
HYDROGEOLOGISCHES GELÄNDEPRAKTIKUM

Lehrstuhl für Hydrogeologie
Institut für Geologie
Technische Universität Bergakademie Freiberg



Zubnice, Tschechische Republik

27. Juli - 5. August 1998



Vorwort

Ziel des hydrogeologischen Geländepraktikums war es, innerhalb einer vorgegebenen Zeit eine geologisch-hydrogeologische Systemanalyse eines Gebietes durchzuführen. Dazu waren alle verfügbaren Informationen über das Gebiet auszuwerten und durch eigene Messungen zu ergänzen. Die Gruppe bestand aus 16 Studentinnen und Studenten des 6 bzw. 8. Semesters Geologie (Studienrichtung Hydrogeologie) und 4 Betreuer. Die Betreuer fungierten im wesentlichen nur als Berater. Es war Aufgabe der Studentinnen und Studenten das Projekt selbstständig zu koordinieren. Als Bearbeitungszeitraum einschliesslich Erstellung des Berichtes standen 10 Tage zur Verfügung. Vorkenntnisse über das Gebiet waren nicht vorhanden. Alle notwendigen Geräte (Probennahme, Analytik, Computer) wurden vom Lehrstuhl für Hydrogeologie bereit gestellt und einen Tag vor Beginn des Projektes durch Studenten von Freiberg nach Zubrnice gebracht. Alle Grafiken wurden mittels einer digitalen Videocamera (JVC) erfaßt.

Seitens der Gemeinde Zubrnice wurde das 1. Stockwerk des Gemeindehauses (ehemaliger Kindergarten) als Labor, Arbeits- und Übernachtungsraum zur Verfügung gestellt. Hierfür und die weitere Unterstützung sowie die freundliche Aufnahme in Zubrnice gilt unser besonderer Dank Herrn Bürgermeister Zibulka und seinem Stellvertreter Herrn Röttig. Bei der Vorbereitung halfen Herr Prof. Figala (Dekan der Umweltfakultät der Universität Usti) und Frau Dr. Mirka Blazkova von der Universität Usti sowie Prof. Silar. Auch Ihnen danken wir für die Hilfe. Wir würden uns freuen, solche Kurse in Zubrnice zu wiederholen.

Studentische Teilnehmer und Berichtsteller:

Gruppe 1: Falk Lembke, Stefan Martens, Britta Planer-Friedrich, Ute Schröder

Gruppe 2: Manja Döge, Marcus Frenzel, Andrea Hasche, Diana Kloden, Jan Richter, Beate Stendlen

Gruppe 3: Anett Klemm, Yvonne Krehfeld, Anja Michalski, Katrin Michalski, Franka Palasik, Manja Weigel

Betreuer: Volkmar Dunger, Broder Merkel, Hajo Peter, Peter Volke

Eine Karte zu der Aufteilung der jeweiligen Gebiete wurde aus Qualitätsgründen nicht mit in den Bericht aufgenommen, jedoch werden die einzelnen Teilgebiete jeweils in der Einführung beschrieben und stellen im Allgemeinen die Einzugsgebiete der Bäche dar.

		3
1	Allgemeines	6
1.1	Einleitung und Zielstellung	6
1.2	Beschreibung der Geologie des Wassereinzugsgebietes.....	6
1.3	Beschreibung der Hydrogeologie des Wassereinzugsgebietes	8
1.4	Klimadaten.....	9
1.4.1	Temperatur:	9
1.4.2	Luftfeuchtigkeit:	9
1.4.3	Niederschlag:	10
1.4.4	Berechnungen.....	10
2	Methodik.....	14
2.1	Bestimmung der Vor-Ort-Parameter.....	14
2.1.1	pH	14
2.1.2	Leitfähigkeit.....	14
2.1.3	Redoxpotential.....	14
2.1.4	rH.....	14
2.1.5	Sauerstoff.....	15
2.1.6	Temperatur	15
2.1.7	p- und m-Wert-Bestimmung.....	18
2.2	Infiltration	18
2.3	Durchflußbestimmung	19
2.3.1	Wehr	19
2.3.2	Meßflügel.....	19
2.3.3	Verdünnungsmethode.....	19
2.4	Bodenuntersuchungen.....	22
2.5	Laboranalytik	22
2.5.1	Photometrie.....	22
2.5.2	Magnesium- und Calcium-Bestimmung.....	23
2.5.3	Ionenchromatographie	24
3	Gebietsaufnahme des 1. Teilgebietes	25
3.1	Allgemeines	25
3.2	Vor-Ort-Analytik	28
3.3	Laborauswertung	32
3.3.1	Photometrie.....	32
3.3.2	Calcium/ Magnesium-Bestimmung.....	33
3.3.3	p- und m-Wert-Bestimmung.....	34
3.3.4	Anionen-Bestimmung mit IC [mg/l].....	34
3.3.5	Kationen-Bestimmung mit IC [mg/l].....	35
3.4	Ionenbilanz.....	35
3.5	Übersicht über die bestimmten Wasserinhaltsstoffe	36
3.6	Durchflußmessungen	40
3.7	Hochwasserbilanz	44
3.7.1	Ergebnisse von HQBEMESS:.....	44

	4
3.7.2	Bewertung der Durchlässe (Brücken, Rohre, Kanäle):.....45
3.7.3	Meßpunktbeschreibung für die Hochwasserbilanz:.....46
3.8	Bodenuntersuchungen.....47
3.8.1	Infiltrationsversuch.....47
3.9	Zusammenfassung.....48
3.10	Anlagen.....50
3.10.1	Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 1a.....50
3.10.2	Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 2a.....51
3.10.3	Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 5a.....52
3.10.4	Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 10a.....53
3.10.5	Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 20a.....54
3.10.6	Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 50a.....55
3.10.7	Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 100a.....56
3.10.8	Ergebnis der Hydrogeochemischen Modellierung (Quellfassung Zubrnice).....57
4	Gebietsaufnahme des 2. Teilgebietes.....60
4.1	Allgemeines.....60
4.2	Vor-Ort-Analytik.....60
4.2.1	Physikochemische Parameter des Hauptvorfluters.....60
4.2.2	Physikochemische Parameter des Einleiters II/β.....64
4.3	Laborauswertung.....69
4.3.1	Kationen.....69
4.3.2	Anionen.....69
4.4	Ionenbilanz.....71
4.5	Übersicht über die bestimmten Wasserinhaltsstoffe.....71
4.6	Durchflußmessungen.....73
4.6.1	Flügelmessung I.....73
4.6.2	Tracermessung I.....74
4.6.3	Flügelmessung II.....75
4.6.4	Tracermessung II.....76
4.6.5	Tracermessung III.....77
4.6.6	Durchflußermittlung mittels Meßwehr im Einleiter II/β.....78
4.7	Bodenuntersuchungen.....79
4.7.1	Infiltrationsversuch.....79
4.7.2	Bodenluftuntersuchung.....79
4.8	Rammkernsondierung.....80
4.9	Zusammenfassung & Hochwasserbilanz.....83
5	Gebietsaufnahme des 3. Teilgebietes.....85
5.1	Allgemeines.....85
5.1.1	Einzugsgebiet 1.....85
5.1.2	Einzugsgebiet 2.....85
5.1.3	Einzugsgebiet 3.....86
5.2	Vor-Ort-Analytik.....86

		5
5.2.1	Meßpunkte der Oberflächenwässer	86
5.2.2	Physikalische Parameter der Oberflächenwässer.....	89
5.2.3	Positionierung der Grundwasserbeprobungspunkte	96
5.2.4	Parametermessung des Grundwassers im Meßgebiet II	96
5.3	Laborauswertung	98
5.3.1	Anionen-Bestimmung mit IC [mg/l].....	99
5.3.2	Kationenanalyse.....	101
5.3.3	Bestimmung der Gesamthärte	102
5.3.4	Calcium – Magnesium – Bestimmung	102
5.3.5	Bestimmung von Ammoniak, Phosphat, Nitrit.....	104
5.4	Durchflußmessung.....	106
5.4.1	Mittels Gefäßmessung	106
5.4.2	Mittels Tracerversuch	107
5.5	Modellierung der Hochwasserbilanz.....	110
5.5.1	Meßgebiet 1	110
5.5.2	Meßgebiet 2.....	114
5.5.3	Meßgebiet 3.....	117
5.6	Bodenuntersuchungen.....	120
5.6.1	Karbonatgehalt.....	120
5.6.2	Bodenluft	121
5.7	Infiltrationsversuch	122
5.7.1	Rammkernsondierung.....	122
5.8	Zusammenfassung	122
6	Nivellement Haus - Brunnen.....	124
7	Pumpversuchsauswertung.....	128
7.1	Interpretation Pumpversuch	128
7.2	Auswertung der Absenkung.....	129
7.3	Auswertung des Wiederanstiegs	130
8	Zusammenfassung.....	131
9	Anlagen	132
9.1	Geologische Karten.....	132
9.2	Flächennutzungskarten.....	136
9.3	Sonstige Karten und Abbildungen	139
10	Verzeichnisse	140

1 Allgemeines

1.1 Einleitung und Zielstellung

Die durchgeführten Arbeiten erfolgten in einem Bearbeitungsgebiet von 11,9 km² in der näheren Umgebung von Zubrnice im Landkreis Usti nad Labem und Litomerice.

Arbeitsschwerpunkte waren die Untersuchungen, des in die Elbe entwässernden Hauptvorfluters Lucni und den Nebenvorflutern im besprochenen Gebiet.

In der vorliegenden Dokumentation werden die entsprechenden Daten, Informationen, Analysenwerte, Bild- und Kartendokumente zusammenfassend dargestellt und mit methodischen Erläuterungen versehen.

Im einzelnen sollten folgende Aufgaben u.a. bearbeitet werden:

- Untersuchung des Hauptvorfluters und der einzelnen Nebenvorfluter der Lucni auf physiko-chemische Parameter
- Durchflußermittlung
- Sondierung und Pegel
- Pumpversuch
- Bodenuntersuchungen

Die in dem Bericht angegebenen Koordinaten der Hoch- und Rechtswerte beziehen sich auf das regionale System Souradnicovy System JTSK.

1.2 Beschreibung der Geologie des Wassereinzugsgebietes

Das Gebiet um Zubrnice gehört zum böhmischen Mittelgebirge. Dessen kristalliner Untergrund ist durch Tiefenstörungen in drei weitreichende Terrane getrennt, dem Saxothuringikum im NW, dem Tepla-Barrandium im SE und dem Lugikum im NNE. Dabei nimmt das Saxothuringikum, das vorwiegend aus Paragneisen, Migmatiten und Granuliten aufgebaut ist, den flächenmäßig größten Anteil ein.

Die paläozoischen Phyllite des Tepla-Barrandiums werden durch die Litomerice-Störungszone vom Saxothuringikum abgegrenzt. Die Mittelsächsische Überschiebung grenzt oberproterozoische Grauwacken und präkambrische Granodiorite des Lugikums vom Saxothuringikum ab.

Nach der Auffaltung des Varistikums kam es zu starker vulkanischer Aktivität im Gebiet um Teplice (Teplitzer Rhyolith). Weitere Gesteine des Permokarbons sind Sedimente aus fluviatilen und lakustrinen lokal engbegrenzten Bildungsräumen. Während der Kreide kam es zur Entstehung des Nordböhmisches Kreidebeckens und zur Ablagerung der Gesteine des Tafeldeckgebirges. Seit der Cenomantransgression entwickelte sich ein Sedimentationsbecken, in dem sich während des Turons und Coniacs eine Faziesdifferentiation einstellte. Im Beckeninneren wurden Mergel und Tone, im Randbereich Sande sedimentiert. Die Sande stammen von den Abtragungsgebieten der Lausitz und von verschiedenen kleinere Inseln.

Die ältesten im Untersuchungsgebiet anstehenden Gesteine sind Sandsteine des Santons, die während einer Regressionsphase des Nordböhmischen Kreidebeckens entstanden. Die Vorkommen der kretazischen Sedimente beschränken sich überwiegend auf das Gebiet um Zubrnice.

Nach der Abtragung und Denudation der kretazischen Gesteine kam es zur Bildung des Egertalrifts, als Folge der alpidischen Gebirgsbildung. Die vorvulkanischen Tertiärquarzite und Beckensedimente (Kohlen, Porzellanite) sind nicht im Kartierungsgebiet aufgeschlossen. Vulkanite sind dagegen weit verbreitet und treten meist morphologisch als Kuppen hervor. Die tertiären Eruptiva drangen in mehrere Entwicklungsetappen durch die kretazischen Sandsteine. Dabei bildeten sich zuerst ausgedehnte Olivinalkalibasalte südöstlich und südwestlich von Kninice sowie nordwestlich von Doubravice und im Norden Zubrnices.

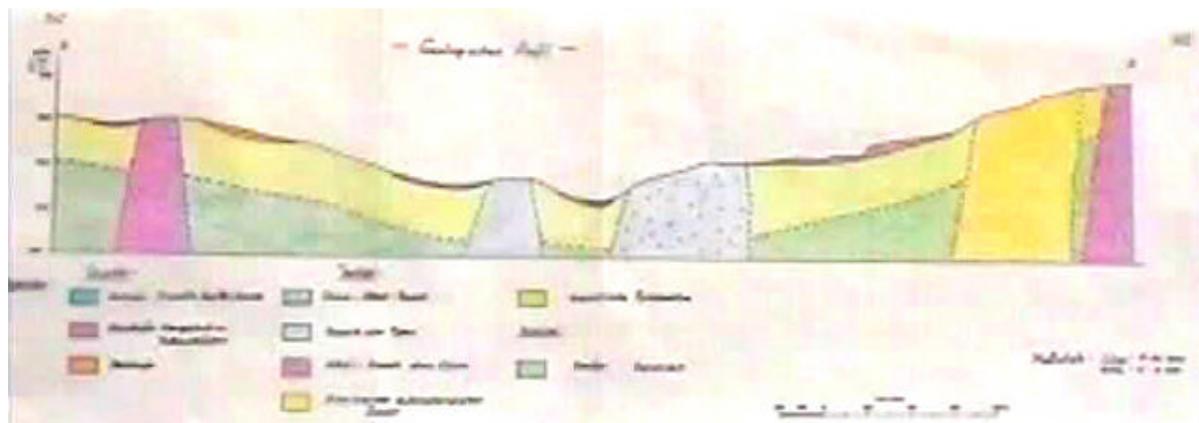
Petrographisch zeitlich nicht einzuordnende Basalte kommen isoliert bei Tyniste und Doubravice vor. Nordöstlich des Gebietes dominieren alterierte und autometamorphe Basalte. Pyroklastika basaltischen Charakters kommen flächenhaft und weitverbreitet vor. Tuffe und intravulkanische Sedimente sind im Norden von Zubrnice und südlich von Kninice als kleine Vorkommen verbreitet. Die Entstehung der Trachybasalte ist vor der zweiten Entwicklungsetappe der Vulkanite einzuordnen. Diese Gesteine bilden zum Teil markante Höhenzüge, wie den Matrelik mit 668 m ü. NN.

Die zweite Entwicklungsphase ist durch das Aufsteigen von olivinfreien Alkalibasalten und Tephriten gekennzeichnet. Die Tephrite zeigen grobkristalline Pyroxene. Die Vulkanite nehmen die Hochgebiete im NE und SW von Zubrnice ein. Die genaue zeitliche Einordnung der einzelnen vulkanischen Gesteine wird durch die starke Erosionstätigkeit des Nachtertiärs erheblich erschwert.

Im Pleistozän ist eine intensive Frostverwitterung zu verzeichnen. Der Block- und Steinschutt bewegte sich durch das große Geländegefälle (15%) in Richtung der Vorfluter und bildete somit Hangschuttdecken.

Die Decken bilden stark lehmige Talhänge. Der Geröllschutt des Pleistozäns ist auch in den Verwitterungsdecken der Kreide wiederzufinden, welcher in einem Schurf unweit von Zubrnice nachgewiesen wurde.

Im Quartär lagerten sich fluviatile Gerölle in den Flußtäälern ab. Diese teilweise kiesigen und sandigen Sedimente bildeten Terrassen im Lucni-Bach. Das Holozän wird durch eine nur wenig verbreitete fluviatile Auelehmsedimentation in den großen Flußläufen gekennzeichnet.



• Abb 1: Geologisches SW-NE Profil durch das Untersuchungsgebiet.

1.3 Beschreibung der Hydrogeologie des Wassereinzugsgebietes

Das Gebiet des Böhmisches Mittelgebirges ist für die Wasserwirtschaft weniger bedeutsam. Die Grundwasservorräte sind durch den hohen Festgesteinsanteil (Vulkanite) des Tertiärs eng begrenzt. Dagegen befinden sich in den Kreidesandsteinen größere Trinkwasserressourcen.

Das Gebiet um Zubrnice ist aus drei Grundwasserleitern aufgebaut: aus dem Tertiär, der oberen und der mittleren Kreide.

Die kretazischen Grundwasserleiter werden durch einen Stauer getrennt. Alle drei Grundwasserleiter und der Stauer sind im NE und SW, wo die Kreidesedimente nicht durch Erosion abgedeckt wurden, vorhanden. Im Gebiet südlich Kninice ist ein Grundwasserleiter auszuhalten, der aus tertiären Tuffen und Tuffiten besteht und sämtliche andere Grundwasserleiter durchschlägt. Der tertiäre Grundwasserleiter fehlt im Tal des Lucni -baches, abwärts von Kninice bis zur Elbe im NW.

In Richtung Elbe nimmt der kf - Wert der kretazischen Grundwasserleiters von $5 \cdot 10^{-3}$ m/s bis auf $3 \cdot 10^{-4}$ m/s ab. Die bedeutsamsten Grundwasserleiter der Elbe sind aus quartären Flußterrassen aufgebaut. Deren Qualität wird durch die hohe Schadstofffracht der Elbe negativ beeinflusst.

Der Lucni-Bach ist auf einer Störung, die SE - NW streicht, angelegt. An dieser Störung sind die kretazischen Grundwasserleiter versetzt. Darauf sind auch die unterschiedlichen kf - Werte zurückzuführen. Im NE des Gebietes liegt dieser bei $1 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-3}$ m/s.

Die Wasserversorgung von Zubrnice und der umliegenden Gemeinden wird vorwiegend durch Hausbrunnen aus den Grundwasserleitern gesichert. Zusätzlich wurden noch drei Versorgungsbrunnen angelegt. Ein Tiefbrunnen zwischen Tyniste und Zubrnice wird aus den mesozoischen Grundwasserleitern gespeist. Bei Tyniste wurde in tertiären Pyroklastika ein weiterer Brunnen (HV6) angelegt. Die hohen Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Gehalte belegen die Herkunft des Grundwassers aus den basischen Vulkaniten. Aus dem Santon fördert ein 42m tiefer Brunnen am Lucni-Bach in Zubrnice.

1.4 Klimadaten

1.4.1 Temperatur:

- Tabelle 1: Meßreihe der Temperatur (1987-1997) der Station Ústí nad Labem - Kockov.

Průmerná měsíční teplota vzduchu (°C)

Stanice: Ústí nad Labem - Kockov

Období: I. 1987 - XII. 1997

Rok	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1987	-7,6	-1,8	-1,5	9,1	10,1	14,6	17,3	15,3	14,4	9,1	4	1
1988	1,5	1,1	1,7	8,5	14,7	15,4	17,7	17,5	13,3	9,1	0,8	1,8
1989	0,7	2,4	6,7	8	14,1	15,5	17,8	17,8	15,2	10	1,4	0,8
1990	0,2	4,4	7	7,3	14,5	16,1	16,9	18,9	11,5	9,3	4,1	-0,7
1991	0,5	-3,8	5,4	7,2	9,1	14,1	19,5	17,7	14,9	8,3	2,6	-1,1
1992	0,3	2,1	3,7	8,2	14,6	18,3	19,2	20,4	13,8	6,5	3,5	-0,9
1993	0,8	-2,6	2,8	10,6	15,9	15,7	16,4	16,5	12,4	7,8	-0,1	2,2
1994	2,3	-1,2	5,8	8,3	12,8	16,6	22,4	18,1	13,8	6,6	5,9	1,6
1995	-1,6	3,8	3,1	8,5	12,7	14,2	20,8	18,8	12,8	10,6	0,6	-2,8
1996	-4,2	-3,7	0	9	11,5	15,9	16	17,5	10	9,3	4,3	-4,4
1997	-4,5	2,5	4,7	5,4	13,5	16,3	17,2	20,2	14	6,8	3	1

1.4.2 Luftfeuchtigkeit:

- Tabelle 2: Meßreihe der Luftfeuchtigkeit (1987-1997) der Station Ústí nad Labem - Kockov.

Průmerná měsíční relativní vlhkost vzduchu (%)

Stanice: Ústí nad Labem - Kockov

Období: I. 1987 - XII. 1997

Rok	M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10	M11	M12
1987	81	84	75	70	72	77	74	78	81	76	85	84
1988	89	81	79	56	58	70	69	65	76	81	84	83
1989	86	83	70	71	61	68	67	66	75	79	86	85
1990	82	76	68	68	60	70	63	62	74	76	87	89
1991	81	81	84	73	74	72	70	72	69	69	86	84
1992	84	83	75	62	57	62	64	63	66	76	81	86
1993	75	84	71	61	61	70	72	69	79	82	91	86
1994	79	80	74	69	68	63	55	67	75	78	82	85
1995	83	76	71	72	65	75	64	63	76	83	88	86
1996	85	80	77	62	77	73	71	72	84	83	85	85
1997	89	75	74	67	68	68	72	63	69	75	85	88

1.4.3 Niederschlag:

Tabelle 3: Meßreihe des Niederschlages (1987-1997) der Station Ústek - Habrina.

Mesíční úhrny srážek (mm)

Stanice: Ústek - Habrina

Období: I. 1987 - XII. 1997

Rok	M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10	M11	M12
1987	69,2	46,8	34,4	45,8	69,8	79,6	72,3	81	58,9	13,6	45,4	48,3
1988	42,5	62,4	78,9	10,3	24,8	41,8	105,5	71,8	63	28,2	61,9	96,9
1989	19,8	39,5	34,3	55,7	22,3	26,5	40,6	36,9	40,3	38,9	73,9	39,2
1990	14,8	55,7	18,3	48,6	21,1	52	12,7	83,9	60,3	30,8	63,8	49,3
1991	16,1	18,1	20,2	16,1	52	81,1	43,4	33	22,6	26,4	68	99,5
1992	36,9	39,2	61,8	19,5	10,8	76,7	61,6	37,8	26,4	57,2	60,6	35,3
1993	29,2	38	18,3	18,3	51	60,1	78,7	117,9	61,4	48,2	49,9	79,4
1994	50,9	20,8	76,1	61	64,1	29,1	39,8	131,9	47,9	31,2	35,1	63,9
1995	62	29,8	40,2	57,1	66,7	127,6	50,5	88,8	84,4	8,9	58,5	44,6
1996	4,3	27,6	29,7	15,9	101,5	54,6	128,5	80,7	44	33,9	37,4	32,3
1997	13,4	44,7	46,5	63,7	38,9	56,7	106,9	44,8	19,8	44	22,8	61,2

1.4.4 Berechnungen

1.4.4.1 Mittlere Jahrestemperatur

- Tabelle 4: Berechnung der Mittleren Jahrestemperatur (°C).

Rok	Temperatur
1987	7,0
1988	8,6
1989	9,2
1990	9,1
1991	7,9
1992	9,1
1993	8,2
1994	9,4
1995	8,5
1996	6,8
1997	8,3
Mittelwert	8,4

1.4.4.2 Monatskoeffizient (x)

- Tabelle 5: Berechnung des Monatskoeffizienten.

	X
Januar	0,26
Februar	0,26
März	0,33
April	0,39
Mai	0,39
Juni	0,37
Juli	0,35
August	0,33
September	0,31
Oktober	0,26
November	0,26
Dezember	0,26

$$ET_{pot} = x * P_{14} \left(1 - \frac{F_{14}}{100}\right) [mm / d]$$

mit:

P_{14} = Sättigungsdampfdruck der Luft um 14.00 Uhr

F_{14} = relative Luftfeuchte um 14.00 Uhr

1.4.4.3 Sättigungsdampfdruck

- Tabelle 6: Sättigungsdampfdruck der Luft um 14.00 Uhr

	I.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1987	2,6	9,3	12,5	14,8	13,1	12,3	8,7	6,1	4,9
1988	5,1	12,6	13,2	15,2	15,0	11,5	8,7	4,9	5,2
1989	4,8	12,1	13,2	15,3	15,3	13,0	9,2	5,1	4,9
1990	4,6	12,4	13,8	14,5	16,4	10,2	8,8	6,1	4,4
1991	4,7	8,7	12,1	17,0	15,2	12,7	8,2	5,5	4,2
1992	4,7	12,5	15,8	16,7	18,0	11,9	7,3	5,9	4,3
1993	4,9	13,6	13,4	14,0	14,1	10,8	7,9	4,5	5,4
1994	5,4	11,1	14,2	20,4	15,6	11,9	7,3	7,0	5,1
1995	4,1	11,0	12,2	18,5	16,3	11,1	9,6	4,8	3,7
1996	3,4	10,2	13,6	13,7	15,0	9,2	8,8	6,2	3,3
1997	3,3	11,6	13,9	14,8	17,8	12,0	7,4	5,7	4,9

1.4.4.4 Potentielle Verdunstung

• Tabelle 7: Potentielle Verdunstung pro Monat [mm/Monat]

	I.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1987	3,95	31,44	31,89	41,89	29,41	21,79	16,79	7,14	6,35
1988	4,53	63,85	43,80	51,22	53,85	25,62	13,30	6,06	7,15
1989	5,44	57,02	47,02	54,87	53,31	30,19	15,61	5,54	5,87
1990	6,74	60,02	45,81	58,12	63,84	24,65	17,02	6,23	3,86
1991	7,27	27,29	37,59	55,49	43,62	36,72	20,55	6,03	5,45
1992	6,04	64,94	66,71	65,36	68,24	37,50	14,06	8,73	4,84
1993	9,78	64,04	44,65	42,60	44,76	21,13	11,53	3,19	6,06
1994	9,15	42,98	58,33	99,50	52,73	27,57	12,98	9,79	6,22
1995	5,58	46,70	33,78	72,17	61,77	24,80	13,16	4,48	4,20
1996	4,05	28,35	40,71	43,01	43,08	13,73	12,06	7,29	3,99
1997	2,91	45,00	49,50	44,83	67,40	34,64	14,95	6,65	4,76

• Tabelle 8: Potentielle Verdunstung pro Jahr [Jahr/ mm]

1987	190,66
1988	269,37
1989	274,88
1990	286,30
1991	240,02
1992	336,42
1993	247,76
1994	319,26
1995	266,64
1996	196,27
1997	270,63
Mittelwert	286,4

1.4.4.5 Abflußberechnung

• Tabelle 9: Abfluß pro Monat [mm/ Monat]

	I.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1987	65,25	38,36	47,71	30,41	51,59	37,11	-3,19	38,26	41,95
1988	37,97	-39,05	-2,00	54,28	17,95	37,38	14,90	55,84	89,75
1989	14,36	-34,72	-20,52	-14,27	-16,41	10,11	23,29	68,36	33,33

1990	8,06	-38,92	6,19	-45,42	20,06	35,65	13,78	57,57	45,44
1991	8,83	24,71	43,51	-12,09	-10,62	-14,12	5,85	61,97	94,05
1992	30,86	-54,14	9,99	-3,76	-30,44	-11,10	43,14	51,87	30,46
1993	19,42	-13,04	15,45	36,10	73,14	40,27	36,67	46,71	73,34
1994	41,75	21,12	-29,23	-59,70	79,17	20,33	18,22	25,31	57,68
1995	56,42	20,00	93,82	-21,67	27,03	59,60	-4,26	54,02	40,40
1996	0,25	73,15	13,89	85,49	37,62	30,27	21,84	30,11	28,31
1997	10,49	-6,10	7,20	62,07	-22,60	-14,84	29,05	16,15	56,44

• Tabelle 10: Abfluß pro Jahr [mm/ Jahr]

1987	347,44
1988	267,03
1989	63,52
1990	102,40
1991	202,08
1992	66,88
1993	328,04
1994	174,64
1995	325,36
1996	320,93
1997	137,87
Mittelwert	212,4

2 Methodik

2.1 Bestimmung der Vor-Ort-Parameter

2.1.1 pH

Die Messung des pH-Wertes erfolgte elektrometrisch mit dem pH-Meter pH 320 von WTW, dem Multiline P4 von WTW, bzw. dem Ionometer 7030 von iRAS auf 0,1 pH-Einheiten genau. Fehler können evtl. beim Ionometer auftreten, wo Leitfähigkeit unter Anlegen einer Potentialspannung und pH, eine definitionsgemäß spannungsfreie Messung, gleichzeitig gemessen werden.

2.1.2 Leitfähigkeit

Die Leitfähigkeit wurde mit den Geräten LF 320 und Multiline P4 von WTW, bzw. Ionometer 7030 von iRAS gemessen. Beim Ionometer muß der angezeigte Wert in Abhängigkeit von der jeweiligen Temperatur auf die Bezugstemperatur von 25°C nach folgender Formel umgerechnet

$$\text{werden: } LF(25^{\circ}\text{C}) = \frac{LF_{\text{gemessen}}}{1 + 0,021 * (T_{\text{gemessen}} - 25)}.$$

Die WTW-Geräte geben bereits die normierte Leitfähigkeit an.

2.1.3 Redoxpotential

Zur Messung des Redoxpotentials standen Multiline P 4 von WTW und Ionometer 7030 von iRAS zur Verfügung. Die Einstellung eines konstanten Redoxpotentials dauerte relativ lange. Die optimale Meßdauer (mind. 30 Minuten) wurde deshalb oft aus Zeitgründen nicht eingehalten. Die mit der in den Geräten verwendeten Ag/AgCl-Referenzelektrode gemessenen Werte müssen bei allen Meßgeräten nachträglich auf die Standard-Wasserstoffelektrode bezogen werden. Dies erfolgt in Abhängigkeit von der Elektrode und der Temperatur nach folgender Tabelle:

Gemessene Temperatur	Korrektur für Eh (Wasserstoffelektrode)
5°C	+221mV
10°C	+217mV
15°C	+214mV
20°C	+207mV

2.1.4 rH

Beim Ionometer wird zusätzlich der rH-Wert (neg. dekadischer Logarithmus des Wasserstoffdrucks) angezeigt. Dieser hat sich aber in der hydrogeologischen Praxis nicht durchgesetzt und wird im folgenden auch nicht weiter interpretiert.

2.1.5 Sauerstoff

Die Sauerstoffmessung erfolgte mittels Oxi 320 von WTW, Multiline P 4 von WTW und dem Ionometer von iRAS mit Hilfe einer Platinelektrode.

2.1.6 Temperatur

Die Temperatur wurde beim Ionometer von iRAS, beim Multiline P 4 und bei pH-, Oxi- und LF-Meßgerät von WTW durch einen PT-100-Sensor auf 0,1°C genau angezeigt.

Eine 30 minütige Beispielmessung zeigt, wie schnell sich die einzelnen Parameter auf konstante Werte einpendeln. Während besonders pH und Temperatur, aber auch Leitfähigkeit und Sauerstoffgehalt schnell stabile Werte erreichen (bereits nach 1-2 Minuten nur mehr Schwankungen im Genauigkeitsbereich der Meßgeräte), dauert die Einstellung eines konstanten Redoxpotentials relativ lange (im Beispiel etwa ab 20 Minuten, oft auch wesentlich länger).

