftbildnummer
	T Trachyt	— Enneri (Wadi)
	Obere Dunkle Serie	o Guelta episod. Wasserstelle
	Obere Helle Serie	— Caldera
	Oberste Dunkle Serie	Ehi Berg

0 1 2 3 km





PHOTOGEOLOGISCHE KARTE DES GEBIETES NÖRDLICH VOM ENNERI DILENAO (TIBESTI-GEBIRGE, ZENTRAL-SAHARA, TSCHAD)

M.H.SALAHCHOURIAN 1975

Legende

- ⁰²⁵ Bildmittelpunkt
- ↘ Einfallrichtung der Schichtung
- Vermutlich geologische Grenzen
- Geologische Grenzen
- Morphologische Grenzen
- ▨ Markante Schichten
- ↘ Entwässerungsnetz
- Niedrigwasserbett
- ↗ Photolineationen ohne erkennbaren Versatz (Klüfte, Lineamente)
- ↗ Photolineationen mit erkennbarem Versatz (Störungen)
- ↗ Positive-Photolineationen (Ruschelzonen, Störungsbekzrien, Mylonite)
- A-B Profilinien

SEDIMENTE

- ▨ Hangschutt
- ▨ Sandschwemmebene, Flugsanddecken, Terrassen etc. (ungegliedert)

SEDIMENTGESTEINE

- EYS Eli-Ye-Sandstein
- TS Tabiriou-Sandstein
- QRS Quatre-Roches-Sandstein
- BS Basissandstein

METAMORPHITE

- Tibestien (weichwellig)
- Tibestien (zerrachelt)

MAGMATITE

- Basische Effusiva (allgem.) bzw. Schutt
- Bs Basaltschlot
- Bd Basaltdecke
- G Gänge
- Saure bis intermediäre Extrusionen, bzw. Schutt

QUARTÄR

POST-PERMOKARBON

PERMOKARBON

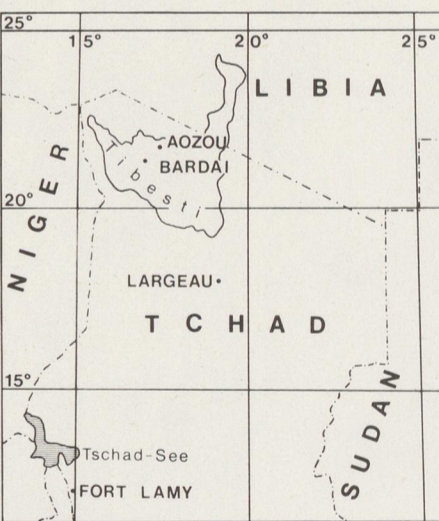
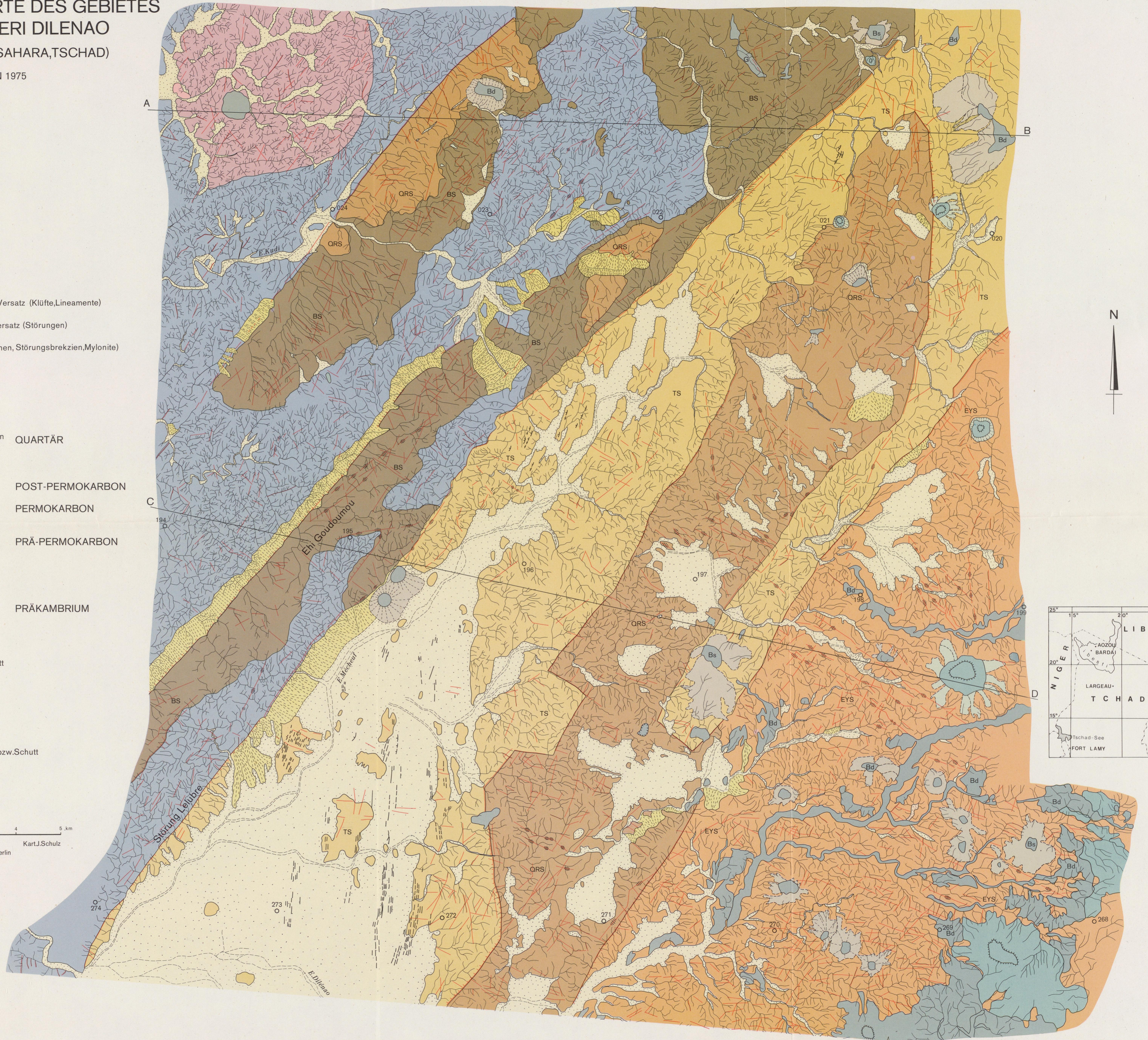
PRÄ-PERMOKARBON