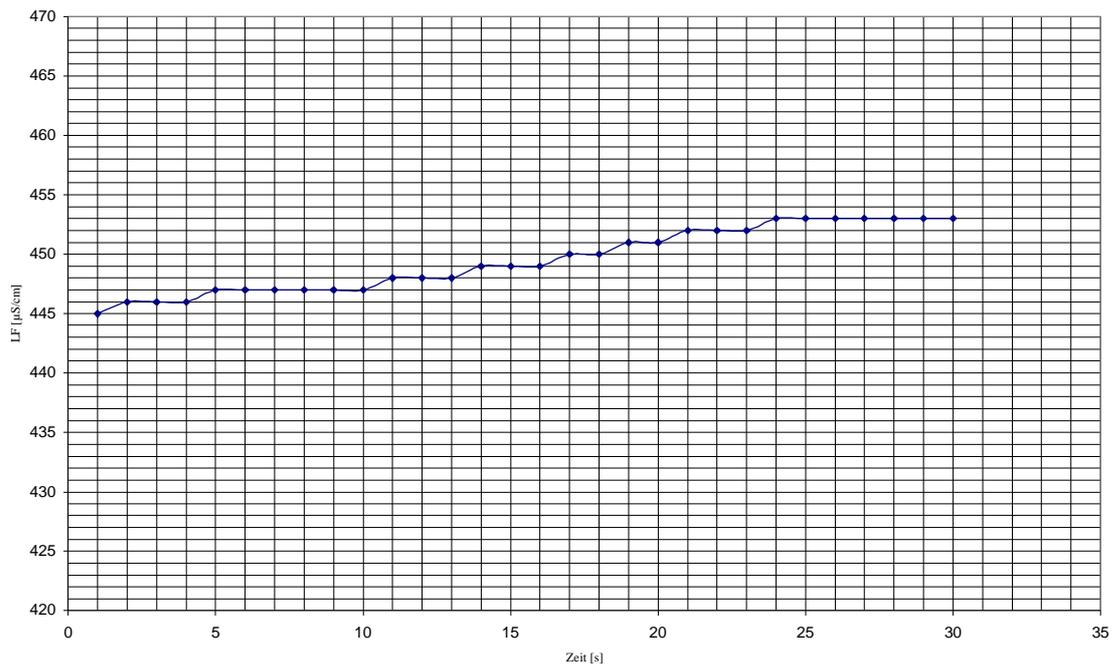
Beispielmessung

Tabelle 11: Meßwerte der 30 minütigen Beispielmessung (pH,Eh,O₂,LF)

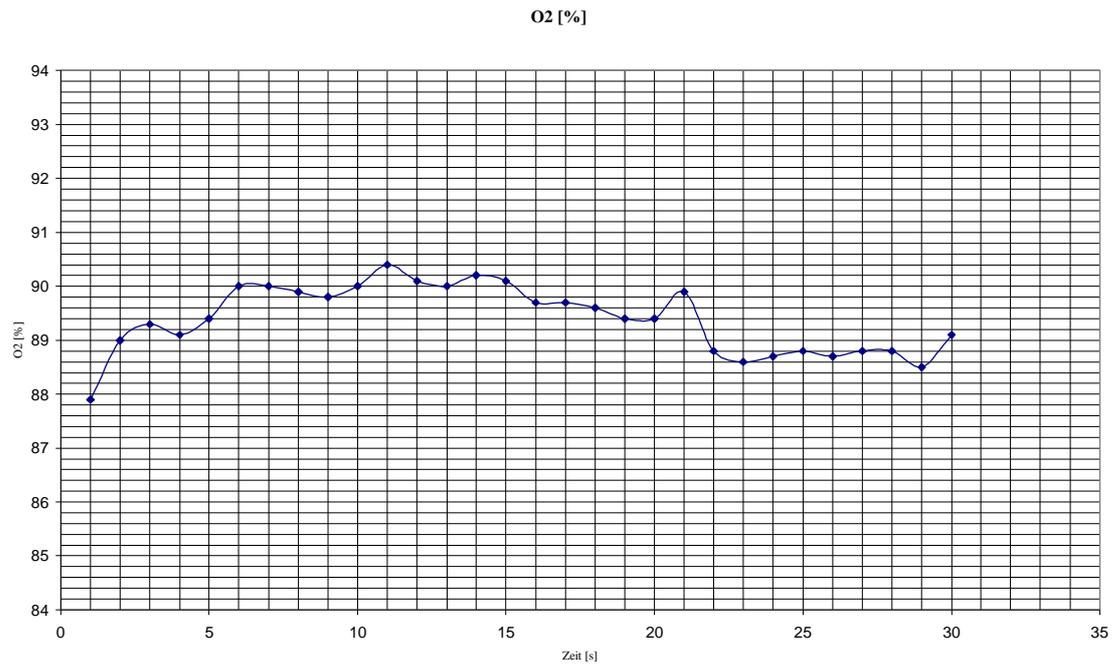
Zeit	LF	O ₂ [%]	O ₂ [mg/l]	pH	O ₂ [%]	O ₂ [mg/l]	Eh [mV]	Eh korrigiert
1	445	87,9	8,15	7,93	93,4	7,78	70	285
2	446	89	8,13	7,94	92,9	7,77	69	284
3	446	89,3	8,13	7,94	92,2	7,68	68	283
4	446	89,1	8,12	7,94	92,1	7,68	68	283
5	447	89,4	8,12	7,94	92,5	7,72	67	282
6	447	90	8,12	7,94	92,1	7,69	66	281
7	447	90	8,11	7,93	92	7,68	66	281
8	447	89,9	8,1	7,93	91,7	7,66	66	281
9	447	89,8	8,09	7,93	91,7	7,66	66	281
10	447	90	8,09	7,93	91,6	7,65	65	280
11	448	90,4	8,09	7,93	91,4	7,65	65	280
12	448	90,1	8,07	7,93	91,5	7,65	65	280
13	448	90	8,07	7,93	91,6	7,66	65	280
14	449	90,2	7,86	7,93	91,4	7,65	65	280
15	449	90,1	7,86	7,93	91,5	7,66	65	280
16	449	89,7	7,86	7,94	91,4	7,65	64	279
17	450	89,7	7,89	7,94	90,7	7,63	65	280
18	450	89,6	7,89	7,94	90,9	7,61	64	279
19	451	89,4	7,9	7,94	90,9	7,62	64	279
20	451	89,4	7,9	7,94	91	7,63	64	279
21	452	89,9	7,9	7,94	91,2	7,63	64	279
22	452	88,8	7,91	7,95	91,1	7,64	64	279
23	452	88,6	7,9	7,95	91,1	7,64	64	279

24	453	88,7	7,89		7,94	91,1	7,65	64	279
25	453	88,8	7,89		7,94	91,1	7,64	64	279
26	453	88,7	7,89		7,94	91	7,64	64	279
27	453	88,8	7,89		7,94	91,1	7,65	64	279
28	453	88,8	7,89		7,94	90,9	7,64	64	279
29	453	88,5	7,89		7,94	90,8	7,65	64	279
30	453	89,1	7,89		7,94	90,8	7,64	64	279

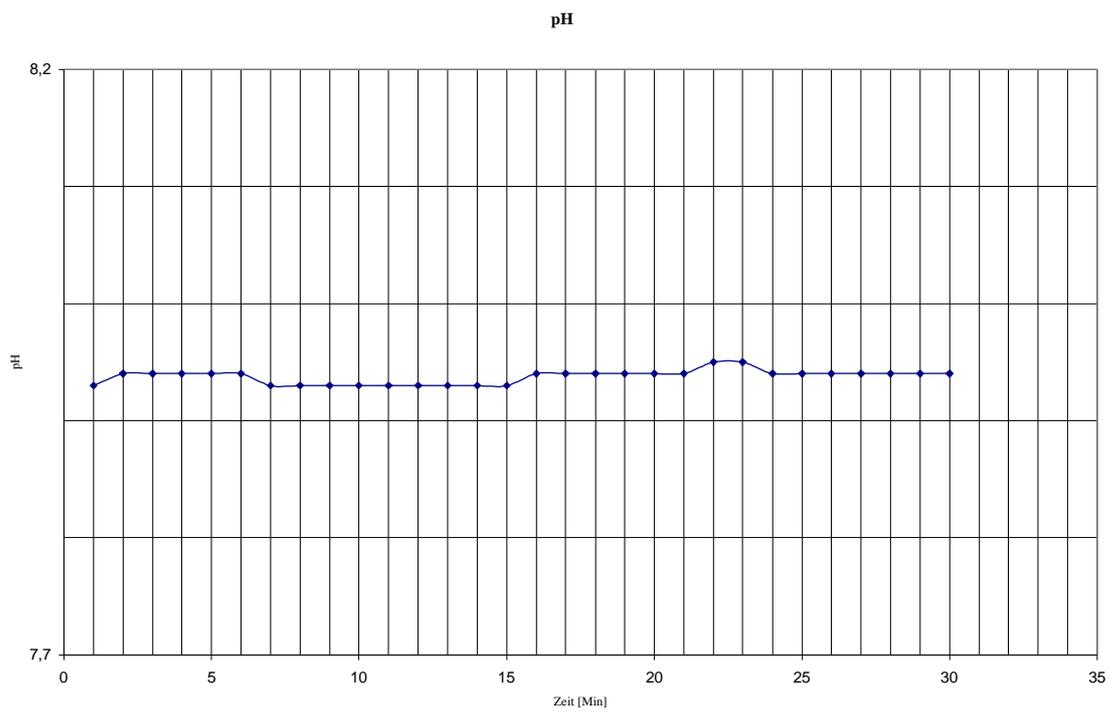
Leitfähigkeit



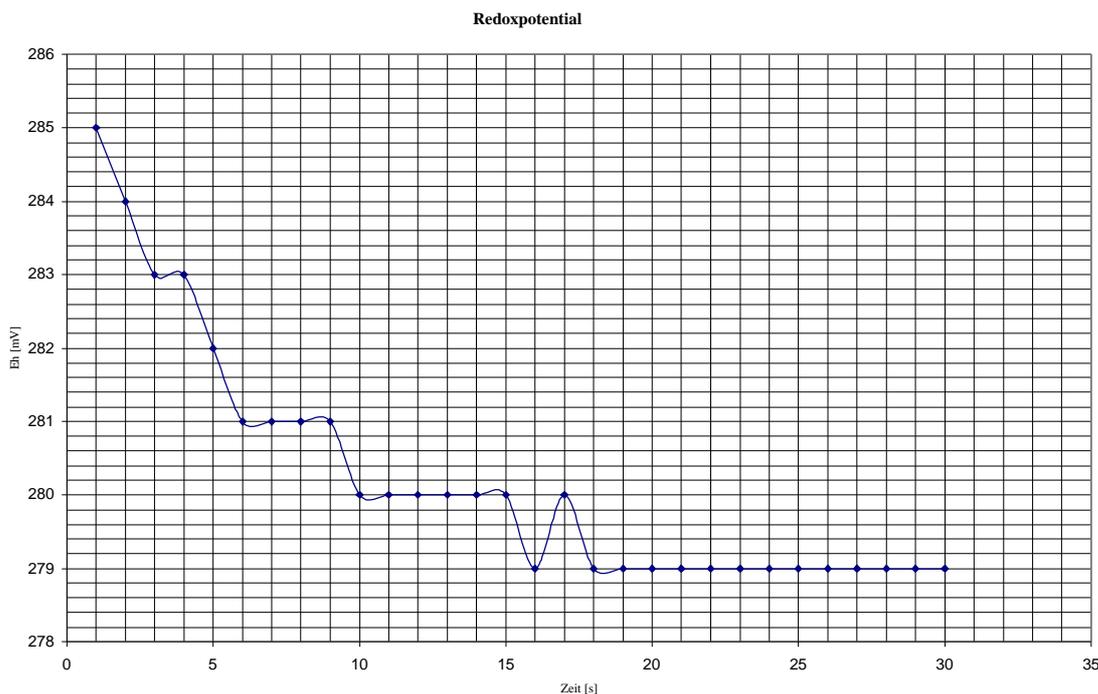
- Abb 2: Darstellung der LF-Zeitreihe der 30 minütigen Beispielmessung



• Abb 3: Darstellung der O₂-Zeitreihe der 30 minütigen Beispielmessung



• Abb 4: Darstellung der pH-Zeitreihe der 30 minütigen Beispielmessung



• Abb 5: Darstellung der Eh-Zeitreihe der 30 minütigen Beispielmessung

Generell birgt die Messung der Vor-Ort-Parameter in einer Durchflußmeßzelle geringere Fehler, da konstante Strömungsverhältnisse erzeugt werden und die Sonden nicht mit Sediment oder Verunreinigungen in Kontakt kommen. In der Praxis wurde dies aber aus Zeitgründen oft nicht durchgeführt, sondern die Sonden meist direkt in den Bach gehalten. Zumindest die Eh-Werte sind daher nicht absolut verlässlich.

2.1.7 p- und m-Wert-Bestimmung

Die p- und m-Wert-Bestimmung erfolgte ebenfalls im Gelände mit 25ml Proben in den Digital-Titratoren der Fa.Hach. Zur Bestimmung des m-Wertes wurde mit 0,16n Schwefelsäure entweder bis zum Umschlag des Bromkresolgrün-Methylrot-Indikators von blau nach rot oder bis zum pH 4,2 titriert. Zur Bestimmung des p-Wertes wurde mit 0,1n NaOH entweder bis zum Umschlag des Phenolphthalein-Indikators von farblos nach rot oder bis zum pH 8,2 titriert. Die Berechnung erfolgte nach folgenden Formeln

$$\text{p-Wert} = \frac{\text{Anzeige} * 160 \text{ mmol/ ml} * 1000 \text{ ml/ l}}{800 * 25 \text{ ml}}$$

$$\text{m-Wert} = \frac{\text{Anzeige} * 100 \text{ mmol/ ml} * 1000 \text{ ml/ l}}{800 * 25 \text{ ml}}$$

2.2 Infiltration

Zur Bestimmung des kf-Wertes bestimmter Bodentypen wurde unter quasi gesättigten Bedingungen eine Infiltration vorgenommen. Zwei Infiltrationsringe wurden unter weitgehendem

Erhalt von Vegetation und Bodenverband leicht in den Boden eingedrückt und seitlich abgedichtet, wobei der äußere ($\varnothing 39\text{cm}$) nur dazu dient, seitliches Versickern zu minimieren und eine laminare Strömung zu gewährleisten (Darcy-Bedingung), der innere ($\varnothing 19,4\text{cm}$) die eigentliche Infiltrationsfläche eingrenzt. Um konstante Strömungsverhältnisse zu erhalten, wurde der Wasserstand in beiden Ringen annähernd gleich hoch gehalten, bzw. etwas höher im äußeren Ring. Der kf-Wert berechnet sich dann nach

$$kf = \frac{V}{A * t} \text{ mit } V = \text{infiltriertes Volumen, } A = \text{Infiltrationsfläche, } t = \text{Infiltrationsdauer}$$

2.3 Durchflußbestimmung

2.3.1 Wehr

Soweit möglich, wurde zur Durchflußbestimmung ein Dreieckswehr eingebaut. Der Durchfluß berechnet sich nach der Formel $Q = 8/15\mu \sqrt{2g} * \tan(\alpha/2) * h_{\text{ü}}^{5/2}$ mit $h_{\text{ü}}$ = Überfallhöhe, α = Ausschnittwinkel, μ = Überfallbeiwert (= 0,578 für $\alpha = 90^\circ$)

2.3.2 Meßflügel

Eine genauere Methode, die allerdings in den meisten Teilgebieten aufgrund zu geringer Durchflüsse nicht angewendet werden konnte, ist die Flügelmessung. Je nach Bachbreite wurden Ein-, Zwei- oder Vierpunktmessungen durchgeführt.

Der Durchfluß berechnet sich wie folgt:

$$Q = v_{\text{mi}} * t_{\text{mi}} * b_i$$

mit b_i = Lamellenbreite, t_{mi} = mittlere Lamellentiefe, v_{mi} = mittlere Lamellenfließ-geschwindigkeit wobei $t_{\text{mi}} = 0,25 * (t_1 + 2t + t_r)$ mit t_1 = Gewässertiefe linker Rand, t = Gewässertiefe Mitte, t_r = Gewässertiefe rechter Rand

und $v_{\text{mi}} = v_{0,4t}$

Einpunktmessung

$$v_{\text{mi}} = 0,5 * (v_{0,2t} + v_{0,8t})$$

Zweipunktmessung

$$v_{\text{mi}} = 1/6 * (v_0 + 2v_{M1} + 2v_{M2} + v_s)$$

Vierpunktmessung

mit v_0 = Fließgeschwindigkeit kurz unterhalb der Gewässeroberfläche, v_s = Fließgeschwindigkeit kurz oberhalb der Gewässersohle, $v_{0,2t}$ = Fließgeschwindigkeit in 20% der Gewässertiefe

Zusätzlich muß die Fließgeschwindigkeit v über eine gerätespezifische Eichkurve korrigiert werden nach $v = v_0 + b * n$

mit v_0 = Anlaufgeschwindigkeit, b = Flügelkonstante, n = Impulsrate (Umdrehungsgeschwindigkeit)

Diese lautet für das Gerät $v_{\text{Mi}} = 0,0109 + 0,0721 * n$

2.3.3 Verdünnungsmethode

Einmalige Eingabe

Zur Bestimmung der Länge der Meßstrecke wurde zunächst eine kleine Menge Uranin aufgegeben und nach optischen Gesichtspunkten die Mindeststrecke abgeschätzt, die der Tracer zur vollständigen Durchmischung benötigt. Die eigentlichen Tracerversuche zur Bestimmung der Durchflußmenge wurden alle über Leitfähigkeitsmessung mit NaCl-Tracer durchgeführt, allerdings sehr unterschiedlich ausgewertet.

Eine Möglichkeit besteht darin, aus der Entfernung zwischen input und Meßpunkt und der Zeit zwischen Tracereingabe und Eintreffen an der Entnahmestelle die Abstandsgeschwindigkeit v_a zu ermitteln. Aus Abstandsgeschwindigkeit * Fließ-querschnitt berechnet sich der Durchfluß. Diese Methode birgt allerdings zahlreiche Fehlerquellen, da die Fließquerschnitte nur ungenau ermittelt werden können.

Eine andere Möglichkeit ist, aus der gemessenen Leitfähigkeit Konzentrationen nach folgenden nicht linearen Gleichungen zu berechnen:

$$\text{für } 0-20\text{g/l} \quad c = 0,5449 * LF + 0,0006184 * LF^2 - 0,04343$$

$$\text{für } <1\text{g/l} \quad c = 486,85 * LF + 10,51 * LF^2 - 1,516$$

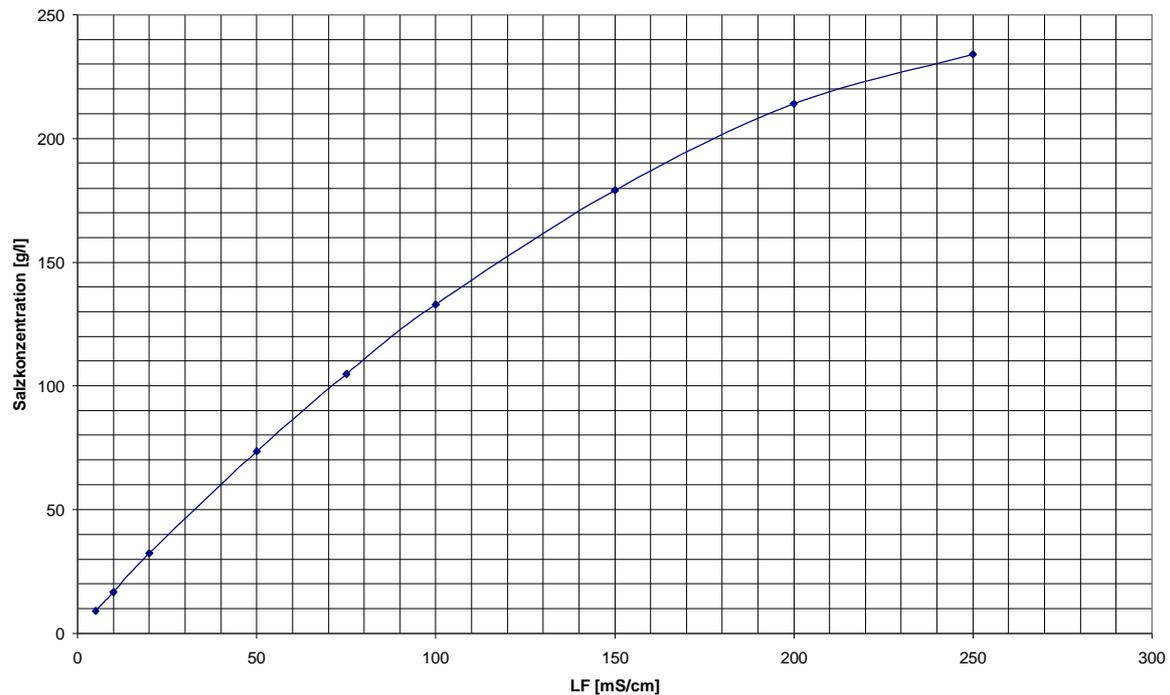
Diese Gleichungen sind jedoch vom jeweils verwendeten Salz und der Beschaffenheit des jeweiligen Wassers abhängig.

Die Abhängigkeit der Leitfähigkeit von der Konzentration zeigt folgendes Beispiel einer NaCl-Messung:

Tabelle 12: Meßwerte zur Ermittlung der Funktion zwischen LF und Konzentration am Beispiel des NaCl.

Konzentration [g/l]	Leitfähigkeit [mS/cm]
5	9
10	16,61
20	32,3
50	73,6
75	104,8
100	133
150	179,1
200	214,1
250	234,1

Abhängigkeit LF-Konzentration



- Abb 6: Nachweis des nicht linearen Zusammenhangs zwischen LF und Konzentration am Beispiel des NaCl.

Am sichersten ist es, eine bestimmte Menge Salz (als Faustformel gilt: 1kg pro 1 m³/s Abfluß) als Tracer abzuwiegen und über eine Kalibrierung mit 1g/l Salzlösung die Leitfähigkeitserhöhung zu ermitteln, um aus den gemessenen Leitfähigkeitserhöhungen auf Konzentrationsunterschiede zu schließen. Der Durchfluß berechnet sich dann nach $Q = \frac{m}{\sum c * \Delta t}$ mit m = Masse des

eingeebenen Tracers, c = Summe der Konzentrationsunterschiede, Δt = Zeitintervalle, in denen die LF gemessen wurde

Kontinuierliche Eingabe

Eine andere Möglichkeit der Verdünnungsmethode ist die kontinuierliche Eingabe einer bestimmten Menge m eines Tracers (z.B. Uranin), die über einen Aufgabetrichter einer bestimmten Tropfgeschwindigkeit g erreicht wird.



- Abb 7: Aufgabe des Uranin mittels Aufgabetrichter mit bestimmter Tropfgeschwindigkeit.

Im Prinzip genügt bei diesem Versuch *eine* Probenahme am Registrierungspunkt, um im Labor mittels UV-Spektrometer die am Meßpunkt angekommenen Uranin-Gehalte nachzuweisen. Praktisch wurden mehrere Proben im Abstand einiger Minuten genommen, um sicher das Plateau eines konstanten Uranin-Gehaltes zu erhalten. Die Durchflußmenge Q berechnet sich dann nach folgender Formel:

$$Q \text{ [l/s]} = \frac{m \text{ [}\mu\text{g / ml]} * g \text{ [ml / s]}}{c \text{ [}\mu\text{g / l]}}$$

Der spektrometrische Nachweis erfolgte im Labor mit dem Luminescence LC 240 von Perkin und Elmer (Anregungswellenlänge = 491 nm, Emissionswellenlänge = 512nm)

2.4 Bodenuntersuchungen

An aus dem Gelände gewonnenen Bodenproben wurden im Labor CaCO₃-Bestimmungen mit der Karbonatbombe von Schott durchgeführt. Mit HCl wurde dabei aus der lufttrockenen Probe das CO₂ ausgetrieben. Der Restfeuchtigkeitsgehalt sollte danach durch Trocknen bei 100-110°C bestimmt werden, was sich jedoch erübrigte, da in den Proben kaum Karbonat nachgewiesen wurde.

2.5 Laboranalytik

2.5.1 Photometrie

Mit dem Hach-Photometer DR 2000 wurden 25ml Proben photometrisch auf Eisen, Ammonium, Nitrit, Nitrat und Phosphat untersucht. Dazu wurden folgende Reagenzien der Fa.Hach verwendet:

- Eisen FerroVer (=1,10 Phenanthrolin +Ascorbinsäure)
- Ammonium Salicylat- + Cyanurat-Reagenz
- Nitrat NitraVer 5 (= Reduktion mit Cadmium zu Nitrit, Nachweis durch Diazotierung)
- Nitrit NitriVer 3 (= Diazotierung)
- Phosphat PhosVer 3 (= Reduktion zu Molybdänblau)



• Abb 8: "Feldlabor" (ehemalige Küche) in Zubrnice.

2.5.2 Magnesium- und Calcium-Bestimmung

Zur Bestimmung von Calcium und Magnesium wurden die Proben mit einem Filter der Porengröße 0,2µm filtriert. Für die Summenbestimmung von Magnesium und Calcium wurde 25ml Probe vorgelegt und 2ml Ammoniak-Ammoniumchlorid Puffer zugegeben. Um einen besseren Farbumschlag bei der Titration zu erhalten, wurde die Probe leicht erwärmt. Danach wurde eine Spatelspitze des Indikators Eriochromschwarz T hinzugegeben, so daß sich eine deutliche weinrote Färbung einstellte. Titriert wurde mit Digital-Titrator der Fa. Hach und 0,1m EDTA-Lösung bis zum Umschlag nach rein blau. Der Gehalt an Ca/ Mg berechnet sich wie folgt:

$$\text{mmol Ion/l} = \frac{\text{Verbrauch EDTA[ml]} * \text{Molarität t EDTA[mmol / ml]} * 1000[\text{ml / l}]}{\text{Vorlage[ml]}}$$

Für die Bestimmung von Calcium wurden wieder 25ml Probe filtriert, Kalilauge als Puffer und Calconcarbonsäure als Indikator zugegeben. Mit 0,1m EDTA-Lösung wurde bis zum Umschlag von weirod nachreinblau titriert. Der Gehalt an Ca berechnet sich wie folgt:

$$\text{mmol Ca/l} = \frac{\text{Verbrauch EDTA[ml]} * \text{Molarität t EDTA[mmol / ml]} * 1000[\text{ml / l}]}{\text{Vorlage[ml]}}$$

$$\text{mmol Mg/l} = \text{mmol Ion/l} - \text{mmol Ca/l}$$

2.5.3 Ionenchromatographie

Die Ionenchromatographie am IC 2001 der Fa. Eppendorf dient der Kationen- und Anionenbestimmung. Über eine Trennsäule mit einem bestimmten Eluat werden die einzelnen Ionen durch unterschiedliche Retentionszeiten getrennt. Die Kationen werden mit der Ein-Säulentechnik über ein Eluat uns unbekannter Zusammensetzung bestimmt. Charakteristisch ist ein sehr spätes Erscheinen der Erdalkali-Peaks. Die Anionenanalyse läuft über die Suppressortechnik. Einem Na-Karbonat/ Na-Hydrogenkarbonat-Eluat ist ein Ionenaustauscher nachgeschaltet, der Na^+ durch H^+ ersetzt. Gemessen werden die Leitfähigkeiten der jeweiligen Säuren (z.B. HCl von Cl , H_2SO_4 von SO_4 , usw.).



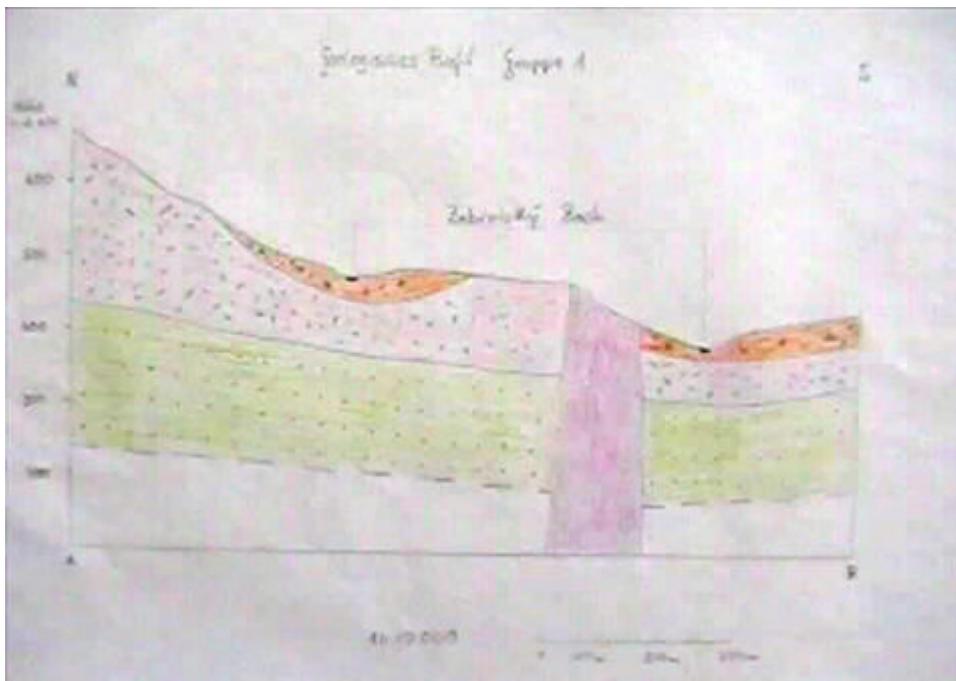
• Abb 9: Mobiler IC 2001 der Fa. Eppendorf.

3 Gebietsaufnahme des 1. Teilgebietes

3.1 Allgemeines

Das Untersuchungsgebiet (Teilgebiet I) liegt im tschechischen Mittelgebirge bei Usti nad Labem, im Nordosten der Ortschaft Zubrnice (an der Straße 260 zwischen M. Biezno und Ustek) und umfaßt das Einzugsgebiet des Baches Zubrnicky. Es hat eine Größe von 3,56 km² und eine maximale Reliefenergie von 397,9 m. Die tiefste Stelle (270 müNN) befindet sich südöstlich des Ortskerns, die höchste im Nordosten mit 667,9 müNN.

Einzigste Ansiedlung ist Zubrnice, eine Ortschaft mit geschätzt ca. 100 Einwohnern, die sich von der Mündung des Zubrnicky in den Lucni, den Vorfluter für das gesamte Untersuchungsgebiet, ca. 600m entlang des Zubrnicky nach Nordosten erstreckt. Ca. 400m oberhalb des eigentlichen Ortskerns an der Straße 260 liegt am Zubrnicky das „Oberdorf“, das durch ein kleines Waldstück vom „Unterdorf“ getrennt ist. Neben ca. 1% bebauten und 1% Gartenflächen werden die Flächen im Teilgebiet I überwiegend als Wiesen- (50%) und Waldflächen (48%) genutzt. Landwirtschaftliche Nutzung wie Ackerbau oder Viehzucht tritt im Gebiet nicht auf, war aber laut Auskunft der Bevölkerung und alten Nutzungsplänen früher hier verbreitet, besonders intensiver Obstanbau.



• Abb 10/1: Geologisches Profil durch das erste Teilgebiet.

Der geologische Untergrund im östlichen Untersuchungsgebiet besteht überwiegend aus Olivinbasalten und Tuffiten mit kleineren Vorkommen von sodalitischen Tephriten, Nephelinit und Limburgit sowie deren deluvialen Sedimenten. In der näheren Umgebung der Ortschaft streichen die Schichten der Oberen und Mittleren Kreide aus.

Die aus der Verwitterung resultierenden Böden sind überwiegend Pseudobraunerden, die in den Tallagen sowie auf den tonigeren Gesteinspartien in Gleye übergehen.

Gegenstand der hydrogeologischen Untersuchungen war der Zubrnicky, ein nahezu Nord-Süd fließender Bach von ca. 4,7km Länge mit einem mittleren Gefälle von 22,62%, der aus fünf Quellen gespeist wird und in den SE-NW fließenden Lucni entwässert. Die Durchflußmenge wurde im Sommer 1998 vormittags mit 5 l/s, bzw. einem Tag nach einem nächtlichen Regenereignis mit etwa 7 l/s gemessen. Allerdings wurden extreme Schwankungen im Tagesverlauf verzeichnet, nachmittags betrug die Durchflußmenge meist nur mehr 2/3 der vormittags gemessenen. Woher diese Schwankungen rühren konnte nicht festgestellt werden. Entlang des Zubrnicky existieren im Bereich der Ortschaft Zubrnice zwar einige kleinere Pumpen und Schläuche zur Entnahme von Brauchwasser für private Haushalte, es konnte jedoch nie eine Nutzung beobachtet werden und viele Einrichtungen machten den Eindruck, als ob sie aufgegeben wären.

Aus den Klimadaten (Jahresmittelwerte von N:593mm, V:319mm (berechnet)) läßt sich ein Gesamtabfluß für die Einzugsgebietsfläche (3,6 km²) von 31,28 l/s errechnen. Da der oberflächliche Abfluß ca. 5-7 l/s beträgt, ergibt sich daraus ein unterirdischer Abfluß von etwa 25 l/s.

Die *Versorgung* der Ortschaft Zubrnice erfolgt neben dem Brunnen auf Teilgebiet II durch Wasser aus gefaßten Quellen des Zubrnicky etwa 400 m nordöstlich der nördlichsten Häuser von Zubrnice. Die Quellen, die wahrscheinlich an der Grenze eines durchlässigeren Olivinbasaltes, der als isoliertes Vorkommen zwischen den zwei Teilbächen des Zubrnicky ausstreicht, zum unterlagernden undurchlässigeren Deluvial, austreten, werden über mehrere Sickerstränge gefaßt und über ein Drainagesystem aus Holz einem ca. 200 m westlich gelegenen Wasserhochbehälter zugeführt, wo dem Wasser Chlor beigelegt wird.



• Abb 11: Wasserhochbehälter und Chlorzugabe der Ortschaft Zubrnice.

Sowohl am Hochbehälter als auch aus einem Schacht am Quellhorizont wurden Proben gewonnen. Ein zweiter Schacht, der nach Auskunft der Wasserbehörden an diesem Quellhorizont existieren soll, konnte nicht gefunden werden.

Im nordöstlichen Teil des Einzugsgebietes (Amerika), wo die Bachläufe zum Teil wesentlich weiter kartiert wurden als auf der topographischen Karte eingezeichnet, treten zwei weitere

Quellhorizonte auf, die aber nicht genutzt werden. Ein in der Nähe eingezeichnetes Drainagesystem konnte im Gelände nicht ausgemacht werden.

Direkt in Zubrnice existiert zudem ein alter Brunnen, der allerdings Stand Sommer 1998 mit einer Tiefe von 9 m trocken war.

Die *Entsorgung* von Zubrnice erfolgt ungeklärt in den Zubrnicky, wobei jeder Haushalt sein eigenes Einleitungsrohr besitzt. Entsprechend hoch sind im Unterlauf des Zubrnicky Geruchsbelastung, Trübung und der Anteil an Stickstoff- und Phosphorverbindungen. Laut Auskunft eines Dorfbewohners war der Zubrnicky noch bis vor 30 Jahre solange die Haushalte als Trockentoiletten besaßen, ein relativ sauberer Bach. Erst mit der Einführung moderner Naßtoiletten ohne entsprechende Entsorgung der Abwässer traten Belastungen in den Oberflächengewässern auf.

3.2 Vor-Ort-Analytik

Tabelle 13/1: Übersicht der Vor-Ort-Analytik des ersten Teilgebietes.

Pro ben nr.	RW	HW	Lokalitä t	pH	LF [mS/cm] bei Meßtemp.	LF [mS/cm] bei 25°C	Eh [mV] Pt- Elektrode	Eh [mV] Wasserstof f elektrode	rH	Tempe ratur [°C]	Sauer stoff [mg/l]	Sauer stoff [%]
1	748,55	978,79	20m vor Einmündung in Lucni	7,87	0,36	0,447	138	353	27,47	15,7	8,3	89
	748,67	979,4	Brücke am Kindergarten	8,14	0,33	0,403	184	399	29,51	16,3	8,1	88
	747,96	978,4	Brücke am nördlichsten Haus	8,28	0,32	0,402	183	398	29,81	15,2	8,6	91
2	747,77	979,16	1. Gabelung nach W	8,2	0,33	0,413	191	406	29,98	15,4	8,1	87
3	747,71	979,14	1. Gabelung nach E	8,05	0,32	0,408	190	405	29,66	14,7	8,6	91
4	747,36	979,11	2. Gabelung (E) nach W	8,31	0,33	0,421	186	401	30,06	14,7	8,3	89
5	747,34	979,09	2. Gabelung (E) nach E	8,15	0,3	0,383	190	405	29,88	14,6	8,4	89
6	747,21	979,29	3. Gabelung (E) nach W	8,11	0,32	0,407	196	411	29,98	14,8	7,9	85
7	747,17	979,28	3. Gabelung (E) nach E	7,77	0,33	0,429	207	422	29,73	14	8,5	90
8	748,01	977,84	Quelle 1 (W)	8,15	0,28	0,408	172	387	29,44	10	7,2	77
9	747,85	977,96	Quelle 2	7,93	0,32	0,454	171	386	28,98	10,9	6,8	75
10	748,03	978	2. Gabelung (W) nach W	8,25	0,3	0,403	152	367	28,73	12,8	8,4	88
11	748	978,03	2. Gabelung (W) nach E	8,28	0,33	0,432	153	368	28,9	13,7	8,4	88
12	748,06	978,05	1. Gabelung nach W	8,29	0,32	0,421	151	366	28,82	13,5	8,5	88
	746,78	979,06	Amerika (Naßstelle)	6,72		0,341				12,2	8,22	97,8
	746,71	978,5	Quelle oberstrom	7,7		0,362				13,7	8,07	99,1
	747,05	978,72	Quelle 4	7,94		0,405				15,3	8,11	97,2
13	748,21	978,92	Wasserhoch behälter	7,46		0,477	200	415		13,6		112
14	747,95	978,91	Schacht	7,48		0,48	192	407		15,3		100

Zur Illustration der Vor-Ort gemessenen Werte wurden zwei Profile angelegt:

Profil West über die Meßpunkte: 1-2-12-11-9

Profil Ost über die Meßpunkte: 1-3-4-7.

Für diese wurden LF-, pH-, Sauerstoff- und Temperatur-Profile erstellt von 0 m (=Mündung des Zubrnicky in den Lucni) bis 3100 m, bzw. 2200 m.

Sehr deutlich sind allgemeine Trends nicht zu erkennen, dennoch zeigt das LF-Profil einen Anstieg der Leitfähigkeit von der Quelle zur Mündung des Zubrnicky in den Lucni.

Ein leichter Anstieg der LF-Werte im Bereich der Quellen muß mit $\pm 0,01$ mS/cm keine Aussagekraft haben, sondern kann durchaus noch im Bereich des Meßfehlers liegen.

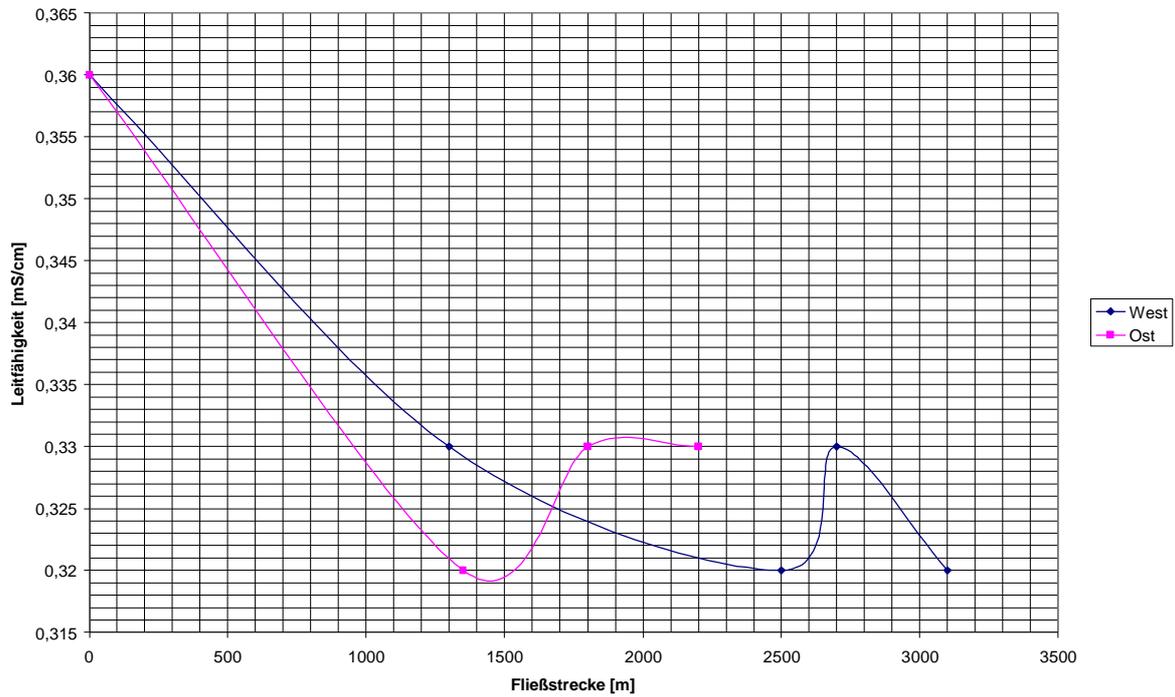
Im pH-Profil resultieren geringe pH-Werte im Bereich der Quellen aus dem höheren CO₂-Gehalt. Tritt das Wasser mit der Atmosphäre in Wechselwirkung steigt der pH bis auf etwa pH=8,3 an (CO₂-Partialdruck-Gleichgewicht). Der Abfall des pH-Wertes zur Mündung hin ist um ca. 0,5 auf 7,87 durch Einleitungen der Haushalte in Zubrnice zu erklären. Allerdings ist der pH-Wert auch schon an den Meßstellen 2 und 3 oberhalb von Zubrnice um 0,1 bzw. 0,2 pH-Einheiten geringer. Dies kann einerseits nur ein Meßfehler sein, könnte aber andererseits auch auf saure Einflüsse hinweisen. Oberhalb der Meßstelle 2 befindet sich ein Sumpfgebiet, das evtl. diese pH-Erniedrigung verursachen könnte.

Das Sauerstoff-Profil läßt kaum Interpretationen zu. Die generelle Abnahme der O₂-Werte mit zunehmender Fließstrecke spiegelt sich nicht wider. Im West-Profil ist im Gegenteil eine Zunahme der O₂-Konzentration um 1,5 mg/l zu verzeichnen, im Ost-Profil schwanken die Werte um $\pm 0,15$ mg/l. Bei einer Sättigung von 10 mg/l = 100% wäre das ein Fehler von 1,5%, was noch im Bereich des Meßfehlers liegt. Generell kann man aber unterscheiden zwischen den O₂-ärmeren westlichen Quellen (Sauerstoffgehalt 75% und 77%) und den O₂-reicheren östlichen Quellen (O₂-Gehalte 85%, 90%, 89%).

Der Temperaturverlauf dagegen ist klar ausgeprägt. Eine deutliche Zunahme von den Quellen zur Mündung zeigt Sonneneinstrahlung und evtl. wärmere Zuflüsse/ Einleitungen an.

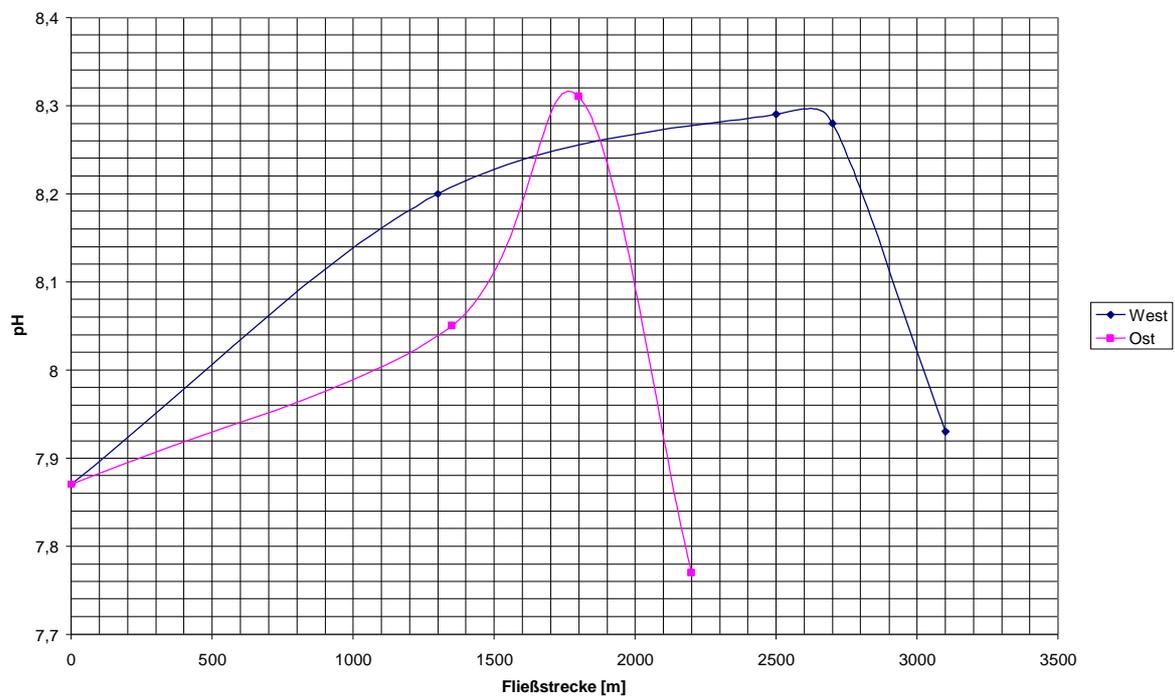
Auffällig sind die Vor-Ort-Parameter aus dem Wasserhochbehälter und dem Schacht. Diese zeigen hohe Eh- und LF-Werte und nahezu vollständige Sauerstoffsättigung (Schacht 100%), bzw. -übersättigung (Wasserhochbehälter 112%). Die pH-Werte sind deutlich geringer als bei allen anderen Proben. Am Schacht ist dies evtl. auf den Einfluß des nahen Quellhorizontes zurückzuführen, an dem Wasser mit höherem CO₂-Gehalt und geringem pH-Wert austritt.

Leitfähigkeitsprofil



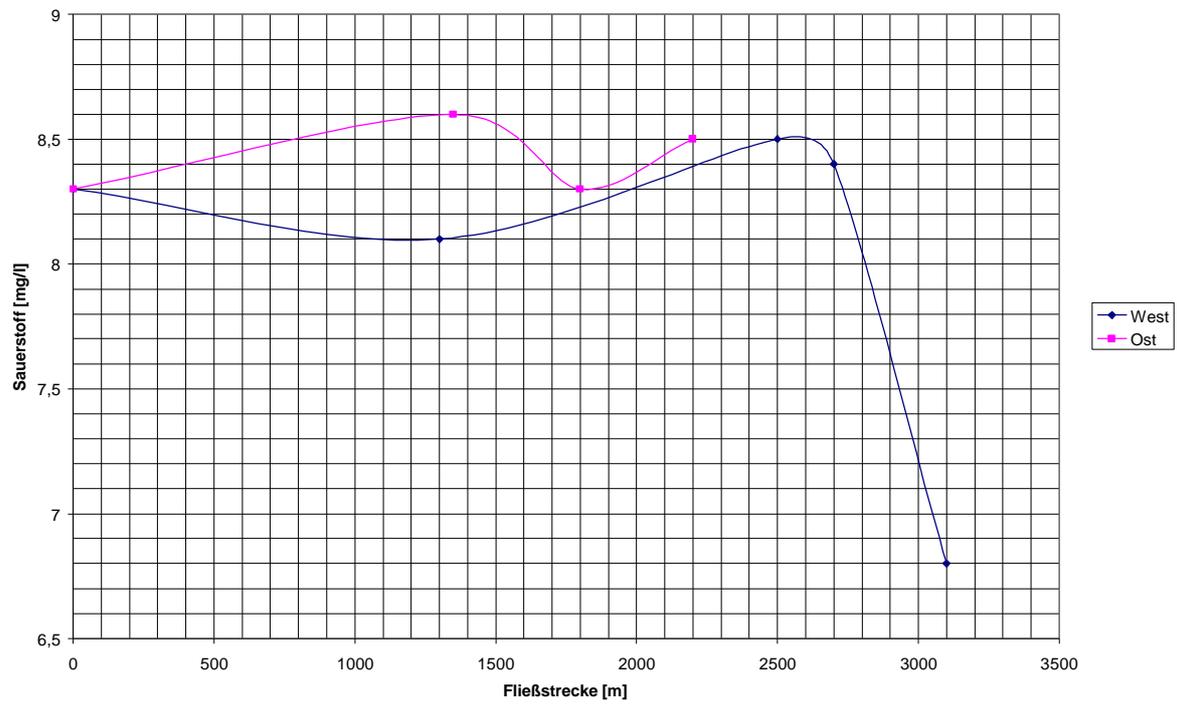
- Abb 12/1: Leitfähigkeitsprofil der Teilezugsgebiete.

pH-Profil



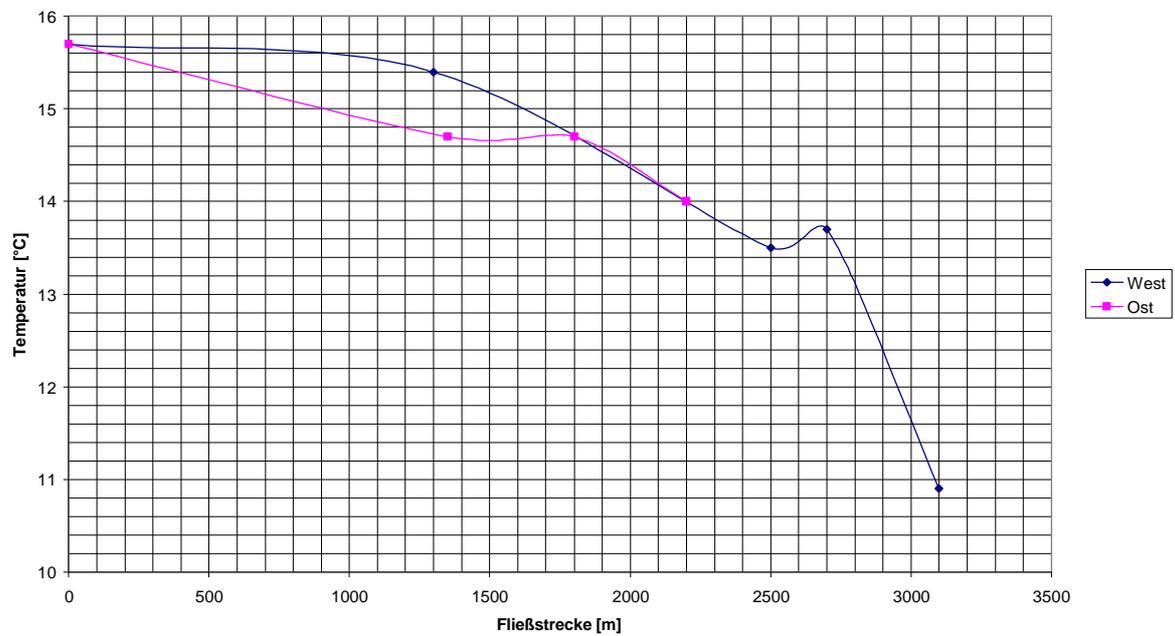
- Abb 13/1: pH-Profil der Teilezugsgebiete.

Sauerstoff-Profil



- Abb 14/1: Sauerstoff Profil der Teileinzugsgebiete.

Temperatur-Profil



- Abb 15/1: Temperatur Profil der Teileinzugsgebiete.

3.3 Laborauswertung

3.3.1 Photometrie

Tabelle 14/1: Photometrische Eisen und Nitrit Bestimmung.

Probenr.	Eisen (Blindwert) [mg/l]	Eisen [mg/l]	Eisen Probe- Blindwert [mg/l]	Nitrit (Blindwert) [mg/l]	Nitrit [mg/l]	Nitrit (Probe- Blindwert) * 3,3 [mg/l]
1	0,01	0,03	0,02	0,002	0,125	0,4059
2	0,03	0,12	0,09	0,002	0,011	0,297
3	0,01	0,05	0,04			
4	0,01	0,02	0,01			
5	0,03	0,07	0,04			
6	0,03	0,08	0,05			
7	0,02	0,05	0,03			
8	0,09	0,21	0,12			
9	0	0,01	0,01			
10	0	0,01	0,01			
11	0	0,01	0,01			
12	0	0,01	0,01			

Tabelle 15/1: Photometrische Nitrat und Ammonium Bestimmung.

Probenr.	Nitrat (Blindwert) [mg/l]	Nitrat [mg/l]	Nitrat (Probe- Blindwert) * 4,43 [mg/l]	Ammonium (Blindwert) [mg/l]	Ammonium [mg/l]	Ammonium (Probe- Blindwert) * 1,29 [mg/l]	Phosphat [mg/l]
1	0,1	2,5	10,632	0,11	0,37	0,3354	0,6
2	0,1	1	3,987				0,23
3	0,1	1,7	7,088				0,24
4	0,1	2,1	8,86				0,3
5	0,1	1,8	7,531				0,31
6	0,1	2,1	8,86				0,45
7	0,1	2,2	9,303	0,11	0,19	0,1032	0,43
8							0,17
9							0,23
10							0,26
11							0,3
12							0,29

Die photometrische Bestimmung konnte aufgrund fehlender Reagenzien für Nitrit, Nitrat und Ammonium nur an ausgewählten Proben durchgeführt werden. Die Eisen-Bestimmung wurde zwar für alle Proben vorgenommen, doch es wurde weder im Feld Fe^{2+} untersucht, noch wurden die Proben mit Salpetersäure stabilisiert. Daß im Labor photometrisch kaum $\text{Fe}_{\text{gesamt}}$ mehr nachgewiesen werden konnte, heißt also nicht unbedingt, daß kein Eisen in der Probe ist.

3.3.2 Calcium/ Magnesium-Bestimmung

Calcium und Magnesium

Tabelle 16/1 Calcium, Magnesium und Gesamthärte Bestimmung.

Probennr.	Skale	ml	Vorlage [ml]	Ca + Mg [mmol/l]	°dH
1	483	0,603	25	2,415	12-18
2	436	0,545	25	2,18	12-18
3	429	0,536	2,2	2,145	12-18
4	413	0,516	25	2,294	12-18
5	394	0,492	25	1,97	8-12
6	424	0,53	25	2,12	12-18
7	450	0,562	25	2,25	12-18
8	372	0,465	25	1,86	8-12
9	437	0,546	25	2,185	12-18
10	373	0,466	25	1,865	8-12
11	418	0,522	25	2,09	8-12
12	398	0,497	25	1,99	8-12
13	488	0,61	25	2,44	12-18
14	485	0,606	25	2,425	12-18

Calcium

Tabelle 17/1: Calcium Bestimmung.

Probennr.	Skale	Vorlage	ml	mmol/l Ca	Ca [mg/l]	mmol/l Mg	Mg [mg/l]
1	246	25	0,307	1,23	49,30	1,185	28,80
2	243	23,5	0,303	1,292	51,78	0,888	21,58
3	210	23	0,262	1,141	45,73	1,004	24,40
4	234	25	0,292	1,17	46,89	1,124	27,32
5	213	24	0,266	1,109	44,45	0,861	20,93
6	244	25	0,305	1,22	48,90	0,9	21,87
7	201	21,5	0,251	1,16	46,49	1,09	26,49
8	224	25	0,28	1,12	44,89	0,74	17,99
9	288	25	0,36	1,44	57,72	0,745	18,11
10	219	23	0,273	1,19	47,70	0,675	16,41
11	278	25	0,374	1,39	55,71	0,7	17,01
12	272	25	0,34	1,36	54,51	0,63	15,31
13	225	25	0,281	1,125	45	1,315	31,97
14	217	25	0,271	1,085	43,4	1,34	32,58

3.3.3 p- und m-Wert-Bestimmung

Tabelle 18/1: p- und m-Wert Bestimmung.

Probenr.	p-Wert (Gerät)	p-Wert [mmol/l]	CO ₂ [mg/l]	m-Wert (Gerät)	m-Wert [mmol/l]	HCO ₃ ⁻ [mg/l]
1	97	0,49	21,34	350	2,80	170,85
2	104	0,52	22,89	33	2,64	161,09
3	102	0,51	22,44	385	3,08	187,93
4	77	0,39	16,94	300	2,40	146,44
5	91	0,46	20,02	414	3,31	202,09
6	88	0,44	19,36	303	2,42	147,91
7	131	0,66	28,83	326	2,61	159,13
8	116	0,58	25,53	324	2,59	158,16
9	104	0,52	22,89	360	2,88	175,73
10	105	0,53	23,11	331	2,65	161,57
11						
12						
13	108	0,54	23,77	332	2,66	162,06
14	74	0,37	16,28	327	2,62	159,62

3.3.4 Anionen-Bestimmung mit IC [mg/l]

Tabelle 19/1: Anionen-Bestimmung mit IC

Probe	1	2	3	4	5	6	7	8
F ⁻	0,15	0,10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,00	0,00
Cl ⁻	9,8	4,1	5,2	4,9	4,3	4,5	4,9	4,2
NO ₂ ⁻	0,9	0,5	0,6	0,5	0,9	0,5	0,4	0,4
NO ₃ ⁻	11,6	4,7	9,6	9,3	7,5	9,2	10,0	4,7
SO ₄ ²⁻	62,8	57,4	58,9	64,7	56,5	61,6	69,5	59,5
Probe	9	10	11	12	13	14	Bemerkung	
F ⁻	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,18		
Cl ⁻	3,6	3,9	3,9	3,9	9,7	11,2		
NO ₂ ⁻	0,3	0,3	0,3	0,5	1,3	1,4	Störung d. Cl ⁻	
NO ₃ ⁻	4,0	3,8	4,3	4,2	26,5	31,4		
SO ₄ ²⁻	62,1	56,4	63,5	60,9	54,0	62,4		

Die mit dem IC bestimmten NO_2^- -Gehalte weichen nicht nur erheblich von den photometrisch bestimmten ab, sondern sind auch für das hydrogeologische Umfeld zu niedrig. Grund hierfür ist ein Auswertungsproblem, da der NO_2^- -Peak von dem sehr hohen Chlorid-Peak überlagert und so die Integration erschwert wird.

Die photometrisch bestimmten NO_3^- -Gehalte liegen für alle Werte unterhalb der durch die IC ermittelten. Mit einem Fehler $<8\%$ ist dies aber noch vertretbar.

3.3.5 Kationen-Bestimmung mit IC [mg/l]

Tabelle 20/1: Kationen-Bestimmung mit IC

Probenr.*	1	6	8	9	13	14
Li^+	0,01	0,02	$<0,01$	0,01	0,01	0,02
Na^+	12,8	8,9	19,6	21	5,94	5,76
NH_4^+	0,03	$<0,01$	0,01	$<0,01$	$<0,01$	0,01
K^+	4,57	1,91	1,73	1,12	2,88	2,8

*aufgrund Mangel an Probensubstanz konnten nur noch diese 6 Proben bestimmt werden

Die mit dem IC ermittelten NH_4^+ -Gehalte liegen deutlich unter denen der Photometriebestimmung (ca. eine Zehnerpotenz). Ein Grund hierfür könnten überlagerte Reagenzien bei der photometrischen Bestimmung sein, andererseits sind die höheren Werte der photometrischen Bestimmung im Hinblick auf die insgesamt hohe Belastung mit Stickstoffen plausibler.

3.4 Ionenbilanz

Tabelle 21/1: Ionenbilanz des ersten Teileinzugsgebietes

Probenr.	1	6	8	9	13	14
Na [mmol(eq)/l]	0,56	0,39	0,85	0,91	0,26	0,25
K [mmol(eq)/l]	0,12	0,05	0,04	0,03	0,07	7,16
Ca [mmol(eq)/l]	2,46	2,44	2,24	2,88	2,25	2,22
Mg [mmol(eq)/l]	2,37	1,80	1,48	1,49	2,63	2,68
Cl [mmol(eq)/l]	0,28	0,13	0,12	0,10	0,27	0,32
SO_4 [mmol(eq)/l]	1,31	1,28	1,24	1,29	1,12	1,30
HCO_3 [mmol(eq)/l]	2,80	2,42	2,59	2,88	2,66	2,62
NO_3 [mmol(eq)/l]	0,19	0,15	0,08	0,06	0,43	0,51
Summe Kationen	5,50	4,68	5,43	5,77	6,69	6,92
Summe Anionen	4,57	3,98	4,02	4,34	4,48	4,74
Fehler [%]	9,26	3,78	14,87	14,11	19,72	18,65

Nach der Ionenbilanz, mit Fehlern von bis zu 20%, sind die gesamten Analysen eigentlich zu verwerfen (max. zulässiger Fehler $<5\%$). Als Fehlerquellen sind anzuführen, daß die Proben 13 +

14 nicht am gleichen Tag wie die Proben 1, 6, 8 und 9 genommen wurden, somit also ungleiche äußere Bedingungen widerspiegeln. Zudem wurden die Vor-Ort-Parameter (hier vor allem p- und m-Wert) der Proben 13 + 14 aufgrund von Gerätemangel nicht im Gelände, sondern etwa 15 Minuten nach Probenahme im Labor gemessen, was Einfluß auf den Gehalt an HCO_3 hat. Auch bei den Proben 1, 6, 8, und 9 wurden die p- und m-Werte aufgrund Gerätemangel einen Tag nach der Probenahme gemessen. In der dazwischen liegenden Nacht war es zwar weitgehend trocken, dennoch könnten sich die chemischen Parameter geändert haben.

3.5 Übersicht über die bestimmten Wasserinhaltsstoffe

Tabelle 22/1: Übersicht über die bestimmten Wasserinhaltsstoffe des ersten Teilgebietes

Probennr	1	2	3	4	5	6	7	8
Na [mg/l]	12,80					8,9		19,6
K [mg/l]	4,57					1,91		1,73
Li [mg/l]	0,01					0,02		<0,01
Ca [mg/l]	49,3	51,78	45,73	46,89	44,45	48,90	46,49	44,89
Mg [mg/l]	28,8	21,58	24,4	27,32	20,93	21,87	26,49	17,99
Fe [mg/l]	0,02	0,09	0,04	0,01	0,04	0,05	0,03	0,12
HCO_3 [mg/l]	170,85	161,09	187,93	146,44	202,09	147,91	159,13	158,16
Cl [mg/l]	9,79	4,06	5,22	4,87	4,31	4,49	4,91	4,18
F [mg/l]	0,15	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
SO_4 [mg/l]	62,8	57,4	58,9	64,7	56,5	61,6	69,5	59,5
NO_2 [mg/l]	0,406	0,297						
NO_3 [mg/l] IC	11,6	4,66	9,6	9,3	7,46	9,18	10,0	4,65
NO_3 [mg/l] Photometrie	10,63	3,99	7,09	8,86	7,53	8,86	9,30	
NH_4 Photometrie	0,34						0,10	
PO_4 [mg/l]	0,6	0,23	0,24	0,3	0,31	0,45	0,43	0,17
CO_2 [mg/l]	21,34	22,89	22,44	16,94	20,02,	19,36	28,83	25,53

Probennr	9	10	11	12	13	14
Na [mg/l]	21				5,94	5,76
K [mg/l]	1,12				2,88	280
Li [mg/l]	0,01				0,01	0,02
Ca [mg/l]	57,72	47,7	55,71	54,51	45	43,4
Mg [mg/l]	18,11	16,41	17,01	15,31	31,97	32,58
Fe [mg/l]	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
HCO_3 [mg/l]	175,73	161,57			162,06	159,62
Cl [mg/l]	3,63	3,95	3,92	3,93	9,67	11,2
F [mg/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,12	0,18
SO_4 [mg/l]	62,1	56,4	63,5	60,9	54,0	62,4
NO_2 [mg/l]						
NO_3 [mg/l]	3,98	3,77	4,27	4,21	26,5	31,4

IC						
NO ₃ [mg/l] Photometrie						
NH ₄ Photometrie						
PO ₄ [mg/l]	0,23	0,26	0,3	0,29		
CO ₂ [mg/l]	22,89	23,11			23,77	16,28

Insgesamt ergab die Bestimmung der einzelnen Wasserinhaltsstoffe folgendes:

Na und **K** konnten nicht für alle Proben nachgewiesen werden, da nicht genug Probenmaterial vorhanden war. Die Na-Werte liegen hoch im Bereich der Westquellen (Proben 8-12), niedrig im Bereich der Ostquellen (Proben 4-7). Dies ist wahrscheinlich auf geogene Einflüsse zurückzuführen. Im Westen stehen tuffitische Basalte an, bei deren Verwitterung Na-haltige Minerale wie Plagioklase entstehen. Allerdings streichen im Osten sodalitische Tephrite aus, die ebenfalls eine Na-Erhöhung bewirken müßten. Probe 1 zeigt in der chemischen Zusammensetzung annähernd eine Mischung aus den Inhaltsstoffen der Proben 2 und 3, das heißt, es gibt keine wesentlichen zusätzlichen Na-Einträge. Die K-Konzentration dagegen ist in Probe 1 ca. 3mal höher als in allen anderen bestimmten Proben. Dies läßt auf zusätzliche Einträge, wahrscheinlich durch Dünger, schließen. Wo diese K-Einträge erfolgen., läßt sich schwer zu sagen, da nur zu 4 Proben aus dem Bachprofil K-Analysen vorliegen.