PRÄKAMBRIUM

Maßstab 1 : 50 000

0 1 2 3 4 5 km

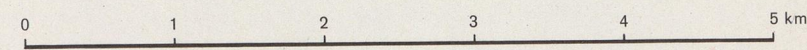
Reprotechnik: U.Gadewoltz
Druck: Institut für Angewandte Geodäsie, Außenstelle Berlin



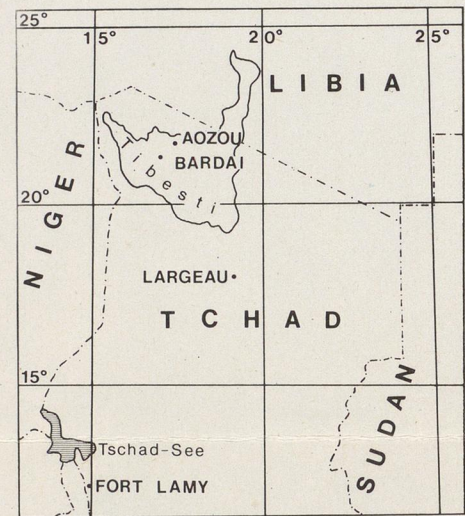
PHOTOGEOLOGISCHE KARTE DES GEBIETES
SÜDLICH VOM ENNERI DILENAO
(TIBESTI-GEBIRGE, ZENTRAL-SAHARA, TSCHAD)

RESA H.M. TEHRANI 1975

Maßstab 1 : 50 000



Kart.J.Schulz
Reprotechnik: U.Gadewoltz
Druck: Institut für Angewandte Geodäsie,
Außenstelle Berlin



Legende

- Bildmittelpunkt
- Einfallsrichtung der Schichtung
- Geologische Grenzen
- Vermutlich geologische Grenzen
- Morphologische Grenzen
- Markante Schichten
- Entwässerungsnetz
- Niedrigwasserbett
- Siedlung
- Weg
- Flugplatzebene
- Photolineationen ohne erkennbaren Versatz (Klüfte, Lineamente)
- Photolineationen mit erkennbarem Versatz (Störungen)
- Positive Photolineationen (Ruschelzonen, Störungsbreuzien, Mylonite)
- Profilinie

SEDIMENTE

- Hangschutt
- Sandschwemmebene, Flugsanddecken, Terrassen etc. (ungegliedert)

QUARTÄR

SEDIMENTGESTEINE

- Eli-Ye-Sandstein
- Tabirio-Sandstein
- Quatre-Roches-Sandstein
- Basissandstein

POST-PERMOKARBON

PERMOKARBON

PRÄ-PERMOKARBON

METAMORPHITE

- Tibestien
- Kontaktmetamorpher Sandstein

PRÄKAMBRIMUM

MAGMATITE

- Basische Efüsiva (allgem.) bzw. Schutt
- Basaltschlot
- Basaltdecke
- Gänge
- Saure bis intermediäre Extrusionen