Li ist im untersuchten Gebiet kaum vorhanden, bzw. konnten gar nicht nachgewiesen werden.

Die **Ca**-Gehalte sind im Bereich der Westquellen höher als im Bereich der Ostquellen. Das Ionenverteilungsprofil zeigt im Westen eine leichte Abnahme der Ca-Konzentration zur Mündung hin, im Osten mehr oder weniger konstante Werte. Im Unterlauf sind also keine weiteren Einträge vorhanden.

Die **Mg**-Werte sind dagegen im Gegensatz zu den Ca-Werten an den Westquellen niedriger als an den Ostquellen. Probe 1 zeigt eine Erhöhung der Konzentration zur Mündung hin an. Der Eintrag sollte hier aus den Gesteinen kommen. Besonders auffällig ist die Erhöhung der Mg-Gehalte von Probe 2 zu Probe 12 auf relativ kurzer Fließstrecke. Da die Schacht- und Wasserbehälter-Werte ebenfalls max. Konzentrationen aufweisen, könnte der geogene Background aus dem isolierten Vorkommen an Olivinbasalt stammen, das zwischen den beiden Bächen ausstreicht.

Die **Sulfat**gehalte sind im ganzen Gebiet mehr oder weniger gleichmäßig verteilt und weisen keine Besonderheiten auf. Selbst kurz vor der Mündung treten keine Maxima auf.

Chlorid ist generell nur in geringen Konzentrationen vertreten, im Westen noch etwas weniger als im Osten, und resultiert wahrscheinlich aus den Niederschlägen, evtl. zusammen mit einem geringen geogenen Background. Für den gefaßten Quellhorizont (Probe 13, 14) läßt sich eine leichte Erhöhung nachweisen: Eine Mischung der Wässer 4 (4,87mg/l) und 5 (4,31mg/l) sollte eigentlich zu geringeren Cl-Konzentrationen im Mischwasser führen. Probe 3 zeigt aber mit einer Cl-Konzentration von 5,22mg/l, daß offensichtlich auch Quellwasser aus dem Gebiet der Quellfassung Zutritt, was höhere Cl-Gehalte hat. Diese können, da auch die Nitratgehalte in der gefaßten Quelle signifikant erhöht sind, auf eine landwirtschaftliche Düngung zurück geführt

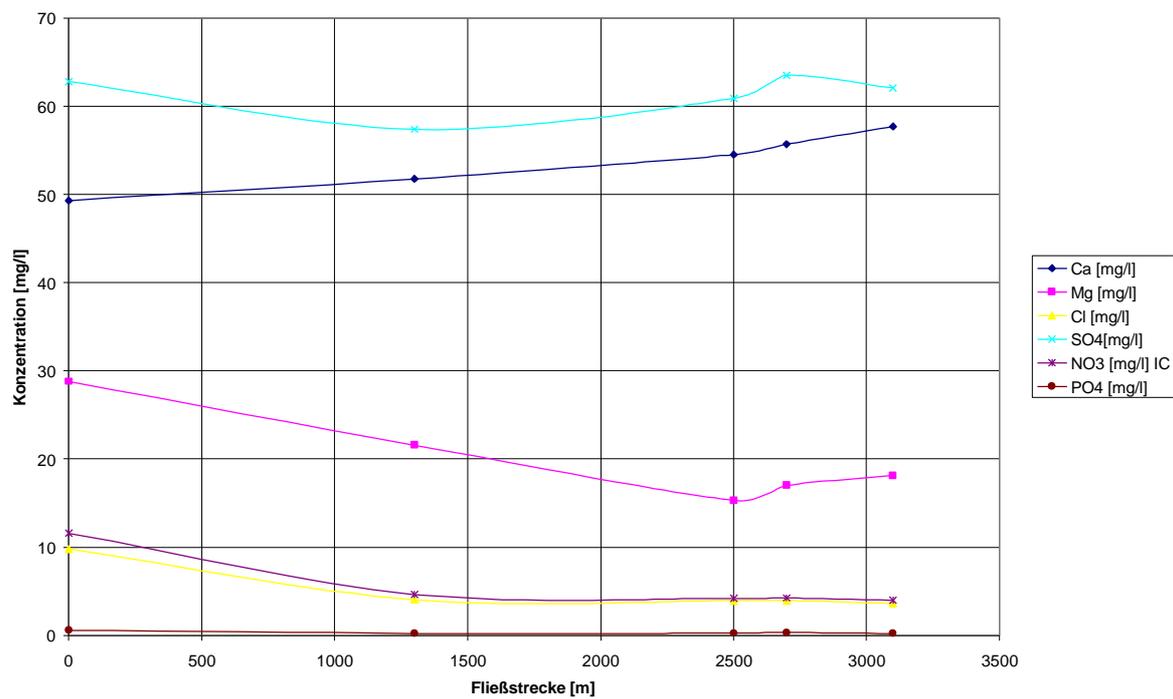
werden. Der Cl-Wert der Probe 1 ist nach der Einleitung der Abwässer in Zubrnice ebenfalls leicht erhöht. Die **Fluorid**-Gehalte sind kaum erhöht, bzw. unter der Nachweisgrenze.

Nitrat-, Nitrit-, Ammonium- und Phosphat-Belastung steigen generell mit zunehmender Fließstrecke und erreichen Maximalwerte kurz vor der Mündung in den Lucni. Die Westquellen zeigen deutlich geringere Nitratkonzentrationen als die Ostquellen. Im Ionenverteilungsprofil macht sich dies bemerkbar, da im Westprofil ein deutlicher Anstieg der NO_3 -Konzentration zur Mündung hin zu verzeichnen ist, im Ostprofil dagegen die Werte konstant höher liegen. Da heute im Gebiet keine Landwirtschaft mehr betrieben wird, muß es sich um alte Ackerbauflächen handeln. Für die Westquellen konnte aus alten Nutzungskarten nachgewiesen werden, daß dort auch früher kein Ackerbau, sondern nur Weidewiesen mit wesentlich geringerer Nitratbelastung existierten. Für die auffallend hohen Nitrat-Werte des Wasserbehälter und des Schachtes konnte ebenfalls aus den alten Nutzungskarten Ackerbau für das gesamte Einzugsgebiet der Quellfassung rekonstruiert werden. Daß Probe 3 im Abstrom der Quelle keine solch drastische Nitraterhöhung mehr aufweist, zeigt an, daß der überwiegende Teil des Quellwassers gefaßt und abgeleitet wird. Allerdings ist ein kleiner Einfluß auch hier bemerkbar, da die Mischnitratwerte wie beim Chlorid leicht erhöht sind (Probe 4 9,3mg/l + Probe 5 7,46mg/l = Probe 3 9,6mg/l).

Hohe CO_2 -Gehalte in den Proben 7 und 8 zeigen die Nähe zur Quelle an, an der Wasser mit CO_2 -reicherer Grundluft austritt und sich der Chemismus erst allmählich auf die atmosphärischen Bedingungen einstellt. An Probe 3 läßt sich wieder wie bei Chlorid und Nitrat ein leichter Einfluß des Quellzutritts nachweisen. Die Mischung aus Probe 4 (16,94mg/l) und 5 (20,02mg/l) gibt eine Erhöhung in Probe 3 (22,44mg/l).

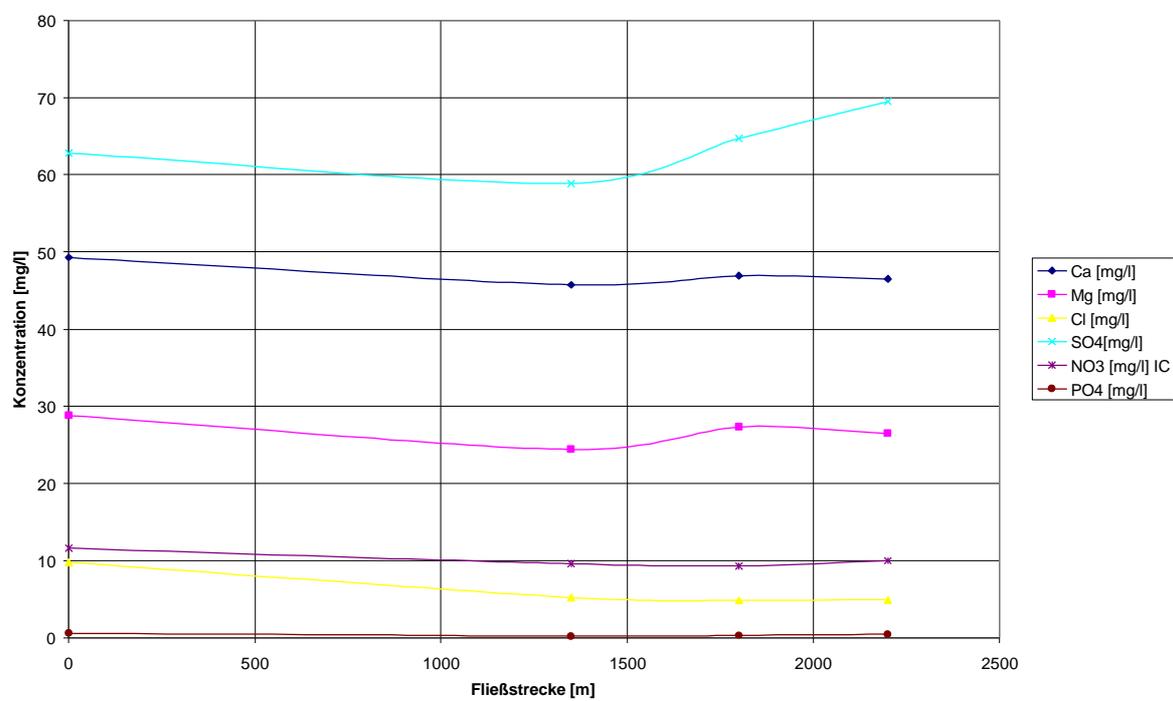
Für die Bestimmung organischer Parameter wie TOC, DOC, BSB_5 , CSV, AOX, usw. fehlte leider die Ausrüstung, obwohl gerade dies im Hinblick auf die Einleitung der Abwässer interessant gewesen wäre.

Ionenverteilung West



- Abb 16/1: Ionenverteilung des westlichen Teileinzugsgebietes.

Ionenverteilung Ost



- Abb 17/1: Ionenverteilung des östlichen Teileinzugsgebietes.

3.6 Durchflußmessungen

Aufgrund sehr geringer Bachtiefen war eine Durchflußmessung mittels Flügelmessung nicht möglich. Ein Wehr zu bauen wurde an der Brücke am Kindergarten versucht, dieses konnte aber nicht gut genug abgedichtet werden. So wurde der Durchfluß lediglich mit der Verdünnungsmethode bestimmt.

Verdünnungsmethode

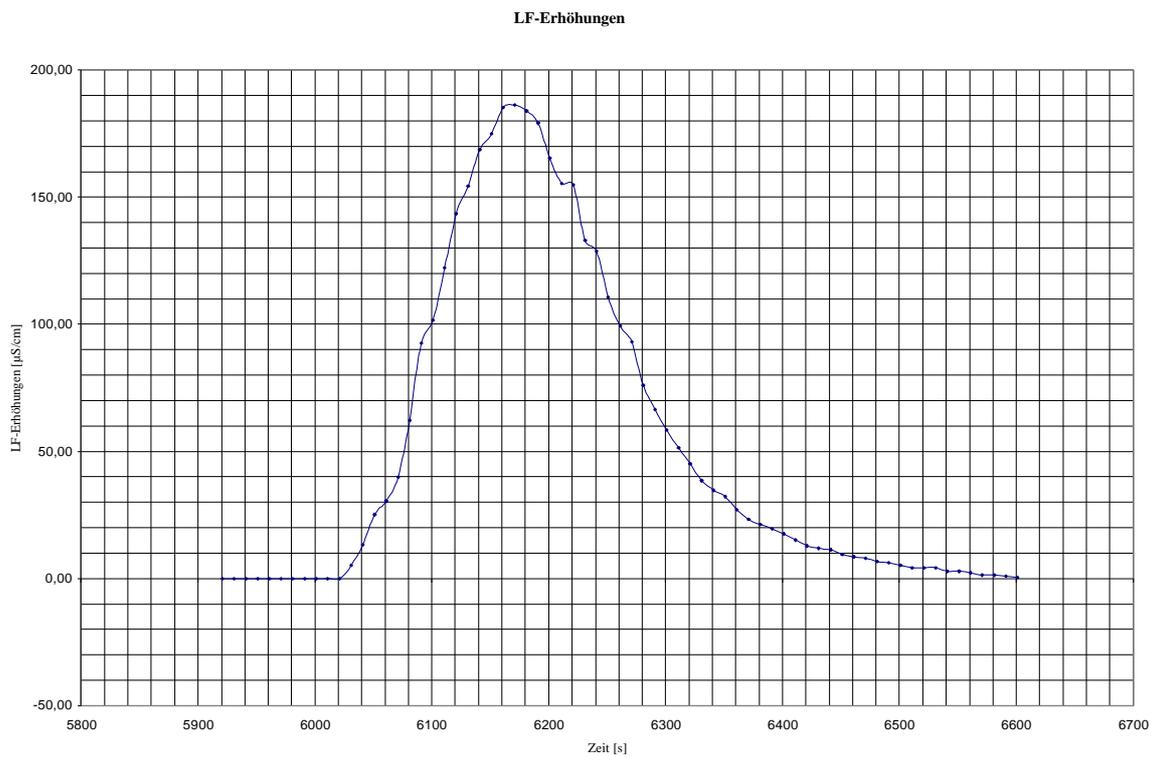
Tracern mit einmaliger Eingabe

Etwa 200 m vor der Mündung des Zubrnicky Baches in den Lucni Bach wurde ein Verdünnungsversuch zur Ermittlung des Durchflusses des Zubrnicky durchgeführt. 100 g gelöstes NaCl wurden als Tracer aufgegeben und die Erhöhung der Leitfähigkeit gemessen. Bis zur Ankunft des Tracers am 100 m stromab gelegenen Registrierungspunkt vergingen 10 Min. und 21Sek. Über die Differenz D aus natürlicher Leitfähigkeit (508,25 $\mu\text{S}/\text{cm}$) und Leitfähigkeit einer 1 g/l-Salzlösung (2398,75 $\mu\text{S}/\text{cm}$) lassen sich die gemessenen Leitfähigkeitserhöhungen auf Konzentrationen beziehen und über die eingegebene Masse NaCl (100 g) und die Meßzeitintervalle (10 s) der Durchfluß ermitteln.

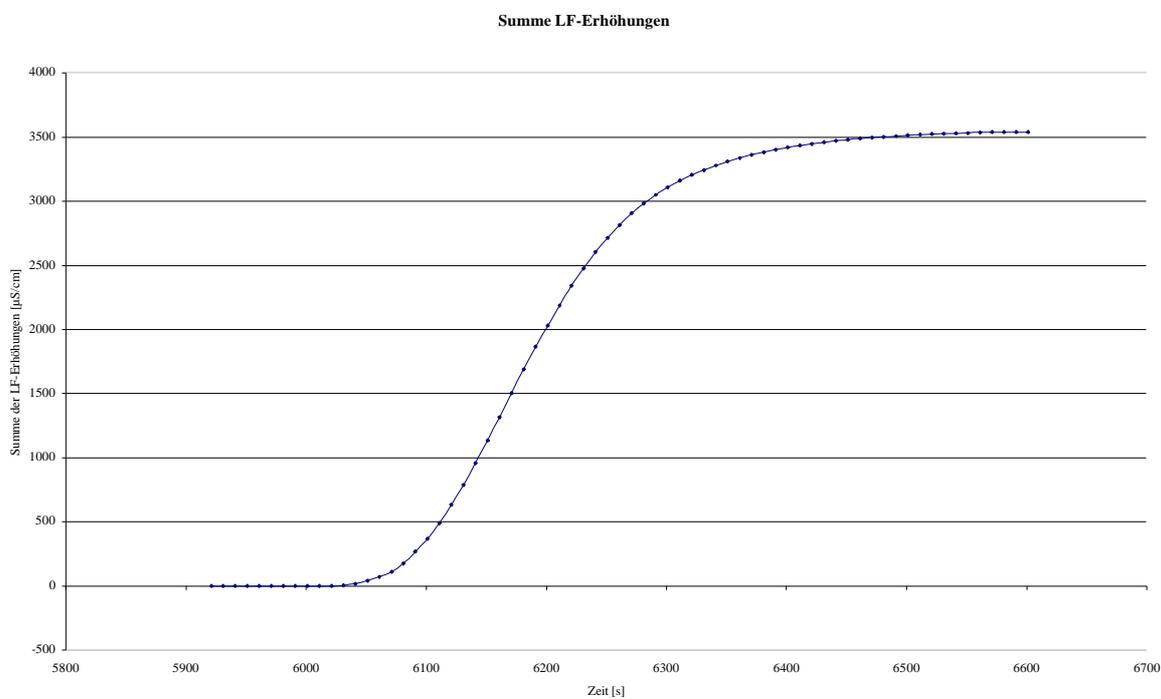
Tabelle 23/1: Meßreihe der LF bei der Verdünnungsmethode mit einmaliger Zugabe des Tracer.

Meßzeit [s]	LF [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	LF-Erhöhung LF*	Summe LF-Erhönungen	LF*/D
5921	508,25	0,00	0,00	0,0000
5931	508,25	0,00	0,00	0,0000
5941	508,25	0,00	0,00	0,0000
5951	508,25	0,00	0,00	0,0000
5961	508,25	0,00	0,00	0,0000
5971	508,25	0,00	0,00	0,0000
5981	508,25	0,00	0,00	0,0000
5991	508,25	0,00	0,00	0,0000
6001	508,25	0,00	0,00	0,0000
6011	508,25	0,00	0,00	0,0000
6021	508,25	0,00	0,00	0,0000
6031	513,48	5,23	5,23	0,0028
6041	521,55	13,30	18,53	0,0070
6051	533,43	25,18	43,70	0,0133
6061	538,65	30,40	74,10	0,0161
6071	548,15	39,90	114,00	0,0211
6081	570,48	62,23	176,23	0,0329
6091	600,88	92,63	268,85	0,0490
6101	609,90	101,65	370,50	0,0538
6111	630,33	122,08	492,58	0,0646
6121	651,70	143,45	636,03	0,0759
6131	662,63	154,38	790,40	0,0817
6141	676,88	168,63	959,03	0,0892

6151	683,05	174,80	1133,83	0,0925
6161	693,50	185,25	1319,08	0,0980
6171	694,45	186,20	1505,28	0,0985
6181	692,08	183,83	1689,10	0,0972
6191	687,33	179,08	1868,18	0,0947
6201	673,55	165,30	2033,48	0,0874
6211	663,58	155,33	2188,80	0,0822
6221	663,10	154,85	2343,65	0,0819
6231	641,25	133,00	2476,65	0,0704
6241	636,98	128,73	2605,38	0,0681
6251	618,93	110,68	2716,05	0,0585
6261	607,53	99,28	2815,33	0,0525
6271	601,35	93,10	2908,43	0,0492
6281	584,25	76,00	2984,43	0,0402
6291	574,75	66,50	3050,93	0,0352
6301	566,68	58,43	3109,35	0,0309
6311	559,55	51,30	3160,65	0,0271
6321	553,38	45,13	3205,78	0,0239
6331	546,73	38,48	3244,25	0,0204
6341	542,93	34,68	3278,93	0,0183
6351	540,55	32,30	3311,23	0,0171
6361	535,33	27,08	3338,30	0,0143
6371	531,53	23,28	3361,58	0,0123
6381	529,63	21,38	3382,95	0,0113
6391	527,73	19,48	3402,43	0,0103
6401	525,83	17,58	3420,00	0,0093
6411	523,45	15,20	3435,20	0,0080
6421	521,08	12,83	3448,03	0,0068
6431	520,13	11,88	3459,90	0,0063
6441	519,65	11,40	3471,30	0,0060
6451	517,75	9,50	3480,80	0,0050
6461	516,80	8,55	3489,35	0,0045
6471	516,33	8,08	3497,43	0,0043
6481	514,90	6,65	3504,08	0,0035
6491	514,43	6,17	3510,25	0,0033
6501	513,48	5,23	3515,48	0,0028
6511	512,53	4,27	3519,75	0,0023
6521	512,53	4,27	3524,03	0,0023
6531	512,53	4,27	3528,30	0,0023
6541	511,10	2,85	3531,15	0,0015
6551	511,10	2,85	3534,00	0,0015
6561	510,63	2,38	3536,38	0,0013
6571	509,68	1,43	3537,80	0,0008
6581	509,68	1,43	3539,23	0,0008
6591	509,20	0,95	3540,18	0,0005
6601	508,73	0,47	3540,65	0,0003
Summe LF*/D = 1,8729				



- Abb 18/1: LF-Erhöung beim Tracern mit Impulseingabe.



- Abb 19/1: Summenkurve der LF-Erhöung beim Tracern mit Impulseingabe.

Der Durchfluß Q ergibt sich so zu $100\text{g} / (1,8729\text{g/l} * 10\text{s}) = \mathbf{5,34\text{l/s}}$.

Tracern mit kontinuierlicher Eingabe

An der gleichen Fließstrecke erfolgte einen Tag später eine kontinuierliche Tracereingabe. Dazu wurde 200 mg/l Uranin-Lösung über einen Aufgabetrichter in einer Menge von 0,152 ml/s über ca. 20 Minuten kontinuierlich in den Bach eingegeben. Das Plateau einer gleichmäßigen Uranin Registrierung am Registrierungspunkt war nach ca. 22 Minuten erreicht. Die Durchflußmenge ergibt sich zu **7,301 l/s**. Die Abweichung zu dem mit der Verdünnungsmethode mit einmaliger Eingabe gemessenen Durchfluß läßt sich wahrscheinlich damit erklären, daß es in der Nacht zwischen den beiden Versuchen geregnet und sich so die Wassermenge erhöht hat.

Tabelle 24/1: Meßreihe & Auswertung bei der Verdünnungsmethode mit konstanter Zugabe des Tracer.

Kalibrierung	Lumin-Einheiten	$\mu\text{g/l}$	Umrechnungsfaktor
Blindwert Kal.	0	0	
10 $\mu\text{g/l}$ Uranin Kal.	638	10	0,01567398

	Lumin-Einheiten LE	LE -Blindwert Probe	Uranin [$\mu\text{g/l}$]	Durchfluß [l/s]
Blindwert Probe	12			
Probe nach 13 Min	15	3	0,047	
Probe nach 15 Min	109	97	1,520	
Probe nach 18 Min	337	325	5,094	
Probe nach 22 Min	282	270	4,231	7,183
Probe nach 26 Min	275	263	4,122	7,374
Probe nach 30 Min	276	264	4,137	7,346

3.7 Hochwasserbilanz

Die Berechnung des Starkregenabflusses wurde mit Hilfe des Starkregen-Bemessungsabflußprogramms HQBEMESS von Dr. V. Dunger erstellt. Das Programm beruht auf der deterministischen Konzeption und baut inhaltlich auf dem Bemessungsganglinienverfahren auf. Für den Fall, daß keine oder unzureichende Durchflußdaten vorhanden sind, wird die Hochwasserganglinie mittels Scheiteldurchfluß, der Dauer des Hochwasserereignisses, der Durchflußsumme, usw.

Bei der aktuellen Berechnung wurde ein Wiederkehrintervall des Starkregenereignisses von 1, 2, 5, 10, 20, 50 und 100 Jahren, bei einer Basisregenspende PS (15,n) von 130 l/(s*ha) angenommen. Die Hydrographisch – morphologischen Einzugsgebietscharakteristika, die Art der Abflußkonzentration, die vorherrschenden Bodentypen im Einzugsgebiet sowie die Bodennutzungsanteile sind den Anlagen zu entnehmen.

Für den Fall eines 2jährigen Wiederkehrintervalles wurde eine ausführliche Darstellung zur Verfolgung des Lösungsweges und der Ergebnisse und für die restlichen sechs Intervalle eine Kurzdarstellung gewählt.

3.7.1 Ergebnisse von HQBEMESS:

Tabelle 25/1 Übersicht der Ergebnisse der Hochwassermodellierung (vgl. Anlagen)

Wiederkehrintervall T [Jahre]	Abflußmaximum QMAX [l/s]	Abflußsumme QSUM [m ³ *10 ³]	Anstiegszeit TA [min]
1	1016,34	14,05	119
2	1674,96	23,20	119
5	2941,90	40,80	119
10	4274,18	59,31	119
20	6002,24	83,32	119
50	9026,58	125,34	119
100	11991,60	166,53	119

3.7.2 Bewertung der Durchlässe (Brücken, Rohre, Kanäle):

Tabelle 26/1: Bewertung der Durchlässe an Bauwerken auf der Basis der Hochwassermodellierung

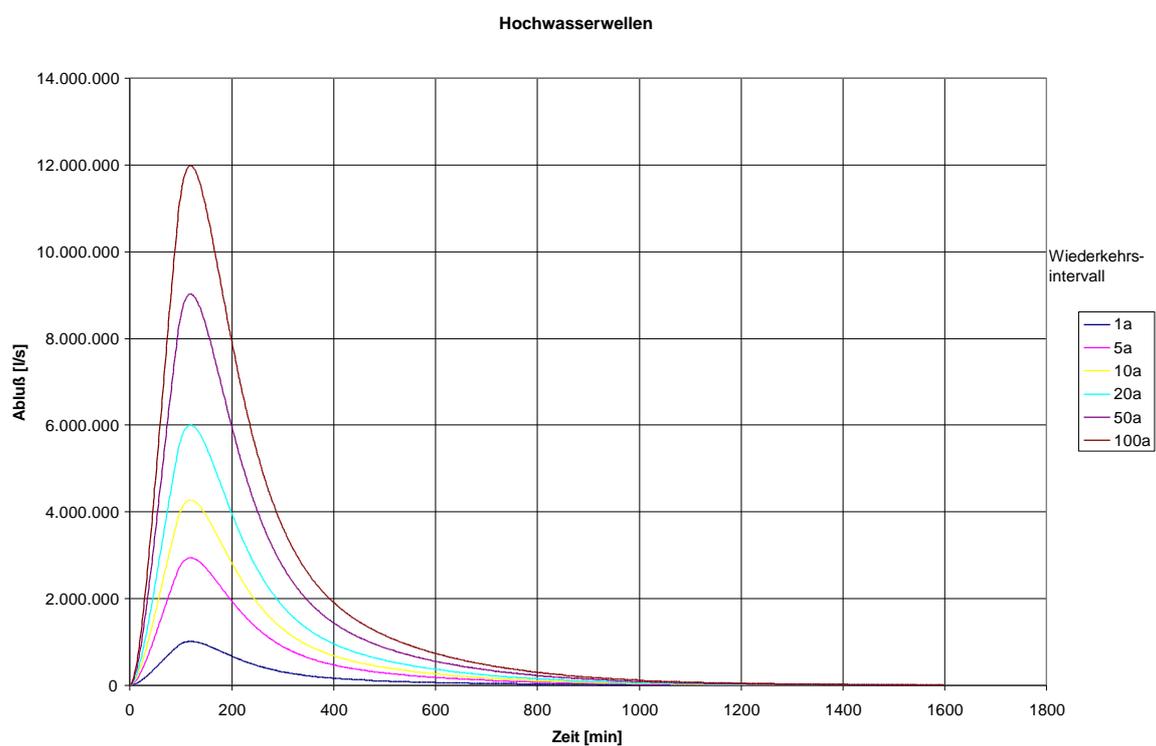
Meßpunkt [No.]	Intervall [Jahre]	QMAX [m³]	Bemessung [↓/↑] (*)	Querschnitt [m³]
1	1	1,02	↑	2,15
2			↑	5,83
3			↑	1,32
4			↑	1,98
5			↑	3,77
1	2	1,67	↑	2,15
2			↑	5,83
3			↓	1,32
4			↑	1,98
5			↑	3,77
1	5	2,94	↓	2,15
2			↓	5,83
3			↓	1,32
4			↓	1,98
5			↑	3,77
1	10	4,27	↓	2,15
2			↑	5,83
3			↓	1,32
4			↓	1,98
5			↓	3,77
1	20	6,00	↓	2,15
2			↓	5,83
3			↓	1,32
4			↓	1,98
5			↓	3,77
1	50	9,03	↓	2,15
2			↓	5,83
3			↓	1,32
4			↓	1,98
5			↓	3,77
1	100	11,99	↓	2,15
2			↓	5,83
3			↓	1,32
4			↓	1,98
5			↓	3,77

(*) ↓: Bemessung zu gering

↑: Bemessung ausreichend

3.7.3 Meßpunktbeschreibung für die Hochwasserbilanz:

Meßpunkt (No.)	Meßpunktbeschreibung
1	Kanal oberhalb Dorfbrücke (Hauptstraße)
2	Dorfbrücke (Hauptstraße)
3	Überfallwehr oberhalb Dorfbrücke (Hauptstraße)
4	Kanal unterhalb Durchflußrohr (Vorfluter ca. 180m nach Dorfbrücke nach NE)
5	Durchflußrohr (Vorfluter ca. 200 m nach NE)



- Abb 20/1: Darstellung der Hochwasserwellen auf der Basis der mit HQBEMESS modellierten Werte.

3.8 Bodenuntersuchungen

3.8.1 Infiltrationsversuch

Zur Bestimmung des kf-Wertes bestimmter Bodentypen wurden drei Infiltrationsversuche mit zwei Infiltrationsringen durchgeführt. Der Durchmesser des inneren Ringes betrug 19,4cm, was einer Infiltrationsfläche von $0,02954\text{m}^2$ entspricht. Der äußere Ring dient nur dazu, ein seitliches Infiltrieren zu minimieren und eine laminare Strömung zu gewährleisten, um die Bedingungen der Darcy-Gleichung zu erfüllen. Der kf-Wert berechnet sich aus infiltriertem Volumen pro Zeit und Infiltrationsfläche.

Infiltrationswerte Waldboden

In 79 Sek. versickerten 400ml in einem sandig lockeren Waldboden. Das entspricht einem kf-Wert von $1,71 * 10^{-4} \text{ m/s}$.

Infiltrationswerte Wiesenboden

In 1303 Sek., bzw. 1140 Sek. versickerten 100ml in einem lehmig - tonigen Boden, der typisch für die Wiesenböden des Einzugsgebietes des Zubrnicky ist. Das ergibt einen kf-Wert von $2,59 * 10^{-6} \text{ m/s}$, bzw. $2,97 * 10^{-6} \text{ m/s}$.

3.9 Zusammenfassung

Eine Erhöhung der Leitfähigkeits-, der Nitrat-, Nitrit-, Ammonium- und Phosphat-Werte sowie eine Erniedrigung der pH-Werte im Bereich der Ortschaft Zubrnice zeigen deutlich die anthropogene Belastung des Zubrnicky durch die Einleitung der ungeklärten Abwässer an. Während im Frühjahr durch die Schneeschmelze und zu regenreichen Zeiten evtl. noch ein gewisser Verdünnungseffekt auftritt, ist die Geruchsbelästigung im Sommer bei geringen Abflüssen extrem. Die NH_4^+ -Werte liegen mit max. 0,34 mg/l deutlich über dem Grenzwert der deutschen Trinkwasserverordnung (0,1 mg/l), ebenso die Nitrit-Werte mit max. 0,46 mg/l an Stelle von 0,2 mg/l und die Phosphat-Werte mit max. 0,6 mg/l statt 0,1 mg/l. Nitrat liegt erstaunlicherweise unter dem Grenzwert von 40 mg/l. Eine Reinigung der Abwässer ist dringend zu empfehlen. Da der Bau einer Kläranlage für eine so kleine Ortschaft finanziell nicht erschwinglich ist, wären eigentlich nur Versetzgruben für die einzelnen Haushalte denkbar.

Auch das aus den Quellen nordöstlich von Zubrnice gewonnene Trinkwasser sollte überprüft werden. Die Nitratgehalte sind mit 26,5 mg/l (Wasserhochbehälter), bzw. 31,4 mg/l (Schacht) hoch (Grenzwert 40 mg/l). Aus alten Flächennutzungskarten ist ersichtlich, daß im Einzugsgebiet der Quellen früher Ackerbau betrieben wurde. Die Belastung durch Düngung scheint aus dieser Zeit zu rühren, da heute dort keine landwirtschaftliche Nutzung mehr erfolgt. Eine genaue Erfassung des Quelleinzugsgebietes mit detaillierter aktueller Nutzung sowie Umfang und Dauer früherer Nutzungen und der daraus resultierenden Bodenbelastung wäre wichtig. Grundlage hierfür ist eine exakte geologische Kartierung des Kontaktes Olivinbasalt/ Deluvial, um einen Einblick in Mächtigkeit und Lagerung von Grundwasserleiter und -stauer zu bekommen.

Sollte die Quantität oder Qualität der bestehenden Quelfassung unzureichend sein, könnte man die Quellhorizonte im nordöstlichen Teil des Einzugsgebietes (Amerika) näher untersuchen. Die Nitratgehalte sind dort möglicherweise deutlich geringer (vgl. Probe 5 im Abstrom dieses Quellhorizontes weist nur 7,46 mg/l Nitrat auf).

Eine Schutzzonenausweisung für die bestehende Quelfassung auf der Grundlage der bisherigen Kenntnisse würde in etwa folgendermaßen aussehen.



• Abb 21/1: Karte der Trinwasserschutzonen der Quellfassungen nördlich von Zubrnice.

SZ I umfaßt die unmittelbare Umgebung der Quellfassung und wurde nach W101 DVGW auf eine Reichweite im oberstrom von 20m festgesetzt.

SZ II da mit den geschätzten Parametern die Abstandsgeschwindigkeit und somit die SZ II kleiner als 100m ausgefallen wäre, wurde diese an den Flurstücksgrenzen, die in etwas einen 100m Abstand von der Quellfassung haben fest gesetzt.

SZ III umfaßt das gesamte Einzugsgebiet, das mit dem Ausstreichen des Olivinbasaltes gleichgesetzt wurde.

3.10 Anlagen

3.10.1 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 1a

```

o          STARKREGEN-BEMESSUNGSABFLUSSPROGRAMM   H Q B E M E S S           o
o                                                                                   o
o  Das Modell HQBEMESS dient der Berechnung des Starkregenabflusses für         o
o  einen Pegel eines Einzugsgebietes. Das Programm baut inhaltlich auf           o
o  dem Bemessungsganglinienverfahren auf.                                       o
o                                                                                   o
o                                                                                   o
o          Computing by V. Dunger (1995, up-date 06/1998)                       o
o                                                                                   o

```

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : Gruppe 1
Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\501.inp

Regendauer t : unbekannt
Wiederkehrintervall des Regens : 1.00 a
Regenmenge P : unbekannt
Basisregen P 15/1 : unbekannt
Basisregenspende : 130.00 l/s ha

Hydrographisch-morphologische Einzugsgebietscharakteristik:

- * Einzugsgebietsfläche : 356.33 ha
- * mittleres Geländegefälle im Einzugsgebiet : 23.00 %
- * längster Fließweg Wasserscheide-Bemessungsstelle ... : 4.70 km
- * Gesamtlänge aller Vorfluter im Einzugsgebiet : 7.13 km
- * Basisabfluß am Bemessungspegel : 5.30 l/s

Art der Abflußkonzentration: überwiegend flächenhaft

Vorherrschender Bodentyp im Einzugsgebiet : Bodentyp 3

Bodennutzungsanteile im Einzugsgebiet:

- * Ödland (ohne nennenswerten Bewuchs) : 0.00 %
- * Hackfrüchte, Wein : 0.00 %
- * Wein (Terrassen) : 0.00 %
- * Getreide, Futterpflanzen : 0.00 %
- * Weide (fett) : 0.00 %
- * Weide (normal) : 0.00 %
- * Weide (karg) : 0.00 %
- * Dauerwiese : 50.00 %
- * Haine, Obstanlagen : 1.00 %
- * Wald (stark aufgelockert) : 0.00 %
- * Wald (mitteldicht) : 48.00 %
- * Wald (dicht) : 0.00 %
- * Wald (sehr dicht) : 0.00 %
- * Wirtschaftshöfe : 0.00 %
- * Feldwege (befestigt) : 0.00 %
- * versiegelte Flächen (Häuser, Straßen, Plätze) : 1.00 %

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\501.erg
Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\501.iso

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abflußganglinie folgende wesentliche Parameter:

- * Abflußmaximum: QMAX = 1016.34 l/s
- * Anstiegszeit: TA = 119.00 min
- * Abflußsumme: QSUM = 14.05 Tausend m³

3.10.2 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 2a

```

o          STARKREGEN-BEMESSUNGSABFLUSSPROGRAMM   H Q B E M E S S           o
o                                                                                   o
o Das Modell HQBEMESS dient der Berechnung des Starkregenabflusses für           o
o einen Pegel eines Einzugsgebietes. Das Programm baut inhaltlich auf             o
o dem Bemessungsganglinienverfahren auf.                                         o
o                                                                                   o
o                                                                                   o
o          Computing by V. Dunger (1995, up-date 06/1998)                         o
o                                                                                   o

```

E I N G A B E W E R T E :

```

Gebietsbezeichnung ..... : Gruppe_1
Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\500.inp
(Dateneingabe im Dialogbetrieb)

Regendauer t ..... : unbekannt
Wiederkehrintervall des Regens ..... : 2.00 a
Regenmenge P ..... : unbekannt
Basisregen P 15/1 ..... : unbekannt
Basisregenspende ..... : 130.00 l/s ha

Hydrographisch-morphologische Einzugsgebietscharakteristik:
* Einzugsgebietsfläche ..... : 356.33 ha
* mittleres Geländegefälle im Einzugsgebiet ..... : 23.00 %
* längster Flieweg Wasserscheide-Bemessungsstelle ... : 4.70 km
* Gesamtlänge aller Vorfluter im Einzugsgebiet ..... : 7.13 km
* Basisabfluß am Bemessungspegel ..... : 5.30 l/s

Art der Abflußkonzentration: Überwiegend flächenhaft

Vorherrschender Bodentyp im Einzugsgebiet ..... : Bodentyp 3

Bodennutzungsanteile im Einzugsgebiet:
* Ödland (ohne nennenswerten Bewuchs) ..... : 0.00 %
* Hackfrüchte, Wein ..... : 0.00 %
* Wein (Terrassen) ..... : 0.00 %
* Getreide, Futterpflanzen ..... : 0.00 %
* Weide (fett) ..... : 0.00 %
* Weide (normal) ..... : 0.00 %
* Weide (karg) ..... : 0.00 %
* Dauerwiese ..... : 50.00 %
* Haine, Obstanlagen ..... : 1.00 %
* Wald (stark aufgelockert) ..... : 0.00 %
* Wald (mitteldicht) ..... : 48.00 %
* Wald (dicht) ..... : 0.00 %
* Wald (sehr dicht) ..... : 0.00 %
* Wirtschaftshöfe ..... : 0.00 %
* Feldwege (befestigt) ..... : 0.00 %
* versiegelte Flächen (Häuser, Straßen, Plätze) ..... : 1.00 %

```

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\500.erg

Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\500.iso

5. ZUSAMMENFASSUNG

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abflußganglinie folgende wesentliche Parameter:

```

* Abflußmaximum:      QMAX = 1674.96 l/s
* Anstiegszeit:      TA = 119.00 min
* Abflußsumme:      QSUM = 23.20 Tausend m^3

```

3.10.3 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 5a

```

°          STARKREGEN-BEMESSUNGSABFLUSSPROGRAMM   H Q B E M E S S          °
°                                                                 °
° Das Modell HQBEMESS dient der Berechnung des Starkregenabflusses für °
° einen Pegel eines Einzugsgebietes. Das Programm baut inhaltlich auf °
° dem Bemessungsganglinienverfahren auf. °
°                                                                 °
°                                                                 °
°          Computing by V. Dunger (1995, up-date 06/1998) °
°                                                                 °

```

E I N G A B E W E R T E :

```

Gebietsbezeichnung ..... : Gruppe 1
Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\505.inp

Regendauer t ..... : unbekannt
Wiederkehrintervall des Regens ..... : 5.00 a
Regenmenge P ..... : unbekannt
Basisregen P 15/1 ..... : unbekannt
Basisregenspende ..... : 130.00 l/s ha

Hydrographisch-morphologische Einzugsgebietscharakteristik:
* Einzugsgebietsfläche ..... : 356.33 ha
* mittleres Geländegefälle im Einzugsgebiet ..... : 23.00 %
* längster Fließweg Wasserscheide-Bemessungsstelle ... : 4.70 km
* Gesamtlänge aller Vorfluter im Einzugsgebiet ..... : 7.13 km
* Basisabfluß am Bemessungspegel ..... : 5.30 l/s

Art der Abflußkonzentration: überwiegend flächenhaft

Vorherrschender Bodentyp im Einzugsgebiet ..... : Bodentyp 3

Bodennutzungsanteile im Einzugsgebiet:
* Mldland (ohne nennenswerten Bewuchs) ..... : 0.00 %
* Hackfrüchte, Wein ..... : 0.00 %
* Wein (Terrassen) ..... : 0.00 %
* Getreide, Futterpflanzen ..... : 0.00 %
* Weide (fett) ..... : 0.00 %
* Weide (normal) ..... : 0.00 %
* Weide (karg) ..... : 0.00 %
* Dauerwiese ..... : 50.00 %
* Haine, Obstanlagen ..... : 1.00 %
* Wald (stark aufgelockert) ..... : 0.00 %
* Wald (mitteldicht) ..... : 48.00 %
* Wald (dicht) ..... : 0.00 %
* Wald (sehr dicht) ..... : 0.00 %
* Wirtschaftshöfe ..... : 0.00 %
* Feldwege (befestigt) ..... : 0.00 %
* versiegelte Flächen (Häuser, Straßen, Plätze) ..... : 1.00 %

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\505.erg
Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\505.iso

```

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abflußganglinie folgende wesentliche Parameter:

```

* Abflußmaximum: QMAX = 2941.90 l/s
* Anstiegszeit: TA = 119.00 min
* Abflußsumme: QSUM = 40.80 Tausend m^3

```

3.10.4 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 10a

```

o
o          STARKREGEN-BEMESSUNGSABFLUSSPROGRAMM   H Q B E M E S S           o
o
o Das Modell HQBEMESS dient der Berechnung des Starkregenabflusses für o
o einen Pegel eines Einzugsgebietes. Das Programm baut inhaltlich auf o
o dem Bemessungsganglinienverfahren auf. o
o
o
o
o          Computing by V. Dunger (1995, up-date 06/1998) o
o

```

E I N G A B E W E R T E :

```

Gebietsbezeichnung ..... : Gruppe 1
Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\510.inp

Regendauer t ..... : unbekannt
Wiederkehrintervall des Regens ..... : 10.00 a
Regenmenge P ..... : unbekannt
Basisregen P 15/1 ..... : unbekannt
Basisregenspende ..... : 130.00 l/s ha

Hydrographisch-morphologische Einzugsgebietscharakteristik:
* Einzugsgebietsfläche ..... : 356.33 ha
* mittleres Geländegefälle im Einzugsgebiet ..... : 23.00 %
* längster Fließweg Wasserscheide-Bemessungsstelle ... : 4.70 km
* Gesamtlänge aller Vorfluter im Einzugsgebiet ..... : 7.13 km
* Basisabfluß am Bemessungspegel ..... : 5.30 l/s

Art der Abflußkonzentration: überwiegend flächenhaft

Vorherrschender Bodentyp im Einzugsgebiet ..... : Bodentyp 3

Bodennutzungsanteile im Einzugsgebiet:
* Wdland (ohne nennenswerten Bewuchs) ..... : 0.00 %
* Hackfrüchte, Wein ..... : 0.00 %
* Wein (Terrassen) ..... : 0.00 %
* Getreide, Futterpflanzen ..... : 0.00 %
* Weide (fett) ..... : 0.00 %
* Weide (normal) ..... : 0.00 %
* Weide (karg) ..... : 0.00 %
* Dauerwiese ..... : 50.00 %
* Haine, Obstanlagen ..... : 1.00 %
* Wald (stark aufgelockert) ..... : 0.00 %
* Wald (mitteldicht) ..... : 48.00 %
* Wald (dicht) ..... : 0.00 %
* Wald (sehr dicht) ..... : 0.00 %
* Wirtschaftshöfe ..... : 0.00 %
* Feldwege (befestigt) ..... : 0.00 %
* versiegelte Flächen (Häuser, Straßen, Plätze) ..... : 1.00 %

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\510.erg
Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\510.iso

```

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abflußganglinie folgende wesentliche Parameter:

```

* Abflußmaximum: QMAX = 4274.18 l/s
* Anstiegszeit: TA = 119.00 min
* Abflußsumme: QSUM = 59.31 Tausend m^3

```

3.10.5 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 20a

```

o          STARKREGEN-BEMESSUNGSABFLUSSPROGRAMM   H Q B E M E S S           o
o
o  Das Modell HQBEMESS dient der Berechnung des Starkregenabflusses für   o
o  einen Pegel eines Einzugsgebietes. Das Programm baut inhaltlich auf     o
o  dem Bemessungsganglinienverfahren auf.                                  o
o
o
o          Computing by V. Dunger (1995, up-date 06/1998)                   o
o

```

E I N G A B E W E R T E :

```

Gebietsbezeichnung ..... : Gruppe 1
Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\520.inp

```

```

Regendauer t ..... : unbekannt
Wiederkehrintervall des Regens ..... : 20.00 a
Regenmenge P ..... : unbekannt
Basisregen P 15/1 ..... : unbekannt
Basisregenspende ..... : 130.00 l/s ha

```

Hydrographisch-morphologische Einzugsgebietscharakteristik:

```

* Einzugsgebietsfläche ..... : 356.33 ha
* mittleres Geländegefälle im Einzugsgebiet ..... : 23.00 %
* längster Fließweg Wasserscheide-Bemessungsstelle ... : 4.70 km
* Gesamtlänge aller Vorfluter im Einzugsgebiet ..... : 7.13 km
* Basisabfluß am Bemessungspegel ..... : 5.30 l/s

```

Art der Abflußkonzentration: überwiegend flächenhaft

```

Vorherrschender Bodentyp im Einzugsgebiet ..... : Bodentyp 3

```

Bodennutzungsanteile im Einzugsgebiet:

```

* "dland (ohne nennenswerten Bewuchs) ..... : 0.00 %
* Hackfrüchte, Wein ..... : 0.00 %
* Wein (Terrassen) ..... : 0.00 %
* Getreide, Futterpflanzen ..... : 0.00 %
* Weide (fett) ..... : 0.00 %
* Weide (normal) ..... : 0.00 %
* Weide (karg) ..... : 0.00 %
* Dauerwiese ..... : 50.00 %
* Haine, Obstanlagen ..... : 1.00 %
* Wald (stark aufgelockert) ..... : 0.00 %
* Wald (mitteldicht) ..... : 48.00 %
* Wald (dicht) ..... : 0.00 %
* Wald (sehr dicht) ..... : 0.00 %
* Wirtschaftshöfe ..... : 0.00 %
* Feldwege (befestigt) ..... : 0.00 %
* versiegelte Flächen (Häuser, Straßen, Plätze) ..... : 1.00 %

```

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\520.erg

Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\520.iso

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abflußganglinie folgende wesentliche Parameter:

```

* Abflußmaximum:      QMAX = 6002.24 l/s
* Anstiegszeit:      TA = 119.00 min
* Abflußsumme:      QSUM = 83.32 Tausend m^3

```

3.10.6 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 50a

```

o          STARKREGEN-BEMESSUNGSABFLUSSPROGRAMM   H Q B E M E S S          o
o
o
o
o          Das Modell HQBEMESS dient der Berechnung des Starkregenabflusses für
o          einen Pegel eines Einzugsgebietes. Das Programm baut inhaltlich auf
o          dem Bemessungsganglinienverfahren auf.
o
o
o          Computing by V. Dunger (1995, up-date 06/1998)
o
o

```

E I N G A B E W E R T E :

```

Gebietsbezeichnung ..... :   Gruppe 1
Dateiname für die Eingabedaten:   c:\hqbemess\eingadat\550.inp

Regendauer t ..... :   unbekannt
Wiederkehrintervall des Regens ..... :   50.00 a
Regenmenge P ..... :   unbekannt
Basisregen P 15/1 ..... :   unbekannt
Basisregenspende ..... :   130.00 l/s ha

Hydrographisch-morphologische Einzugsgebietscharakteristik:
* Einzugsgebietsfläche ..... :   356.33 ha
* mittleres Geländegefälle im Einzugsgebiet ..... :   23.00 %
* längster Fließweg Wasserscheide-Bemessungsstelle ... :   4.70 km
* Gesamtlänge aller Vorfluter im Einzugsgebiet ..... :   7.13 km
* Basisabfluß am Bemessungspegel ..... :   5.30 l/s

Art der Abflußkonzentration:   überwiegend flächenhaft

Vorherrschender Bodentyp im Einzugsgebiet ..... :   Bodentyp 3

Bodennutzungsanteile im Einzugsgebiet:
* Wdland (ohne nennenswerten Bewuchs) ..... :   0.00 %
* Hackfrüchte, Wein ..... :   0.00 %
* Wein (Terrassen) ..... :   0.00 %
* Getreide, Futterpflanzen ..... :   0.00 %
* Weide (fett) ..... :   0.00 %
* Weide (normal) ..... :   0.00 %
* Weide (karg) ..... :   0.00 %
* Dauerwiese ..... :   50.00 %
* Haine, Obstanlagen ..... :   1.00 %
* Wald (stark aufgelockert) ..... :   0.00 %
* Wald (mitteldicht) ..... :   48.00 %
* Wald (dicht) ..... :   0.00 %
* Wald (sehr dicht) ..... :   0.00 %
* Wirtschaftshöfe ..... :   0.00 %
* Feldwege (befestigt) ..... :   0.00 %
* versiegelte Flächen (Häuser, Straßen, Plätze) ..... :   1.00 %

```

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\550.erg

Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\550.iso

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abflußganglinie folgende wesentliche Parameter:

```

* Abflußmaximum:   QMAX =   9026.58 l/s
* Anstiegszeit:   TA   =   119.00 min
* Abflußsumme:   QSUM =   125.34 Tausend m^3

```

3.10.7 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 100a

```

o
o          STARKREGEN-BEMESSUNGSABFLUSSPROGRAMM  H Q B E M E S S          o
o
o Das Modell HQBEMESS dient der Berechnung des Starkregenabflusses für o
o einen Pegel eines Einzugsgebietes. Das Programm baut inhaltlich auf o
o dem Bemessungsganglinienverfahren auf.                               o
o
o
o          Computing by V. Dunger (1995, up-date 06/1998)                o
o

```

E I N G A B E W E R T E :

```

Gebietsbezeichnung ..... : Gruppe 1
Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\599.inp

Regendauer t ..... : unbekannt
Wiederkehrintervall des Regens ..... : 100.00 a
Regenmenge P ..... : unbekannt
Basisregen P 15/1 ..... : unbekannt
Basisregenspende ..... : 130.00 l/s ha

Hydrographisch-morphologische Einzugsgebietscharakteristik:
* Einzugsgebietsfläche ..... : 356.33 ha
* mittleres Geländegefälle im Einzugsgebiet ..... : 23.00 %
* längster Fließweg Wasserscheide-Bemessungsstelle ... : 4.70 km
* Gesamtlänge aller Vorfluter im Einzugsgebiet ..... : 7.13 km
* Basisabfluß am Bemessungspegel ..... : 5.30 l/s

Art der Abflußkonzentration: überwiegend flächenhaft

Vorherrschender Bodentyp im Einzugsgebiet ..... : Bodentyp 3

Bodennutzungsanteile im Einzugsgebiet:
* Wdland (ohne nennenswerten Bewuchs) ..... : 0.00 %
* Hackfrüchte, Wein ..... : 0.00 %
* Wein (Terrassen) ..... : 0.00 %
* Getreide, Futterpflanzen ..... : 0.00 %
* Weide (fett) ..... : 0.00 %
* Weide (normal) ..... : 0.00 %
* Weide (karg) ..... : 0.00 %
* Dauerwiese ..... : 50.00 %
* Haine, Obstanlagen ..... : 1.00 %
* Wald (stark aufgelockert) ..... : 0.00 %
* Wald (mitteldicht) ..... : 48.00 %
* Wald (dicht) ..... : 0.00 %
* Wald (sehr dicht) ..... : 0.00 %
* Wirtschaftshöfe ..... : 0.00 %
* Feldwege (befestigt) ..... : 0.00 %
* versiegelte Flächen (Häuser, Straßen, Plätze) ..... : 1.00 %

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\599.erg
Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\599.iso

```

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abflußganglinie folgende wesentliche Parameter:

```

* Abflußmaximum: QMAX = 11991.06 l/s
* Anstiegszeit: TA = 119.00 min
* Abflußsumme: QSUM = 166.53 Tausend m^3

```

3.10.8 Ergebnis der Hydrogeochemischen Modellierung (Quellfassung Zubrnice)

 Reading data base.

SOLUTION_MASTER_SPECIES
 SOLUTION_SPECIES
 SOLUTION_SPECIES
 PHASES
 SURFACE_MASTER_SPECIES
 SURFACE_SPECIES
 END

 Reading input data for simulation 1.

TITLE Quellfassung Zubrnice
 SOLUTION 1
 units mg/kgw
 pH 7.48
 pe 6.76
 temp 13
 Ca 43.4
 Mg 32.6
 Na 5.76
 K 2.8
 Si 20
 Cl 11.2
 Alkalinity 159.8 as HCO3
 S(6) 62.4
 N(5) 31.4 as NO3
 END

 TITLE

Quellfassung Zubrnice

Beginning of initial solution calculations.

Initial solution 1.

-----Solution composition-----		
Elements	Molality	Moles
Alkalinity	2.619e-03	2.619e-03
Ca	1.083e-03	1.083e-03
Cl	3.159e-04	3.159e-04
K	7.161e-05	7.161e-05
Mg	1.341e-03	1.341e-03
N(5)	5.064e-04	5.064e-04
Na	2.505e-04	2.505e-04
S(6)	6.496e-04	6.496e-04
Si	2.081e-04	2.081e-04

-----Description of solution-----
 pH = 7.480

 pe = 6.760
 Activity of water = 1.000
 Ionic strength = 7.521e-03
 Mass of water (kg) = 1.000e+00
 Total carbon (mol/kg) = 2.765e-03
 Total CO2 (mol/kg) = 2.765e-03
 Temperature (deg C) = 13.000

Electrical balance (eq) = 4.293e-04
 Iterations = 7
 Total H = 1.110162e+02
 Total O = 5.551946e+01

-----Distribution of species-----

Species	Molality	Activity	Log Molality	Log Activity	Log Gamma
OH-	1.292e-07	1.180e-07	-6.889	-6.928	-0.039
H+	3.585e-08	3.311e-08	-7.445	-7.480	-0.035
H2O	5.551e+01	9.999e-01	0.000	0.000	0.000
C(4)	2.765e-03				
HCO3-	2.565e-03	2.353e-03	-2.591	-2.628	-0.038
H2CO3	1.543e-04	1.546e-04	-3.812	-3.811	0.001
MgHCO3+	2.444e-05	2.235e-05	-4.612	-4.651	-0.039
CaHCO3+	1.333e-05	1.224e-05	-4.875	-4.912	-0.037
CO3-2	3.544e-06	2.507e-06	-5.450	-5.601	-0.150
CaCO3	2.070e-06	2.073e-06	-5.684	-5.683	0.001
MgCO3	1.792e-06	1.795e-06	-5.747	-5.746	0.001
NaHCO3	2.279e-07	2.283e-07	-6.642	-6.641	0.001
NaCO3-	6.169e-09	5.657e-09	-8.210	-8.247	-0.038
Ca	1.083e-03				
Ca+2	1.017e-03	7.251e-04	-2.993	-3.140	-0.147
CaSO4	5.043e-05	5.051e-05	-4.297	-4.297	0.001
CaHCO3+	1.333e-05	1.224e-05	-4.875	-4.912	-0.037
CaCO3	2.070e-06	2.073e-06	-5.684	-5.683	0.001
CaOH+	2.151e-09	1.975e-09	-8.667	-8.704	-0.037
Cl	3.159e-04				
Cl-	3.159e-04	2.882e-04	-3.500	-3.540	-0.040
H(0)	4.822e-32				
H2	2.411e-32	2.415e-32	-31.618	-31.617	0.001
K	7.161e-05				
K+	7.146e-05	6.519e-05	-4.146	-4.186	-0.040
KSO4-	1.524e-07	1.398e-07	-6.817	-6.855	-0.038
Mg	1.341e-03				
Mg+2	1.260e-03	9.023e-04	-2.900	-3.045	-0.145
MgSO4	5.505e-05	5.515e-05	-4.259	-4.258	0.001
MgHCO3+	2.444e-05	2.235e-05	-4.612	-4.651	-0.039
MgCO3	1.792e-06	1.795e-06	-5.747	-5.746	0.001
MgOH+	1.643e-08	1.510e-08	-7.784	-7.821	-0.037
N(5)	5.064e-04				
NO3-	5.064e-04	4.619e-04	-3.296	-3.335	-0.040
Na	2.505e-04				
Na+	2.499e-04	2.287e-04	-3.602	-3.641	-0.038
NaSO4-	4.382e-07	4.019e-07	-6.358	-6.396	-0.038
NaHCO3	2.279e-07	2.283e-07	-6.642	-6.641	0.001
NaCO3-	6.169e-09	5.657e-09	-8.210	-8.247	-0.038
O(0)	1.089e-33				
O2	5.444e-34	5.453e-34	-33.264	-33.263	0.001
S(6)	6.496e-04				
SO4-2	5.435e-04	3.795e-04	-3.265	-3.421	-0.156
MgSO4	5.505e-05	5.515e-05	-4.259	-4.258	0.001
CaSO4	5.043e-05	5.051e-05	-4.297	-4.297	0.001
NaSO4-	4.382e-07	4.019e-07	-6.358	-6.396	-0.038
KSO4-	1.524e-07	1.398e-07	-6.817	-6.855	-0.038
HSO4-	9.613e-10	8.799e-10	-9.017	-9.056	-0.038
Si	2.081e-04				
H4SiO4	2.077e-04	2.080e-04	-3.683	-3.682	0.001
H3SiO4-	4.218e-07	3.857e-07	-6.375	-6.414	-0.039
H2SiO4-2	7.319e-12	5.177e-12	-11.136	-11.286	-0.150

-----Saturation indices-----				
Phase	SI	log IAP	log KT	
Akerminite	-21.63	28.19	49.82	Ca ₂ MgSi ₂ O ₇
Anhydrite	-2.04	-6.56	-4.52	CaSO ₄
Aragonite	-0.47	-8.74	-8.27	CaCO ₃
Artinite	-7.21	3.27	10.48	MgCO ₃ :Mg(OH) ₂ :3H ₂ O
Brucite	-5.67	11.92	17.59	Mg(OH) ₂
Ca-Olivine	-19.37	19.96	39.33	Ca ₂ SiO ₄
Ca ₃ SiO ₅	-45.36	31.78	77.14	Ca ₃ SiO ₅
Calcite	-0.32	-8.74	-8.42	CaCO ₃
CH ₄ (g)	-92.51	-134.48	-41.98	CH ₄
Chalcedony	-0.02	-3.68	-3.66	SiO ₂
Chrysotile	-5.42	28.38	33.80	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
Clinoenstatite	-3.72	8.23	11.95	MgSiO ₃
CO ₂ (g)	-2.38	-20.56	-18.18	CO ₂
Cristobalite	0.07	-3.68	-3.76	SiO ₂
Diopside	-4.51	16.37	20.88	CaMgSi ₂ O ₆
Dolomite	-0.64	-17.39	-16.75	CaMg(CO ₃) ₂
Epsomite	-4.24	-6.47	-2.23	MgSO ₄ :7H ₂ O
Forsterite	-9.64	20.15	29.79	Mg ₂ SiO ₄
Gypsum	-1.70	-6.56	-4.86	CaSO ₄ :2H ₂ O
Halite	-8.73	-7.18	1.55	NaCl
Huntite	-5.50	-34.68	-29.18	CaMg ₃ (CO ₃) ₄
Hydromagnesite	-15.51	-22.67	-7.16	Mg ₅ (CO ₃) ₄ (OH) ₂ :4H ₂ O
Larnite	-20.94	19.96	40.90	Ca ₂ SiO ₄
Lime	-22.40	11.82	34.22	CaO
Magadiite	-7.63	-21.93	-14.30	NaSi ₇ O ₁₃ (OH) ₃ :3H ₂ O
Magnesite	-0.81	-8.65	-7.84	MgCO ₃
Merwinite	-31.82	40.01	71.84	Ca ₃ MgSi ₂ O ₈
Mirabilite	-9.00	-10.70	-1.70	Na ₂ SO ₄ :10H ₂ O
Monticellite	-11.74	20.05	31.79	CaMgSiO ₄
Natron	-11.09	-12.88	-1.79	Na ₂ CO ₃ :10H ₂ O
Nesquehonite	-3.20	-8.65	-5.44	MgCO ₃ :3H ₂ O
O ₂ (g)	-30.27	56.96	87.23	O ₂
P-Wollstanite	-6.36	8.14	14.49	CaSiO ₃
Periclase	-10.71	11.92	22.62	MgO
Portlandite	-11.80	11.82	23.62	Ca(OH) ₂
Quartz	0.52	-3.68	-4.20	SiO ₂
Sepiolite(a)	-5.99	12.79	18.78	Mg ₂ Si ₃ O ₇ .5OH:3H ₂ O
Sepiolite(c)	-3.97	12.79	16.75	Mg ₂ Si ₃ O ₇ .5OH:3H ₂ O
SiO ₂ (a)	-0.53	-3.68	-3.15	SiO ₂
SiO ₂ (am)	-0.85	-3.68	-2.83	SiO ₂
Strengite	0.01	-3.68	-3.70	SiO ₂
Talc	-3.11	21.02	24.13	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂
Thenardite	-10.54	-10.70	-0.16	Na ₂ SO ₄
Thermonatrite	-13.09	-12.88	0.21	Na ₂ CO ₃ :H ₂ O
Tremolite	-5.75	53.76	59.52	Ca ₂ Mg ₅ Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂
Wollastonite	-5.46	8.14	13.60	CaSiO ₃

End of simulation.

Reading input data for simulation 2.

End of run.

4 Gebietsaufnahme des 2. Teilgebietes

4.1 Allgemeines

Das Untersuchungsgebiet II befindet sich im Böhmischem Mittelgebirge in der Tschechischen Republik 20 km südöstlich Usti nad Labem.

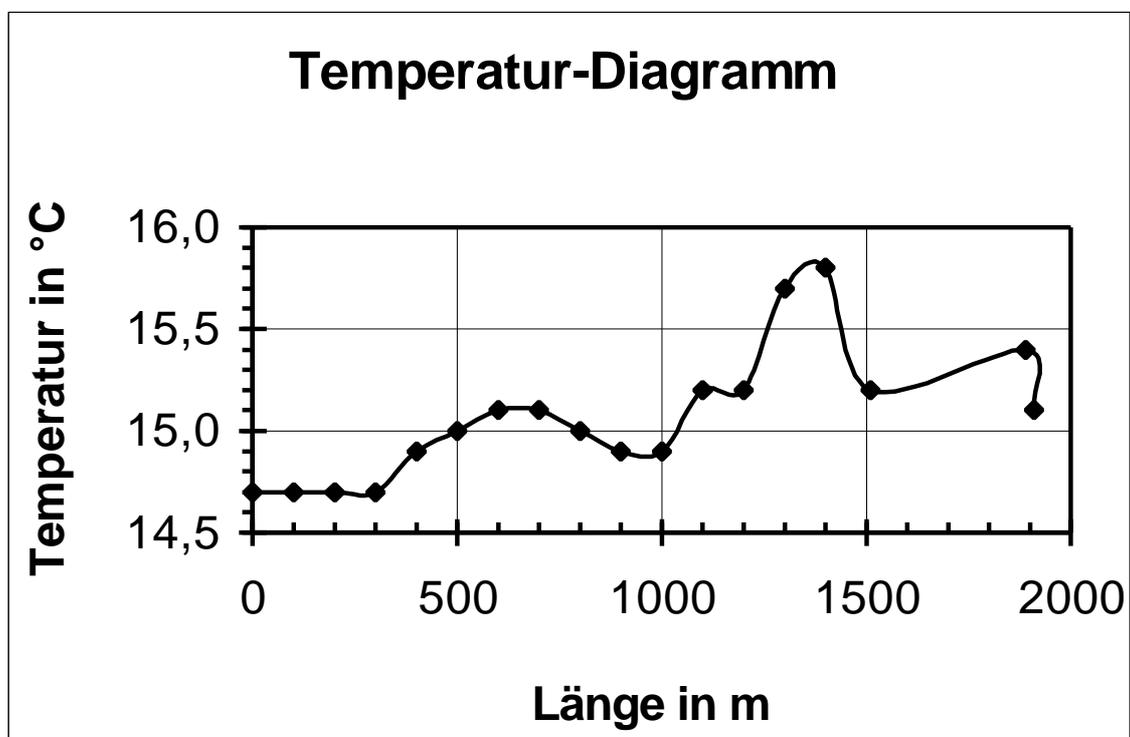
Die 3,15 km² große Fläche beinhaltet die Orte Zubrinice und Kninice. Das morphologisch stark gegliederte Gebiet weist eine maximale Höhe von 650 m ü.NN auf und sinkt bis auf 262 m ü.NN am Lucni-Potok ab.

Der geologische Aufbau beschränkt sich auf kretazische Sandsteine am Lucni-Potok, Basalte und Pyroklastika des Tertiärs auf den Höhenzügen, dessen pleistozäner Verwitterungsschutt in den Hanglagen sowie fluviale Gerölle und Sande des Quartärs in den Tallagen der Vorfluter. Der Hauptvorfluter im Gebiet II wird im wesentlichen von zwei Zuflüssen gespeist. Hydrogeologisch ist das Gebiet aus drei Grundwasserleitern aufgebaut, dem ungespannten Tertiären und Oberkretazischen, sowie dem gespannten Mittelkretazischen. Teilweise sind die kretazischen Grundwasserleiter durch Erosionstätigkeit vom tertiären Grundwasserleiter abgedeckt

Die Gesamtfläche besteht überwiegend aus Wiese, Weide und Mischwald.

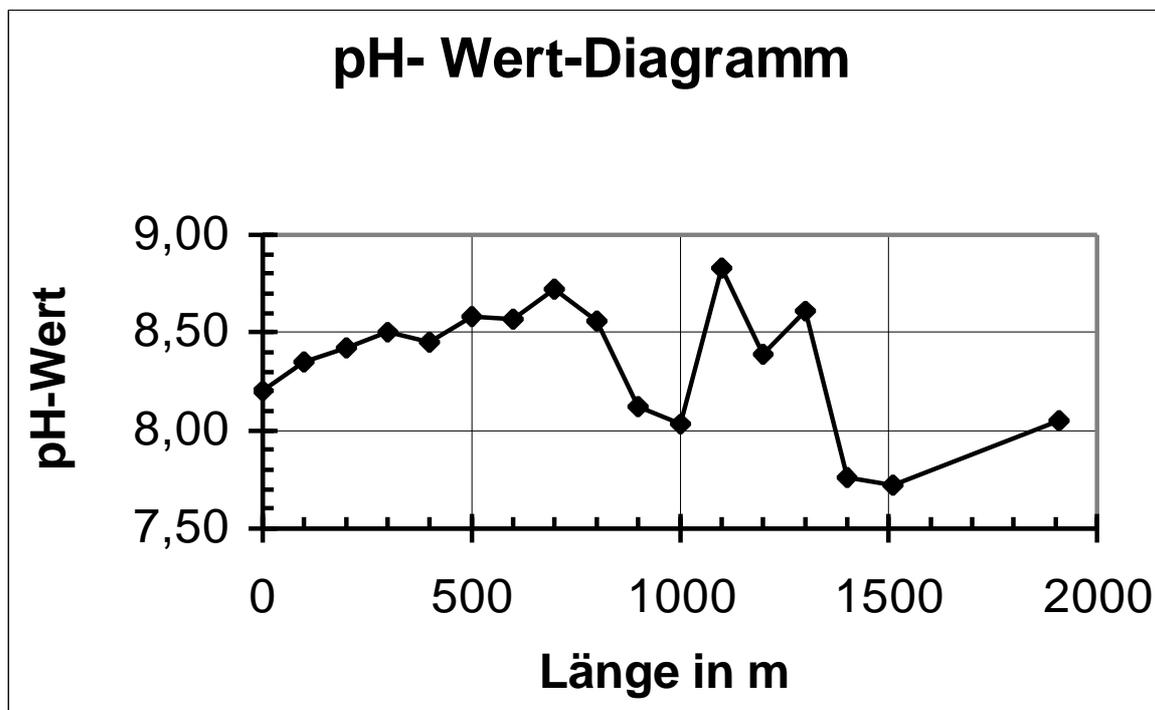
4.2 Vor-Ort-Analytik

4.2.1 Physikochemische Parameter des Hauptvorfluters



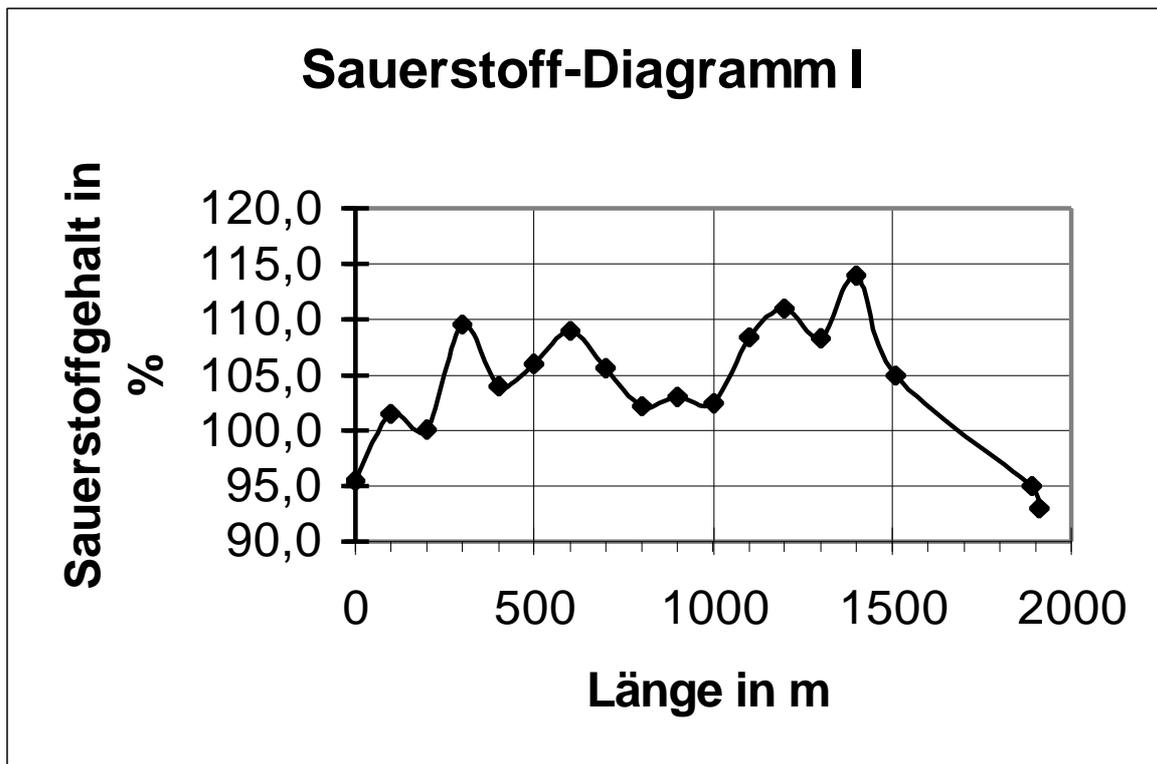
• Abb 22/2: Temperatur-Profil des Hauptvorfluters.

Durch den Einleiter 4 (Meßpunkt II α /16, 1100 m) kommt es ab Flußkilometer 1 zu einem Temperaturanstieg auf 15,2 °C. Das Starkregenereignis verursacht an den Meßstellen II α /19 und II α /20 (1300 m und 1400 m) eine weitere Temperaturerhöhung im Hauptvorfluter. Am Meßpunkt II α /21 (wenige Meter vor Ortschaft Zubrnice) sinkt die Temperatur wieder auf 15,2 °C ab. Bei Meßpunkt II α /23 ist ein Temperaturwiederanstieg zu verzeichnen, der auf die davorliegende Ortschaft Zubrnice zurückzuführen ist.



• Abb 23/2: pH-Profil des Hauptvorfluters.

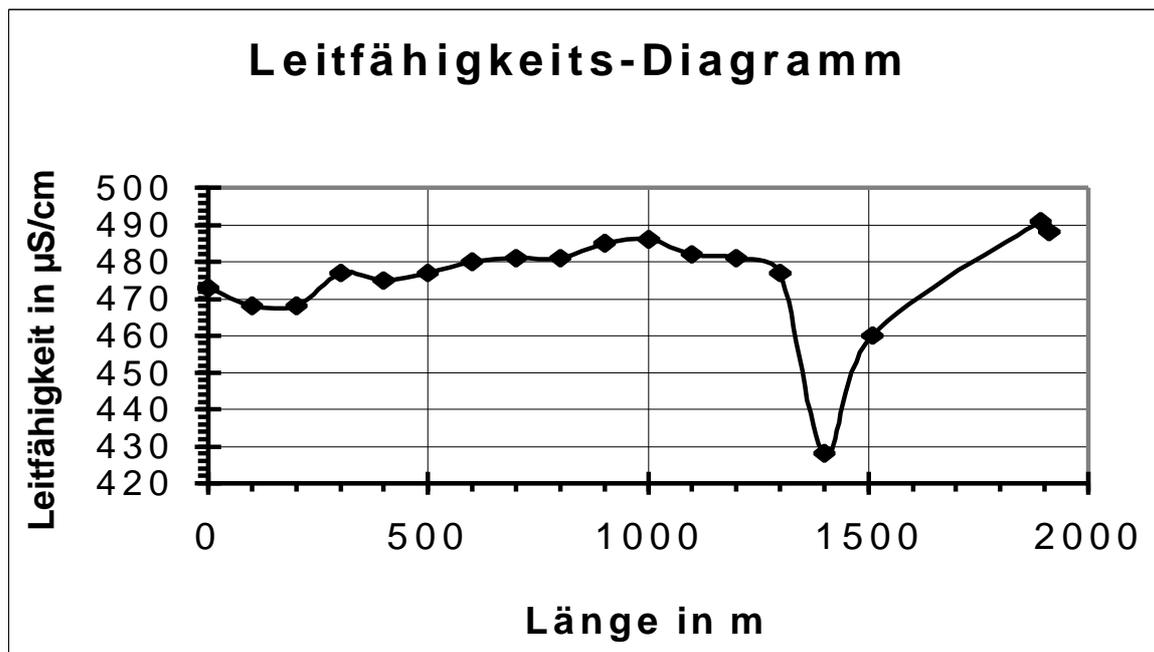
Bis Meßstelle II α /12 (700 m nach Probenahmebeginn) ist ein kontinuierlicher Anstieg von 8,2 auf 8,72 zu verzeichnen. Die Meßstellen II α /13, II α /14 und II α /15 (800 m bis 1000 m) sind durch eine pH-Werterniedrigung gekennzeichnet, die vermutlich auf einen nicht sichtbaren Grundwasserzustrom zurückzuführen ist. Das selbe Erscheinungsbild ist im Temperaturdiagramm erkennbar. Am Meßpunkt II α /17 (1200 m) wurde ein pH-Wertanstieg auf 8,83 registriert, der mit dem Einmünden des Einleiter II/4 (Meßpkt.II α /16) zu begründen ist. Die pH-Werte unter 8 am Meßpunkt II α /19 (1400 m) wurden während eines Starkregenereignisses gemessen. Man erkennt deutlich die Beeinflussung des Regens auf das Oberflächenwasser. Im weiteren Kurvenverlauf ist erkennbar, daß es am Meßpunkt II α /23 (1850 m) zu einem pH-Wertanstieg kommt, welcher auf den Einfluß der Abwässer von Zubrnice zurückzuführen ist.



• Abb 24/2: Sauerstoff-Profil des Hauptvorfluters.

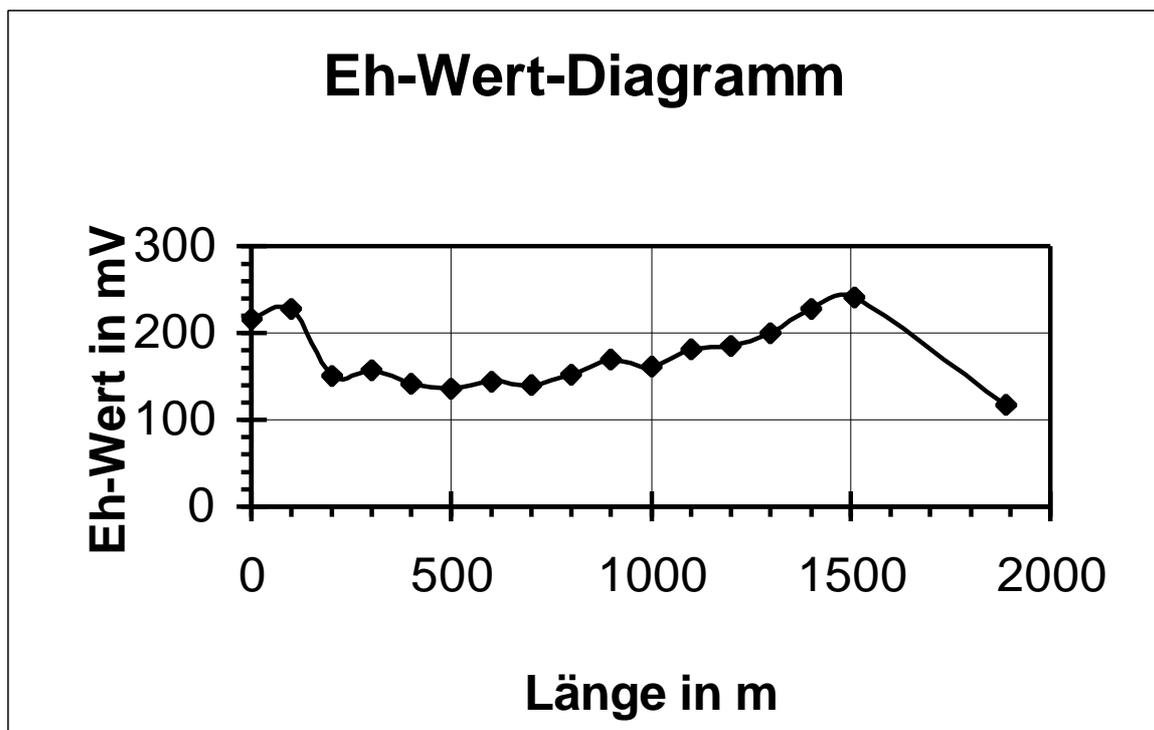
Bis Meßpunkt II α /11 (600 m) ist ein Anstieg des O₂-Gehaltes im Hauptvorfluter erkennbar, dies ist auf den starken Moosbewuchs einerseits und auf die turbulente Strömung andererseits zurückzuführen. Bei den Meßpunkten II α /12 bis II α /15 (700 m bis 1000 m) ist ein Abfall in der O₂-Kurve ersichtlich, der vermutlich durch einen nicht sichtbaren Grundwasserzustrom, welcher durch geringere O₂-Werte gekennzeichnet ist, verursacht.

Nach Einmünden des Einleiters II/4 (Meßpunkt II α /16, 1100 m) steigt der O₂-Gehalt bis Ortseingang Zubrnice an. Am Ortsausgang ist ein Abfall der Konzentration nachzuweisen. Ursachen dafür sind das Einleiten von Abwässern und anderen anthropogenen Beeinflussungen.



• Abb 25/2: Leitfähigkeitsprofil des Hauptvorfluters.

Durch die Einmündung der Einleiter II/β (Meßpunkt IIα/4, 100 m) ist ein leichter Rückgang der Leitfähigkeit erkennbar. Danach kommt es zu einem allmählichen Anstieg, der durch diffuse Einträge von den Wiesen erklärbar ist. Am Meßpunkt IIα/20 (1500 m) ist ein rapider Abfall zu verzeichnen, welcher auf den Starkregen und somit verbundener Verdünnung des Wassers zurückzuführen ist. Der Leitfähigkeitswert nach der Ortschaft Zubrnice steigt auf $491 \mu\text{S/cm}$ an, dabei ist erkennbar, daß die Einleitungen des Ortes kaum Einfluß auf die Leitfähigkeit des Hauptvorfluters haben.



• Abb 26/2: Eh-Profil des Hauptvorfluters.

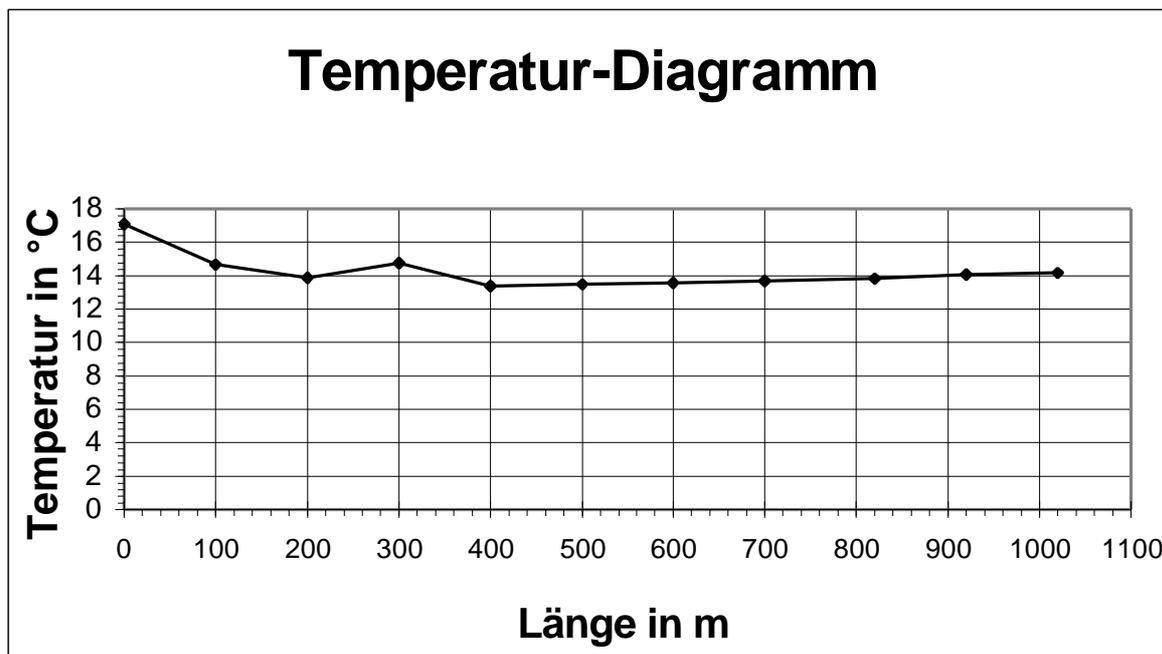
Ab Meßpunkt II α /5 (nach Einmündung des Einleiters II β , 100 m flußabwärts) ist ein allmählicher Abfall des Redoxpotentials zu erkennen. Dies geht in ein geringfügig schwankendes jedoch insgesamt alternierendes Niveau über. Stromabwärts nach Zubrnice ist ein starker Abfall (Meßpunkt II α /21: 241 mV, Meßpunkt II α /23: 118mV) ersichtlich.

Tabelle 27/2: Übersicht der Vor-Ort-Analytik (Hauptvorfluter) des zweiten Teilgebietes

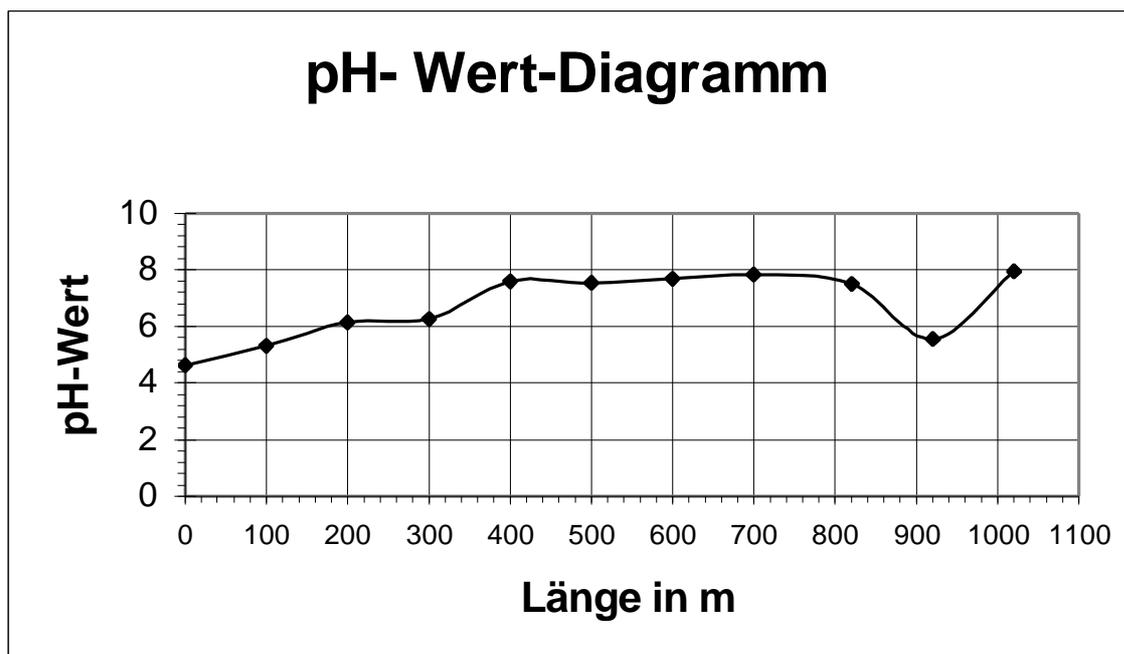
.Meßpk t-nr.	HW	RW	Höhe ü. NN in m	Met er	Tempe ratur in °C	Sauers toff in %	Sauerst off mg/l	LF in µS/cm	pH- Wert	Eh- Wert in mV	
IIa/1	980,455	747,745	336	0	14,7	95,5	9,33	473	8,20	216	
IIa/5	980,420	747,850	332	100	14,7	101,5	9,80	468	8,35	228	
IIa/6	980,375	747,920	327,5	200	14,7	100,1	9,60	468	8,42	151	
IIa/7	980,295	747,900	326	300	14,7	109,6	9,98	477	8,50	158	
IIa/8	980,225	747,96	319	400	14,9	104,0	10,12	475	8,45	142	
IIa/9	980,135	747,995	317	500	15,0	106,0	10,23	477	8,58	136	
IIa/11	980,035	748,03	312	600	15,1	109,0	10,50	480	8,57	144	
IIa/12	979,995	748,1	311,5	700	15,1	105,6	10,22	481	8,72	140	
IIa/13	979,915	748,65	307,5	800	15,0	102,2	9,89	481	8,56	152	
IIa/14	979,815	748,185	302	900	14,9	103,0	9,90	485	8,12	169	
IIa/15	979,76	748,26	295	1000	14,9	102,5	9,88	486	8,03	162	
IIa/17	979,65	748,31	292	1100	15,2	108,4	10,34	482	8,83	181	
IIa/18	979,555	748,305	288	1200	15,2	111,0	10,69	481	8,39	186	
IIa/19	979,5	748,375	285	1300	15,7	108,3	10,38	477	8,61	200	
IIa/20	979,405	748,38	280	1400	15,8	114,0	10,88	428	7,76	228	
IIa/21	979,33	748,43	277	1510	15,2	n.b.	n.b.	460	7,72	241	
IIa/23	979,075	748,73	263	1890	15,4	95,0	9,10	491	8,05	118	
IIa/22	979,05	748,76	262	1910	15,1	93,0	n.b.	488	7,70	n.b.	
Einleite r:											
IIa/2	980,435	747,785	330		13,1	90,0	8,86	495	8,20	231	
IIa/3	980,435	747,79	332,5		14,5	90,4	8,80	479	8,20	175	
IIa/4	980,415	747,845	333,5		14,9	94,0	9,05	435	8,35	222	
IIa/10	980,085	747,975	312,5		Bach zu flach, daher nicht einmeßbar						
IIa/16	979,745	748,29	294		15,1	111,5	29,129,00	481	8,75	168	

4.2.2 Physikochemische Parameter des Einleiters II β

Die hohe Temperatur von 17,1 °C im Meßpunkt II β /1 ist darauf zurückzuführen, daß der Einleiter in diesem Bereich ein stehendes Gewässer bildet. Danach ist ein Abfallen der Temperatur bis auf 13,9 °C zu verzeichnen. Im Meßpunkt II β /4 ist ein Anstieg der Temperatur erkennbar, dies ist zu begründen, daß sich 80 m oberhalb der Messung ein Teich mit einer Temperatur von 15,3 °C befindet. Der Meßpunkt II β /5 ist durch einen Temperaturabfall gekennzeichnet, da sich der weitere Bachverlauf in einem Waldgebiet erstreckt. Danach ist ein stetiger Anstieg der Temperatur zu erkennen.

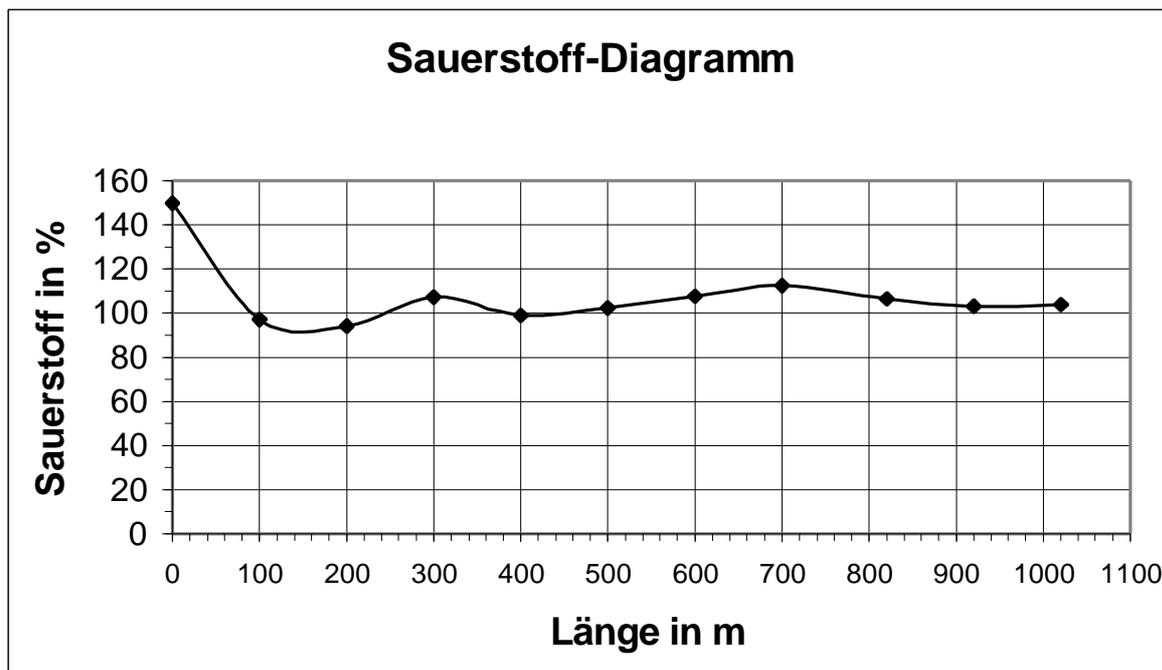


• Abb 27/2: Temperatur-Profil des Einleiters II/β.



• Abb 28/2: pH-Profil des Einleiters II/β.

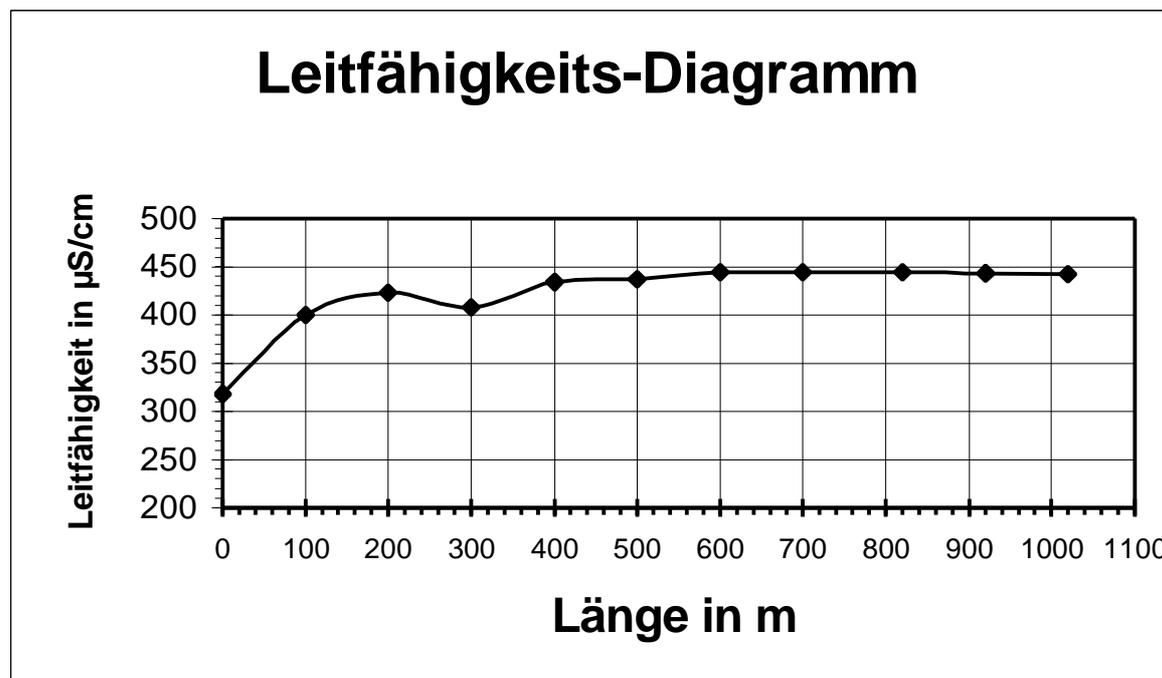
Auf Grund der beginnenden Eutrophierung des stehenden Gewässers im Meßpunkt IIβ/1 liegt der pH-Wert bei nur bei 5. Im Bereich der Ortschaft (Meßpunkte IIβ/2, 3, 4 bis 5) kommt es zu einem Anstieg des pH-Wertes auf 7,6, dies ist auf die Einleitung alkalischer Wässer zurückzuführen. Der weitere Kurvenverlauf ist durch konstante pH-Werte gekennzeichnet. Im Meßpunkt IIβ/10 ist ein plötzlicher Rückgang des pH-Wertes auf 5,5 zu erkennen, dies wird vermutlich durch einen nicht sichtbaren punktuellen Eintrag aus dem Untergrund verursacht. Ebenfalls ist dieser Bereich durch Eisenoxidausfällungen an den Baumwurzeln charakterisiert und eine eventuell verbundene H_2S -Freisetzung. Innerhalb der nächsten 100 m ist ein Anstieg auf den Normal-pH-Wert zu verzeichnen.



• Abb 29/2: Sauerstoff-Profil des Einleiters II/β.

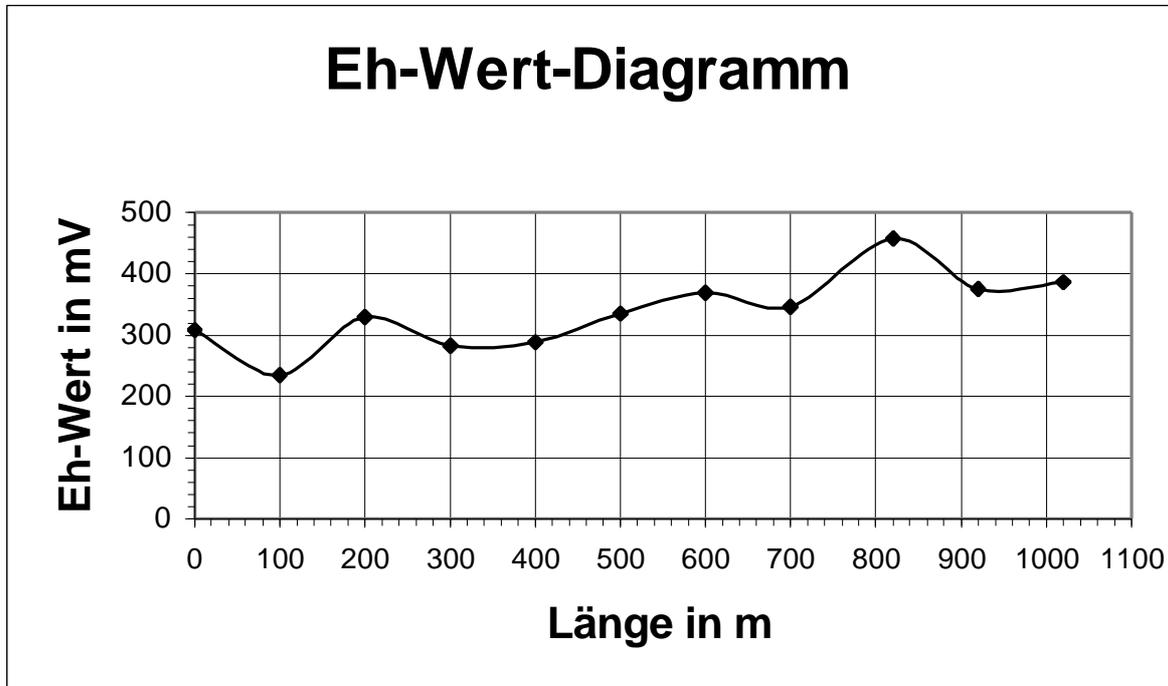
Der extrem hohe O₂-Gehalt im Meßpunkt IIβ/1 ist auf die hohe Algenrate zurückzuführen. Die Meßpunkte IIβ/2 bzw. IIβ/3, welche in der Ortschaft Kninice gemessen wurden, sind durch einen O₂-Gehalt von nur 97 % bzw. 94 % gekennzeichnet. Der Peak in der O₂-Kurve bei Meßpunkt IIβ/4 ist durch eine Staustufe zu begründen.

Der weitere Kurvenverlauf ist charakterisiert durch eine O₂-Sättigung bzw. O₂-Übersättigung, dies ist bedingt durch eine Zunahme der Moosbewachung auf den Gesteinen.



- Abb 30/2: Leitfähigkeitsprofil des Einleiters II/β.

Der Meßpunkt IIβ/1 befindet sich 100 m nach Quellaustritt (oberhalb des Dorfes) und besitzt somit eine geringere Leitfähigkeit von 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Weiterhin ist ein kontinuierlicher Anstieg ab dem Meßpunkt IIβ/2 zu erkennen, die Ursachen hierfür liegen bei dem Einfluß der Abwässer der Ortschaft Kninice und diffuse Einträge von den umliegenden Wiesen und Weiden.



- Abb 31/2: Eh-Profil des Einleiters II/β.

Die Eh-Wertkurve kann man auf Grund stark wechselnder Anzeigewerte (Gerät defekt) nicht auswerten.

Tabelle 28/2: Übersicht der Vor-Ort-Analytik (Einleiter II/β) des zweiten Teilgebietes

Meßpunkt nr.	HW	RW	Höhe ü. NN	Me- ter	Tempera- tur in °C	Sauerstoff in %	LF µS/cm	pH- Wert	Eh-Wert in mV
IIb/1	979,585	746,75	464	0	17,1	150	318	4,63	308
IIb/2	979,79	747,11	426	100	14,7	97	400	5,3	234
IIb/3	979,955	747,195	411	200	13,9	94,1	423	6,15	330
IIb/4	980,1	747,205	407	300	14,8	107,2	408	6,25	282
IIb/5	980,095	747,265	399	400	13,4	99	434	7,6	289
IIb/6	980,15	747,34	390	500	13,5	102,3	437	7,53	335
IIb/7	980,195	747,435	380	600	13,6	107,6	444	7,69	369
Iib/8	980,245	747,525	374	700	13,7	112,4	444	7,82	347
Iib/9	980,28	747,62	360	820	13,85	106,7	444	7,52	457
IIb/10	980,335	747,705	355	920	14,1	103,2	443	5,55	375
IIb/11	980,36	747,795	344	1020	14,2	103,8	442	7,94	387

4.3 Laborauswertung

4.3.1 Kationen

Die Natriumgehalte in den beiden Vorflutern sind durch konstante Werte gekennzeichnet. Lediglich in Probe II/4 und in Probe II/6 ist eine geringe Erhöhung um 1 mg/l zu verzeichnen. (Dies ist gekoppelt mit einer Cl⁻-Erhöhung in den beiden Proben und somit zu einer Zunahme der Leitfähigkeit.)

Der Lithiumgehalt ist gerätetechnisch in allen Proben nicht genau bestimmbar.

Durch die höheren Kaliumgehalte in den Einleitern II/4 (Meßpunkt II α /16) und II β wird auch der Hauptvorfluter stromabwärts mit erhöhten Kaliumgehalten belastet, wobei in Einleiter II β die höheren K⁺-Werte direkt nach Kninice, durch Selbstreinigung des Fluters, bis zur Einmündung in den Hauptvorfluter abgeschwächt werden.

Die Ammoniumgehalte konnten wegen knapp bemessenen Chemikalien nur in vereinzelten ausgewählten Proben nachgewiesen werden. Dabei wurde in Probe II/4 ein erhöhter NH₄⁺-Gehalt ermittelt, der aber noch unterhalb des Grenzwertes von 0,5 mg/l (nach TVO) liegt.

4.3.2 Anionen

Einleitend kann man sagen, daß die Anionenkonzentrationen von Meßpunkt 1 (Probenahmepunkt 1) bis Meßpunkt 23 (Probenahme 4) ansteigen.

Die Fluoridkonzentration ist bei den Proben 1, 2 und 3 gerätetechnisch nicht exakt bestimmbar, aber die Konzentrationen bei Probe 4, 5 und 6 mit 0,12 bzw. 0,15mg/l liegen weit über dem Grenzwert der TVO mit

0,05 mg/l. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Probe 4 nach Zubrnice und die Proben 5 und 6 nach Kninice entnommen wurden und somit eine anthropogene Beeinflussung der Ortschaften in Bezug auf die Vorfluter vorliegt.

Erhöhte Chloridgehalte sind im Einleiter 4 (Probe 2) und in Probe 4 zu verzeichnen.

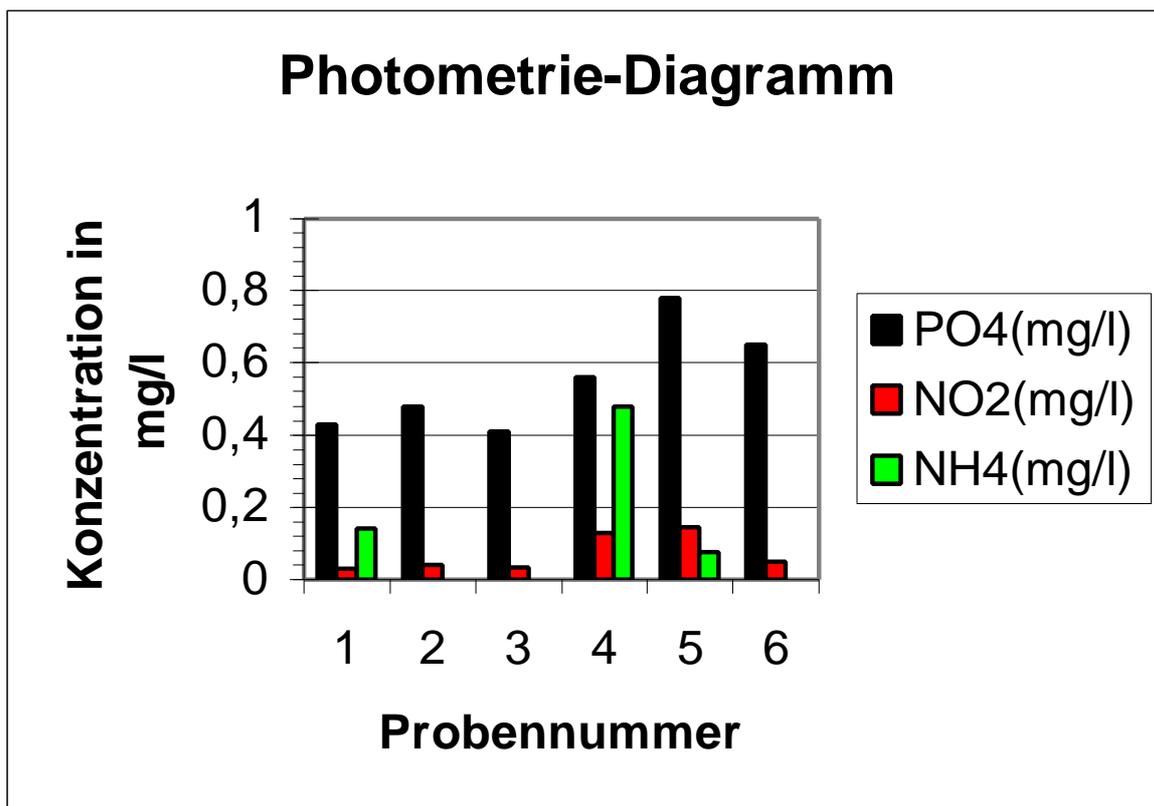
Die erhöhten Nitratgehalte in beiden Einleitern mit 11,3 mg/l und 16,2 mg/l verursachen eine Erhöhung im Hauptvorfluter.

Der Sulfatgehalt liegt annähernd konstant bei 46,0 mg/l. Abweichungen gibt es bei den Proben 4 und 6.

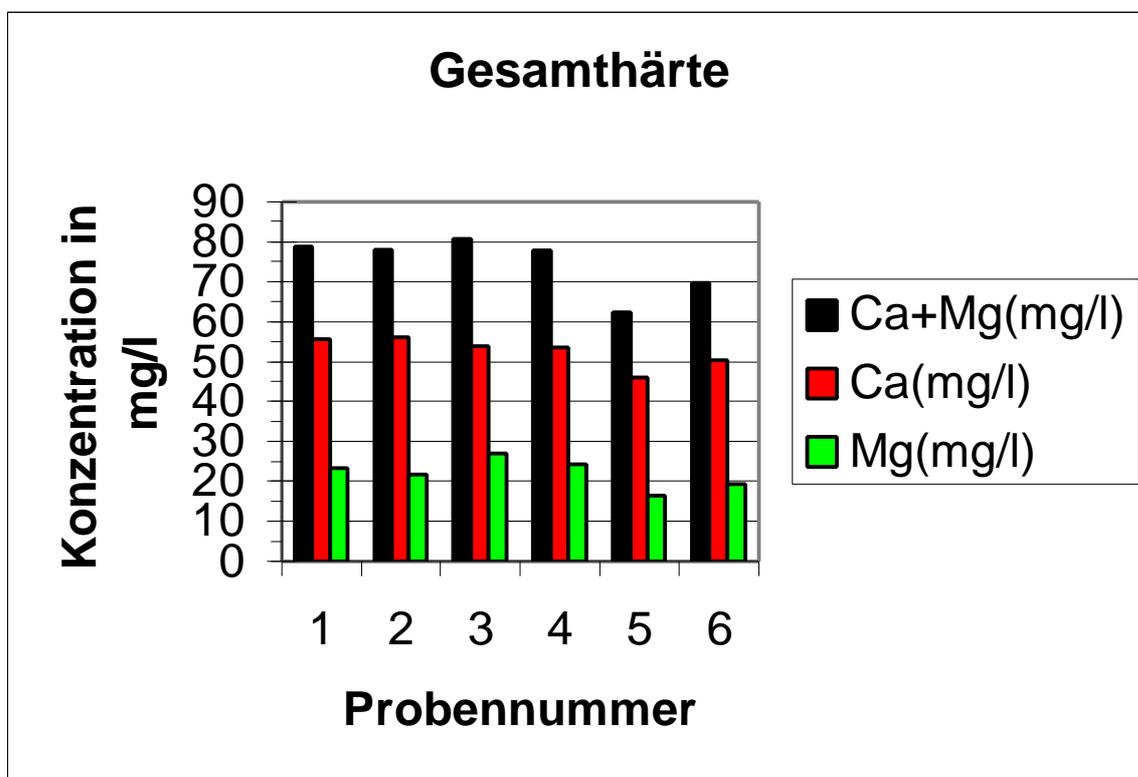
Ebenso kommt es zu einer Erhöhung des Phosphatgehaltes in den Proben 4, 5 und 6.

Insgesamt kann man sagen, daß die erhöhten Nitrat-, Sulfat- und Phosphatgehalte in dem Einleiter sowie stromabwärts nach Zubrnice auf Schadstoffeinträge durch Straßen und Gehöfte zurückzuführen sind.

Der Nitritwert steigt in den Proben 4 und 5, beide sind nach den Ortschaften Zubrnice bzw. Kninice genommen wurden, stark an und liegt auch über den Grenzwert der TVO von 0,1 mg/l.



• Abb 32/2: Darstellung der Ergebnisse der photometrischen Bestimmung (PO₄, NO₂, NH₄).



• Abb 33/2: Darstellung der Gesamthärte der Proben.

4.4 Ionenbilanz

Tabelle 29/2: Ionenbilanz des zweiten Teilgebietes.

Probe	II α /1	II α /16	II α /17	II α /23	II β /4	II β /11
Σ Kationen	5,283	5,199	5,512	5,3134	4,3017	4,784
Σ Anionen	1,516	1,602	1,562	1,70431	1,3417	1,5884
Δ (%)	348,5	324,5	352,8	311,7	320,6	301,3

Die Abweichungen der Ionenkonzentrationen von den Kationen und Anionen beträgt ca. 325%. Dies ist auf den fehlenden CO₃⁻-Wert zurückzuführen, der nicht bestimmt wurde.

4.5 Übersicht über die bestimmten Wasserinhaltsstoffe

Tabelle 30/2: Übersicht über die bestimmten Wasserinhaltsstoffe des zweiten Teilgebietes

Wasserprobe	II α 1	II α 16	II α 17	II α 23	II β 4	II β 11
Datum	29.07.98	29.07.98	29.07.98	29.07.98	30.07.98	30.07.98
Uhrzeit	10.00 Uhr	12.30 Uhr	16.00Uhr	13.45 Uhr	14.45 Uhr	20.15 Uhr
Witterung	Heiter bis Wolkig	heiter	Heiter	wolkig	heiter bis wolkig	Bedeckt Niederschlags-frei
Ortsname	Zubrnice	Zubrnice	Zubrnice	Zubrnice	Kninice	Kninice
Rechtswert	747,745	748,29	748,31	748,73	747,205	747,795
Hochwert	980,455	979,745	979,65	979,075	980,1	980,360
NN (m)	363	294	292	263	407	344
Farbe	farblos	farblos	Farblos	farblos	farblos	Farblos
Trübung	keine	keine	Keine	keine	keine	Keine
pH-Wert	8,6	8,75	8,83	8,05	6,25	7,94
Temp.(°C)	13,9	15,1	15,2	15,4	14,8	14,2
LF(μ S/cm)	470	481	482	491	408	442
O ₂ -(mg/l)	9,33	10,79	10,34	9,1	9,99	9,67
O ₂ -(%)	95,5	111,5	108,4	95	n.b.	n.b.
Redox(mV)	231	168	181	118	282	387
PO ₄ (mg/l)	0,43	0,48	0,41	0,56	0,78	0,65
NO ₂ (mg/l)	0,0297	0,0396	0,033	0,1287	0,1452	0,0495
NH ₄ (mg/l)	0,1419	n.b.	n.b.	0,4773	0,0774	n.b.
Ca+Mg(mg/l)	78,8503	77,9928	80,7724	77,6972	62,381	69,7073
Ca(mg/l)	55,5108	56,112	53,9076	53,5068	46,092	50,5008
Mg(mg/l)	23,3395	21,8808	26,8648	24,1904	16,289	19,2065

Proben-Nr	Gesamthärte in °dH	Härtestufen
II α 1	13,1	ziemlich hart
II α 16	12,88	ziemlich hart
II α 17	13,7	ziemlich hart
II α 23	13	ziemlich hart
II β 4	10,19	mittelhart
II β 11	11,48	mittelhart

Tabelle 31/2: Bestimmung der Gesamthärte des zweiten Teilgebietes.

Probe	II α /1	II α /16	II α /17	II α /23	II β /4	II β /11
Skale(ml)	469	460	490	466	364,5	410
Skale/800(ml)	0,586	0,575	0,613	0,583	0,456	0,513
Vorlage(ml)	25	25	25	25	25	25
Ca+Mg(mmol/l)	2,345	2,3	2,45	2,33	1,82	2,05
Ca+Mg(mg/l)	78,85	77,993	80,772	77,697	62,381	69,707
Ca+Mg(mmol(eq)/l)	4,69	4,6	4,9	4,66	3,64	4,1
Skale(ml)	277	280	269	267	230	252
Skale/800(ml)	0,346	0,35	0,336	0,334	0,288	0,315
Vorlage(ml)	25	25	25	25	25	25
Ca(mmol/l)	1,385	1,4	1,345	1,335	1,15	1,26
Ca(mg/l)	55,511	56,112	53,908	53,507	46,092	50,501
Ca(mmol(eq)/l)	2,77	2,8	2,69	2,67	2,3	2,52
Mg(mmol/l)	0,96	0,9	1,105	0,995	0,67	0,79
Mg(mg/l)	23,34	21,881	26,865	24,19	16,289	19,204
Mg(mmol(eq)/l)	1,92	1,8	2,21	1,99	1,34	1,58

4.6 Durchflußmessungen

Die Bestimmung des Durchflusses wurde im Hauptvorfluter mittels Flügelmessung und Verdünnungsmethode, im Einleiter II/β konnte wegen der schlechten Bedingungen die Durchflußermittlung mit Wehr- und Verdünnungsmethode, durchgeführt werden.

Dabei gilt die Flügelmessung als genaueste und meistangewendete Methode bei größeren Durchflüssen.

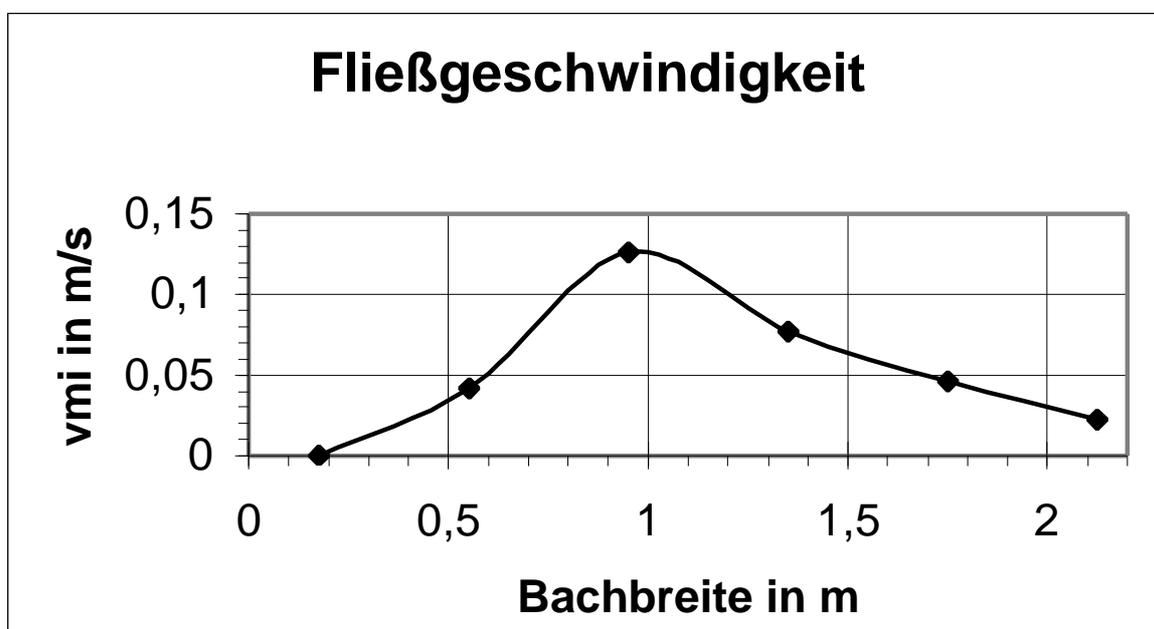
4.6.1 Flügelmessung I

Ort: Oberlauf des Baches Lucni, Probepunkt 1

Hochwert: 980,455

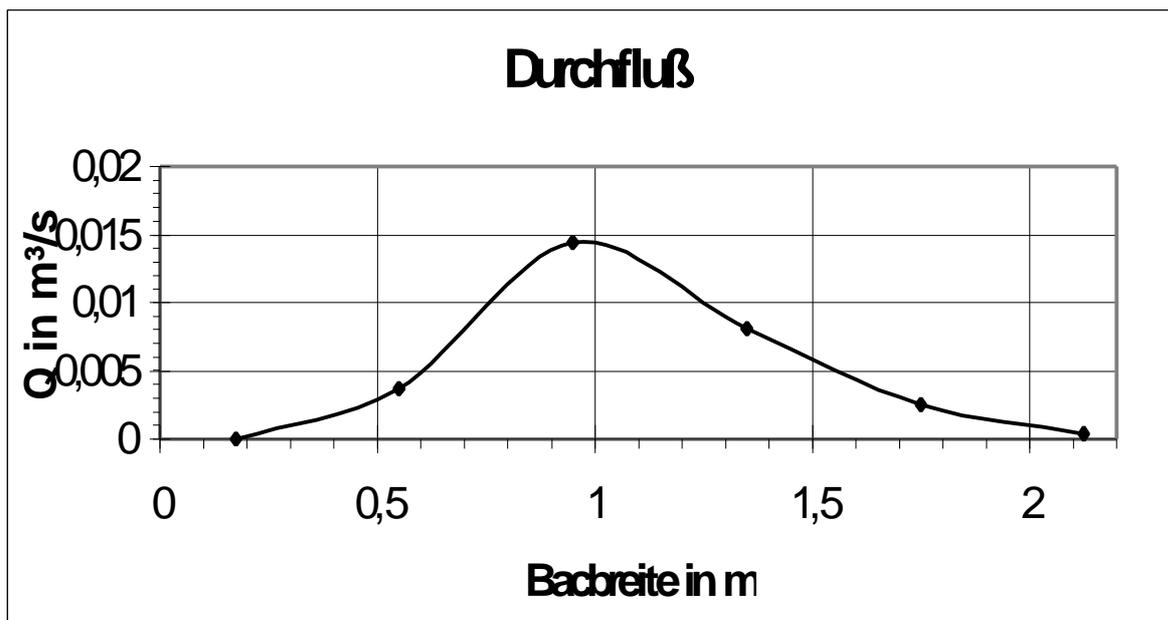
Rechtswert: 747,745

Höhe über NN: 336m



• Abb 34/2: Darstellung der Fließgeschwindigkeit der Lucni im Probenahmepunkt 1.

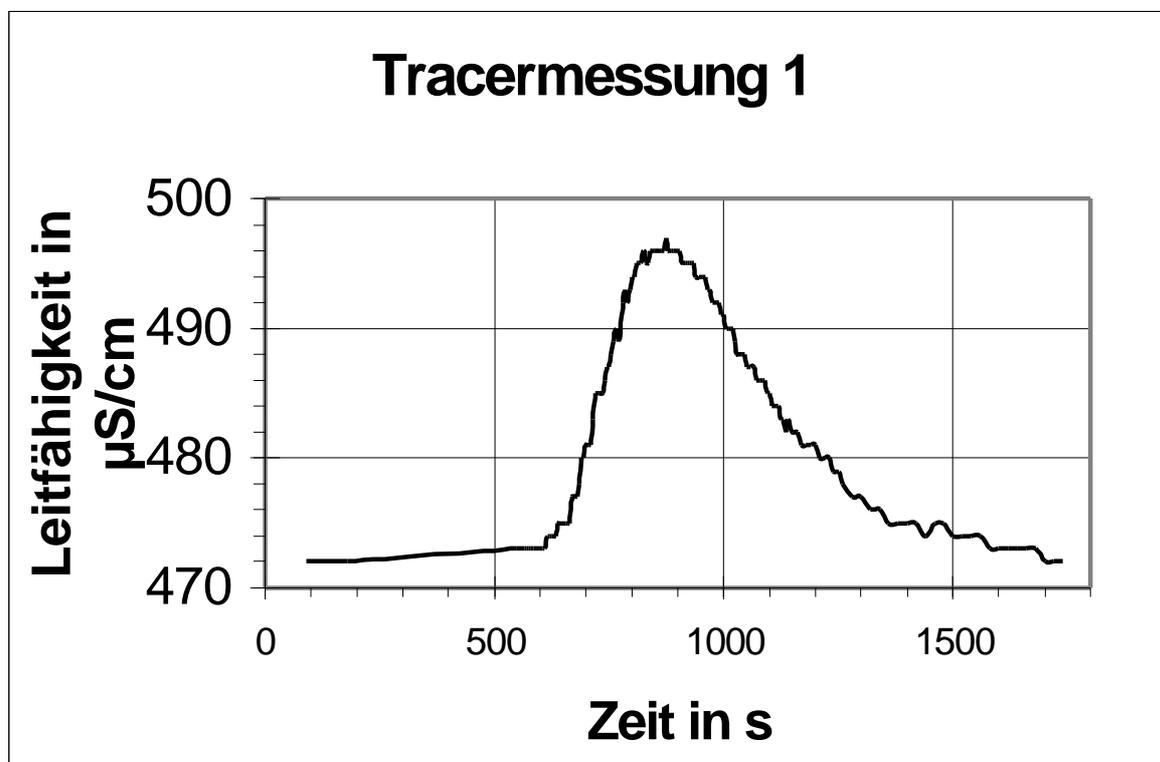
In Abb 34/2 ist die mittlere Fließgeschwindigkeit v_{mi} über die Bachbreite dargestellt. Der symmetrische Kurvenverlauf läßt auf einen homogenen Bachgrund schließen. In Abb 35/2 beschreibt der Durchfluß Q , über die Bachbreite dargestellt, denselben Kurvenverlauf wie v_{mi} .



- Abb 35/2: Darstellung des Durchflußes der Lucni im Probenahmepunkt 1.

$Q_{\text{Gesamt}} = 28,53 \text{ l/s}$ bei einer Bachbreite $s = 2,3 \text{ m}$ und einer durchschnittlichen Bachtiefe $h = 16,5 \text{ cm}$

4.6.2 Tracermessung I



- Abb 36/2: LF-Erhöhung beim Tracern (1) mit Impulseingabe.

Die Verdünnungsmethode wurde mit einer NaCl - Lösung durchgeführt, dessen Leitfähigkeit $L_f = 168 \text{ mS/cm}$ beträgt.

Bei dieser Verdünnungsmethode handelt es sich um eine Zweipunktmessung, d. h. es wird die Abstromgeschwindigkeit v_a zwischen Eingabestelle und Meßpunkt ermittelt und die Tracerkonzentration in Abhängigkeit von Weg und Zeit verglichen.

Die vollständige Durchmischung des Tracers mit dem Bachwasser ist mittels Uranin sichtbar gemacht wurden.

$$v_a = v_f = 0,068 \text{ m/s} \quad v_a$$

$$Q = 27,87 \text{ l/s}$$

v_a = Abstandsgeschwindigkeit

v_f = Filtrationsgeschwindigkeit

Q = Durchflußmenge

Mit diesen beiden Durchflußmethoden wurde ein mittlerer Durchfluß Q_{mi} von $28,17 \text{ l/s}$ für den oberen Teil des Lucni Potok ermittelt. Der Unterschied in den Durchflüssen der beiden Methoden beträgt $0,72 \text{ l/s}$. Dies bedeutet, daß beide Meßmethoden für diesen Bachabschnitt anwendbar sind.

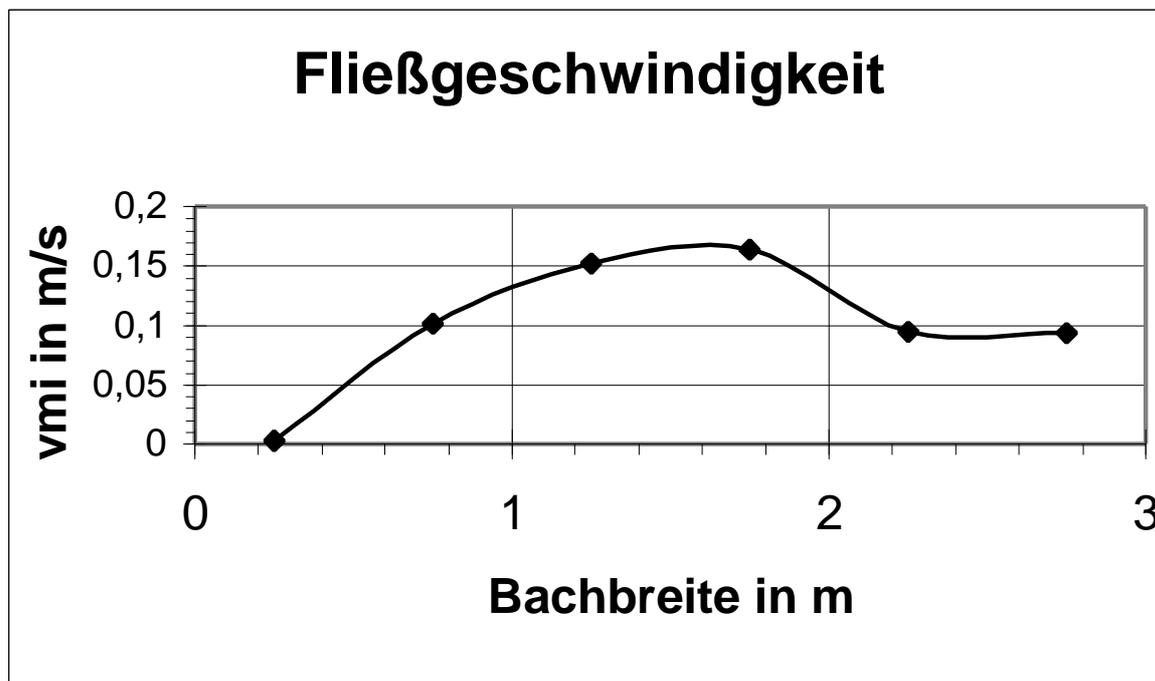
4.6.3 Flügelmessung II

Ort: 60 m nach Brücke im Unterdorf Zubrnice

Hochwert: 979,075

Rechtswert: 748,730

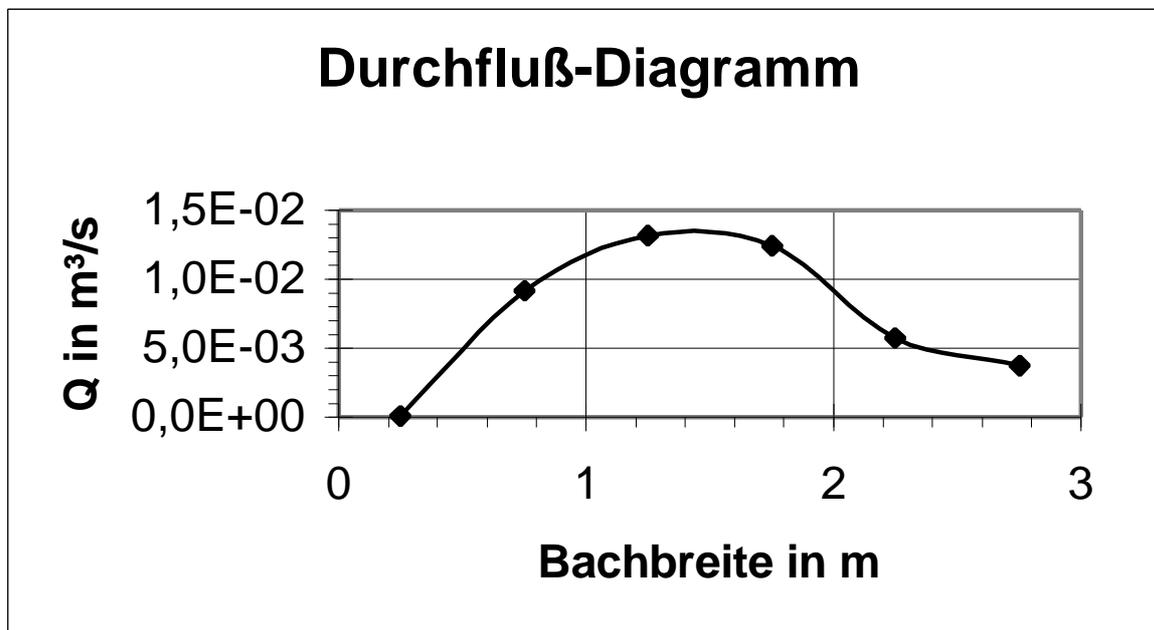
Höhe über NN: 263 m



• Abb 37/2: Darstellung der Fließgeschwindigkeit (60m nach der Brücke im Unterdorf Zubrnice).

In Abb 37/2 ist v_{mi} über die Bachbreite dargestellt. Der unsymmetrische Kurvenverlauf läßt auf einen heterogenen Bachgrund (Prall- und Gleithang) schließen.

In Abb 38/2 ist der Durchfluß über die Bachbreite abgetragen. Das Kurvenergebnis ähnelt der Kurve aus dem Abb 37/2.



- Abb 38/2: Darstellung des Durchflusses (60m nach der Brücke im Unterdorf Zubrnice).

Schlußfolgerung daraus $v_{mi} \sim Q$

$Q_{\text{Gesamt}} = 44,35 \text{ l/s}$ bei einer Bachbreite von 3,00 m und durchschnittliche Bachtiefe $h=11,9 \text{ cm}$

4.6.4 Tracermessung II

Bei der Verdünnungsmethode handelt es sich um eine Zweipunktmessung. Die Leitfähigkeit der Tracerlösung beträgt 191,3 mS/cm. Die Tracerkonzentration im Bach wurde über die Leitfähigkeit bestimmt.

$$v_a = v_f = 0,11 \text{ m/s}$$

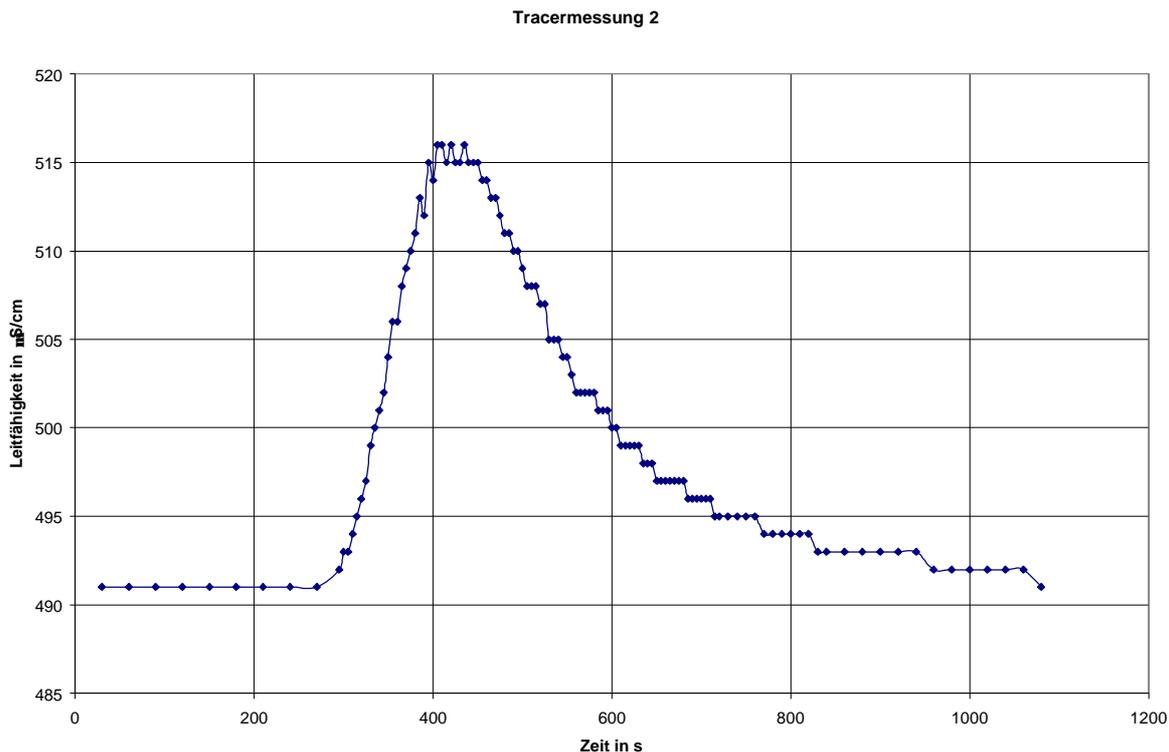
$$Q = 39,74 \text{ l/s}$$

v_a = Abstandsgeschwindigkeit

v_f = Filtrationsgeschwindigkeit

Q = Durchflußmenge

Die Abweichung von 4,61 l/s zwischen beiden Meßmethoden liegt im vertretbaren Bereich. In diesem Bachabschnitt ist jedoch eine Durchflußbestimmung mittels Flügelmessung genauer, da v_{mi} in mehreren Punkten (im Gegensatz zur Tracermessung in einem Punkt) über das Bachquerprofil ermittelt wurde.



- Abb 39/2: LF-Erhöhung beim Tracem (2) mit Impulseingabe.

4.6.5 Tracermessung III

Ort: Meßpunkt IIβ/11

Hochwert: 980,360

Rechtswert: 747,795

Höhe über NN: 334 m

Die Tracermessung erfolgte im Einleiter IIβ über eine Meßstrecke von 110 m.

In der Kurve ist ein steiler Anstieg und ein verzögerter flacher Abfall erkennbar. Die ursprüngliche Leitfähigkeit wurde bei diesem Versuch nicht wieder erreicht, daher wurde nach 39 min abgebrochen.

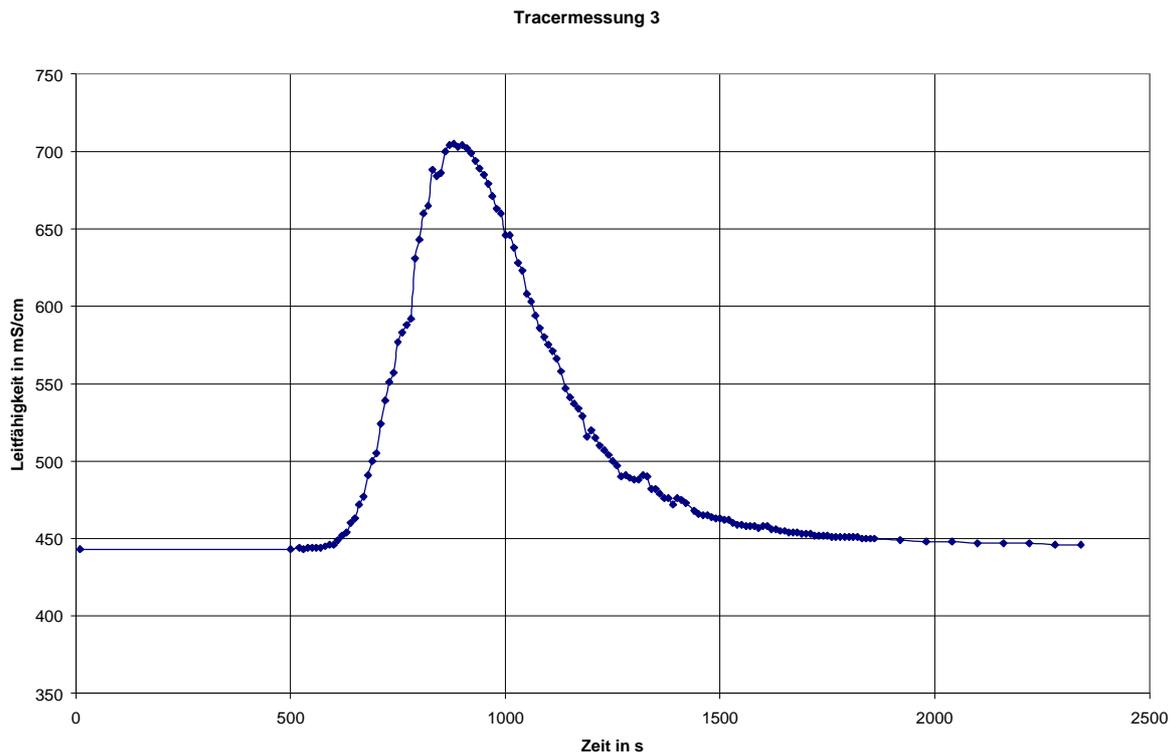
$$v_a = v_f = 0,096 \text{ m/s}$$

$$Q = 3,55 \text{ l/s}$$

v_a = Abstandsgeschwindigkeit

v_f = Filtrationsgeschwindigkeit

Q = Durchflußmenge



- Abb 40/2: LF-Erhöhung beim Tracern (3) mit Impulseingabe.

4.6.6 Durchflußermittlung mittels Meßwehr im Einleiter II/β

gegeben: Überfallhöhe: 0,082 m
 Anschnittswinkel: 90°
 Gravitationskonstante: 9,81 m/s²
 Überfallbeiwert: 0,578

Der berechnete Durchfluß Q beträgt 2,63 l/s.

Zusätzlich wurde noch eine Gefäßmessung durchgeführt (Registrierung der Wassermenge pro Zeiteinheit mittels Meßeimer und Stoppuhr).

Bei dieser Methode beträgt der ermittelte Durchfluß Q 2,5 l/s.

Somit wurde die Ungenauigkeit des Tracereperimentes (Q = 3,55 l/s) bewiesen.

4.7 Bodenuntersuchungen

4.7.1 Infiltrationsversuch

- **Meßpunkt II 1B**
 Wiese an linker Straßenseite nach Kninice HW: 980,289
 Bodenart: Lehm (Pleistozän, Hangschutt mit RW: 747,715
 Vulkanitgeröllen) Höhe ü. NN: 354 m
 Infiltration von 100 ml in 8, 23 Minuten (503 s).
 k_f -Wert: $7,1 \cdot 10^{-6}$ m/s

- **Meßpunkt II 2B**
 Wald an rechter Straßenseite nach Kninice HW: 980,330
 Bodenart: Lehm (Holozän) RW: 747,720
 Höhe ü. NN: 354 m
 Infiltration von 440 ml in 2,09 Minuten (129 s).
 100 ml sind 29 s
 k_f -Wert: $1,2 \cdot 10^{-6}$ m/s

- **Meßpunkt II 3B**
 Wald HW: 980,410
 Bodenart: Lehm (Quartär, Holozän) RW: 747,820
 Höhe ü. NN: 334 m
 Infiltration von 1100 ml in 4,40 Minuten (280 s)
 100 ml sind 25,45 s
 k_f -Wert: $1,4 \cdot 10^{-4}$ m/s

- **Meßpunkt II 4B**
 Wiese HW: 980,337
 Bodenart: Lehm RW: 747,840
 Höhe ü. NN: 328 m
 Infiltration von 680 ml in 7 Minuten (420 s)
 100 ml sind 61,8 s
 k_f -Wert: $5,78 \cdot 10^{-5}$ m/s

 Bestimmung des CO₂-Gehaltes:
 In allen 4 Proben wurde kein CO₂ gemessen.

4.7.2 Bodenluftuntersuchung

4.7.2.1 Karbonatgehalt

In den Bodenproben wurde kein Karbonat nachgewiesen. (interessante Schreibweise).

4.7.2.2 Bodenluftmessungen

Meßpunkt	Methan [%]	Kohlendioxid [%]	Sauerstoff [%]	Druck [mbar]
II 1B1	0,2	5,9	13,2	997
II 2B1	0,3	6,2	6,0	977
II 3B1	Keine Messungen da zu geringe Eindringtiefe			
II 4B1	0,3	0,00	20,8	979

Die relativ hohen Methanwerte sind auf die Fehlerspanne des Gerätes zurückzuführen, da ein nachweisbarer Methangehalt in diesen Boden nicht auftreten darf. Die Kohlendioxidkonzentrationen sind in II 1B1 und II 2B1 sehr hoch, dies ist zu begründen mit der starken Durchwurzelung und der Tätigkeit der Mikroorganismen im Boden. Die Messung II 4B1 ist durch einen zu hohen Sauerstoffgehalt von 20,8 % gekennzeichnet, welches mit dem Ansaugen von Fremdluft erklärbar ist. Damit sind diese Werte kritisch zu betrachten. Eine mögliche Ursache ist der Eintrag von atmosphärischen Sauerstoff durch zu oberflächennaher Bohrung. Ein Gerätefehler kann auf Grund des konstantbleibenden Druckes ausgeschlossen werden.

4.8 Rammkernsondierung

Rammkernsondierung **1R**

HW: 980,262

RW: 747,725

Höhe ü. NN: 356,5 m

Rammkernsondierung **2R**

HW: 979,185

RW: 748,125

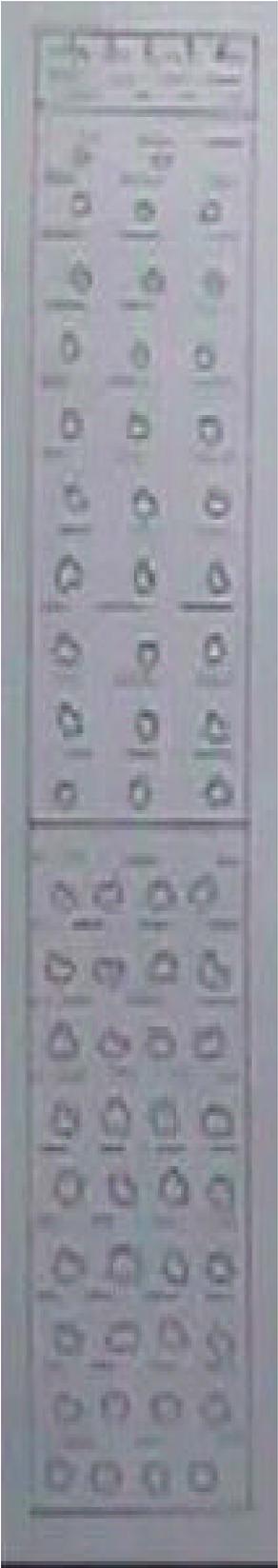
Höhe ü. NN: 328 m



• Abb 41/2: Bergung der Sonde der Rammkernsondierung.

	Teufe in m	Beschreibung
	0,0 - 0,1	Sand, mittel- bis feinkörnig, ocker, feucht
	0,1 - 0,2	Schluff, feinsandig mit tonigen Zwischenmittel, rötlich bis hellbraun
	0,2 - 0,5	Schluff, feinsandig mit stark tonigen Einlagerungen, weißgrau
	0,5 - 0,8	Feinsand, tonig, rötlichbraun, weißgraugefleckt
	0,8 - 0,9	Ton-Sandgemisch mit Sandsteinbruchstücken bis 2 cm teils limonitisiert
	0,9 - 0,93	Mittelsand, nicht tonig, graugelb
	0,93 - 0,96	Ton, hellgrau, mit Mn im Hangenden
0,96 - 0,98	Mittelsand, nicht tonig, gelb	
		Ton, hellgrau
0,98 - 2,0		
	Rammkernsondierung 2	

• Abb 42/2: Schichtenverzeichnis der Rammkernsondierung 1.

	Teufe in m	Beschreibung
	0,0 - 0,09	Oberboden, tonig bis schluffig, dunkelbraun, mit Wurzeln durchzogen, steif
	0,09 - 0,86	Lehm, tonig, schluffig, mit Gesteinsbruchstücken (Kiesfraktion), mittelbraun, erdfeucht, halbfest
	0,86 - 1,6	Lehm, tonig, schluffig, hellbraun, höher verdichtet
	Rammkernsondierung 1	

• Abb 43/2: Schichtenverzeichnis der Rammkernsondierung 2.

4.9 Zusammenfassung & Hochwasserbilanz

Das Gebiet II gliedert sich in zwei Teilgebiete, in das Einzugsgebiet des Einleiter IIb und in ein Teileinzugsgebiet, welches direkt durch den Lucni p. entwässert wird. Das Geländegefälle im Einzugsgebiet des Einleiters II beträgt 16,3 %. Diese Fläche gliedert sich in 65 % Wiese und Weide, 18 % Mischwald, 12 % Obstanbaugebiete, sowie 5 % versiegelten Anteil auf. Bei der durchgeführten Rammkernsondierung 1R wurde eine stark lehmige pleistozäne Hangschuttdecke mit Vulkanitgeröllen bis 1,60 m Teufe nachgewiesen. Aus dem hohen Lehmgehalt resultiert der beim Infiltrationsversuch ermittelte niedrige kf-Wert von $7,1 \cdot 10^{-6}$ m/s. Aus diesen Faktoren ergibt sich ein hoher Oberflächenabfluß bei geringer Infiltrationsrate. Der durchschnittliche Abfluß des Einleiters IIb, der mit verschiedenen Meßmethoden bestimmt wurde, beträgt 2,6 l/s. Bei Starkregenereignissen bzw. bei der Schneeschmelze im Frühjahr wird der größte Teil des oberirdischen Abflusses durch den Bach abgeleitet. Der Einfluß des linearen Formparameters des Einleiters IIb wirkt sich mindernd auf die Hochwassergefährdung in diesem Gebiet aus.

Mit dem Programm wurden Hochwasserwellen mit verschiedenen Wiederkehrsintervallen modelliert.

Das Abflußmaximum eines Starkregens für das Wiederkehrsintervall beträgt:

Wiederkehrsintervall	Abflußmax. in l/s
1 Jahr	900,29
2 Jahre	1412,42
5 Jahre	2365,11
10 Jahre	3339,50
20 Jahre	4577,42
50 Jahre	6699,94
100 Jahre	8746,13

Nördlich und östlich von Kninice besteht der Untergrund aus Basalten und Erosionsprodukten. Häufig sind diese von pleistozänen Hangschuttdecken mit Vulkanitgeröllen überlagert. Das Quartär besteht ebenfalls zum überwiegenden Teil aus erodierten tertiären Vulkaniten. Nur bei Zubrnice ist Kreide in sandiger und toniger Fazies aufgeschlossen. Aus den basischen Vulkaniten resultieren die hohen Ca und Mg-Gehalte. Diese Elemente stammen zu einem großen Teil aus den verwitterten Plagioklasen bzw. Olivinen und Pyroxenen. Die sich daraus ergebenden Gewässerhärten liegen zwischen 10,19 bis 13,7° dH, die Härtestufen zwischen mittelhart bis ziemlich hart entsprechen.

Bei der Interpretation der physikochemischen Parameter müssen die Meßpunkte IIa19 und IIa20 außer acht gelassen werden, da die Meßergebnisse durch Starkregen beeinflusst wurden.

Einleiter IIb beeinflusst die physikochemischen Parameter des Hauptbaches nur in geringem Maße. Im Gegensatz dazu läßt sich im Bereich der Meßpunkte IIa12 bis IIa15 ein Abfallen der Temperatur, des pH-Wertes und des Sauerstoffgehaltes feststellen. Ursache dafür ist eine längs des Bachbettes verlaufende Störung, aus der vermutlich ein Kaltwasserstrom erfolgt. Der Einleiter 4 bei Meßpunkt IIa16 beeinflusst die physikochemischen Parameter des Hauptvorfluters ebenfalls. Zu erkennen ist dies am Anstieg der meisten gemessenen Parameter. Auch die anthropogenen Einflüsse aus der Ortschaft Zubrnice bewirken eine Änderung in der Physikochemie des Baches.

So ergab eine Wasserprobe, die nach der Ortschaft Zubrnice aus dem Hauptbach entommen wurde, eine Grenzwertübertretung von Fluorit und Nitrit, wobei der Ammoniumgehalt auch bedenklich am Grenzwert lag.

Insgesamt betrachtet ist die Gewässerbelastung des Hauptbaches als gering einzustufen, da kaum Grenzwerte der Trinkwasserverordnung überschritten werden. Auch die beobachtete Flora und Fauna, wie z.B. Bachforellen, Bachflohkrebse und Köcherfliegenlarven sowie Moospflanzen bestätigen eine geringe Belastung.

5 Gebietsaufnahme des 3. Teilgebietes

5.1 Allgemeines

5.1.1 Einzugsgebiet 1

Das Einzugsgebiet 1 befindet sich mit einer Größe von 1.2 km² westlich von Zubrnice und unterteilt sich in 2/3 Wald und 1/3 Wiese.

Aufgrund des Höhenunterschiedes von 321m, ergibt sich ein Geländegefälle von 25.75%. Dabei liegt der tiefste Punkt mit 275m in Zubrnice und der höchste, westlich der Ortschaft, bei 596m über NN. Dieses Meßgebiet wird durch einen unverzweigten Vorfluter mit einer Länge von 1.65 km charakterisiert.

An der Einzugsgebietgrenze von Zubrnice mündet er in die Lucni.

Zur Ermittlung der chemischen Parameter des Oberflächenwassers wurde eine Wasserprobe im unteren Teil des Baches entnommen. Etwa 70m oberhalb der Einmündung des ersten Vorfluters in die Lucni, kommt es durch einen periodischen Zufluß, zu einer Verstärkung des Wassereintrages in den Hauptfluter.

Die abschließende Analyse des Bodens auf Karbonatgehalt verlief negativ.

5.1.2 Einzugsgebiet 2

Das 1.95km² große Meßgebiet befindet sich südwestlich des Ortes Zubrnice.

Dabei teilt sich die Fläche in folgende Nutzungseinheiten:

Wiese mit	1.08 km ² = 55%	
Wald mit	0.73 km ² = 37%	(mitteldicht = 30% / dicht = 7%)
Ort mit	0.02 km ² = 1%	(Tyniste)
Plantagen und Gärten mit	0.13 km ² = 7%	

Mit einem Geländegefälle von 17.45% und einem Höhenunterschied von 300m bis auf 546m (246m) ergibt sich eine ausgeprägte Morphologie.

Das in diesem Gebiet vorherrschende Bachsystem weist eine einfache Gabelung auf. Die Flußlänge beträgt insgesamt 2.4 km. Ein von diesem Bachverlauf unabhängiger, periodisch wasserführender Einleiter, mündet ebenfalls in die Lucni. Zur Feststellung der Trinkwasserqualität wurden vier aktive und ein inaktiver Brunnen beprobt.

Weitere chemische Untersuchungen fanden an vier Meßpunkten des Oberflächengewässers statt.

Die Bodenproben aus diesem Meßgebiet wiesen wiederum keine Anzeichen von Karbonat auf.

5.1.3 Einzugsgebiet 3

Das dritte Einzugsgebiet stellt mit einer Fläche von 2.44km² den größten Bearbeitungsraum dar. Hiervon ausgehend werden 21% als mitteldichter Wald, 77% als Wiese, 1% als Ort (Touchoriny) und 1% als Plantagen und Gärten genutzt.

Mit einem Geländegefälle von 14.31% weist das Gebiet eine weniger stark ausgeprägte Morphologie auf.

Der leicht verzweigte Vorfluter wirkt sich mit seiner Länge von 2.88km stark beeinflussend aus. Eine Beprobung und Untersuchung auf chemische Parameter im Oberflächenwasserbereich entfiel aufgrund fehlender chemischer Substanzen in der Analytik.

Die in der Nähe der Ortschaft Touchoriny genommene Bodenprobe war ebenfalls karbonatfrei.

Weiterhin zeichnen sich alle drei Einzugsgebiete durch eine Vielzahl von Naß- und Feuchtstellen mit enormen Brennesselbewuchs aus.

5.2 Vor-Ort-Analytik

5.2.1 Meßpunkte der Oberflächenwässer

5.2.1.1 Einzugsgebiet 1

* Meßpunkt 1 III/1

- Standort: Zubrinice, Bach im Einzugsgebiet 1, rechts des Hauptvorfluters
- Datum: 28.07.98
- Vegetation: Brennesseln, Schafgarbe, Gräser, am Bach und am periodischen Vorfluter: Bäume, Eschen und Weiden
- Angaben: stinkt, dreckig

* Meßpunkt 2 III/2

- Standort: Zubrinice, Bach 1 oberhalb der Eisenbahnbrücke
- Datum: 28.07.98
- Vegetation: Gräser, Schafgarbe, Sträucher >> Wiese

* Meßpunkt 3 III/3

- Standort: Zubrinice, an der Weggabelung im Gebiet 1
- Datum: 28.07.98
- Vegetation: Mischwald und Brennesseln am Bachufer

* Meßpunkt 4 III/4

- Standort: Zubrinice, Bach 1 aufwärts an der Wiese
- Datum: 28.07.98
- Vegetation: Mischwald am rechten Ufer, am linken Ufer Brennesseln und dann Wiese

* Meßpunkt 5 III/5

- Standort: Zubrinice, Bach 1 aufwärts am Feldweg

- Datum: 28.07.98
 - Vegetation: Mischwald am rechten Ufer, am linken Ufer Wiese
- 5.2.1.2 Einzugsgebiet 2

*** Meßpunkt 6 III/6**

- Standort: Zubrinice, Mündung des Bach 2
- Datum: 28.07.98
- Vegetation: rechter Hand Wiese, linker Hand Bauernhaus

*** Meßpunkt 7 III/7**

- Standort: Zubrinice, periodischer Zufluß zum Hauptfluter
- Datum: 28.07.98
- Vegetation: Wiese
- Angabe: ungefähre Länge ca. 70 m

*** Meßpunkt 8 III/8**

- Standort: Ortseingang Tyniste, links der Straße
- Datum: 28.07.98
- Angabe: Dorf

*** Meßpunkt 9 III/9**

- Standort: Tyniste, Kreuzung Richtung Touchoriny
- Datum: 28.07.98
- Angabe: Dorfmitte

*** Meßpunkt 10 III/10**

- Standort: Tyniste, vorzivilisatorische Einwirkung oberhalb der Dorfgaststätte
- Datum: 28.07.98
- Vegetation: Laubwald

*** Meßpunkt 11 III/11**

- Standort: Tyniste, zwischen Meßpunkt III/8 und III/9
- Datum: 28.07.98
- Angabe: Dorf

*** Meßpunkt 12 III/12**

- Standort: Tyniste, Quellfassung oberhalb der Dorfgaststätte
- Datum: 29.07.98
- Vegetation: Laubwald

*** Meßpunkt 13 III/13**

- Standort: Tyniste, 50 m rechts vom HV 6
- Datum: 29.07.98
- Vegetation: am Ufer Wald, ansonsten rechts und links des Ufers Wiese

*** Meßpunkt 14 III/14**

- Standort: Tyniste, 200 m bachaufwärts

- Datum: 29.07.98
 - Vegetation: am Ufer Wald, ansonsten rechts und links des Ufers Wiese
- 5.2.1.3 **Einzugsgebiet 3**

*** Meßpunkt 15 III/15**

- Standort: Touchoriny, 200 m unterhalb des Feuerlöschteiches
- Datum: 31.07.98
- Vegetation: Wald und Garten

*** Meßpunkt 16 III/16**

- Standort: Touchoriny, 200 m weiter bachabwärts
- Datum: 31.07.98
- Vegetation: rechts und links Brennesseln, ansonsten Laubwald

*** Meßpunkt 17 III/17**

- Standort: Touchoriny, 200 m weiter bachabwärts
- Datum: 31.07.98
- Vegetation: rechts und links des Ufers Brennesseln, ansonsten Laubwald

*** Meßpunkt 18 III/18**

- Standort: Touchoriny, 300 m bis zum Zusammenfluß der beiden Vorfluter und erneut 100 m bachaufwärts im anderen Vorfluter
- Datum: 31.07.98
- Vegetation: Wald am Ufer, ansonsten Wiese

*** Meßpunkt 19 III/19**

- Standort: Touchoriny, am Zusammenfluß der Vorfluter
- Datum: 31.07.98
- Vegetation: Wald am Ufer, ansonsten Wiese

*** Meßpunkt 20 III/20**

- Standort: am Schnittpunkt der Straße Richtung Touchoriny und Vorfluter
- Datum: 31.07.98
- Vegetation: großes Sumpfgebiet

*** Meßpunkt 21 III/21**

- Standort: Touchoriny, 300 m bachabwärts nach Zusammenfluß der beiden Vorfluter
- Datum: 31.07.98
- Vegetation: Mischwald

*** Meßpunkt 22 III/22**

- Standort: Mündung des Vorfluters in die Lucni
- Datum: 31.07.98
- Vegetation: Brennesseln und Wald

5.2.1.4 **Positionierung der Meßpunkte**

Meßpunktnummer	Rechtswert	Hochwert	Höhe über NN in m
III/1	748.760	979.055	265
III/2	748.800	979.170	275

III/3	748.845	979.220	290
III/4	748.940	979.270	305
III/5	749.300	979.420	344
III/6	748.340	979.810	308
III/7	748.465	979.549	297
III/8	748.590	980.120	342
III/9	748.655	980.415	366
III/10	748.800	980.435	380
III/11	748.555	980.280	357
III/12	748.760	980.395	376
III/13	748.770	980.665	392
III/14	748.895	980.820	416
III/15	747.735	981.725	402
III/16	747.780	981.550	393
III/17	747.820	981.380	384
III/18	747.920	981.120	372
III/19	747.880	981.060	369
III/20	748.085	981.290	385
III/21	747.950	980.745	357
III/22	747.750	980.430	337

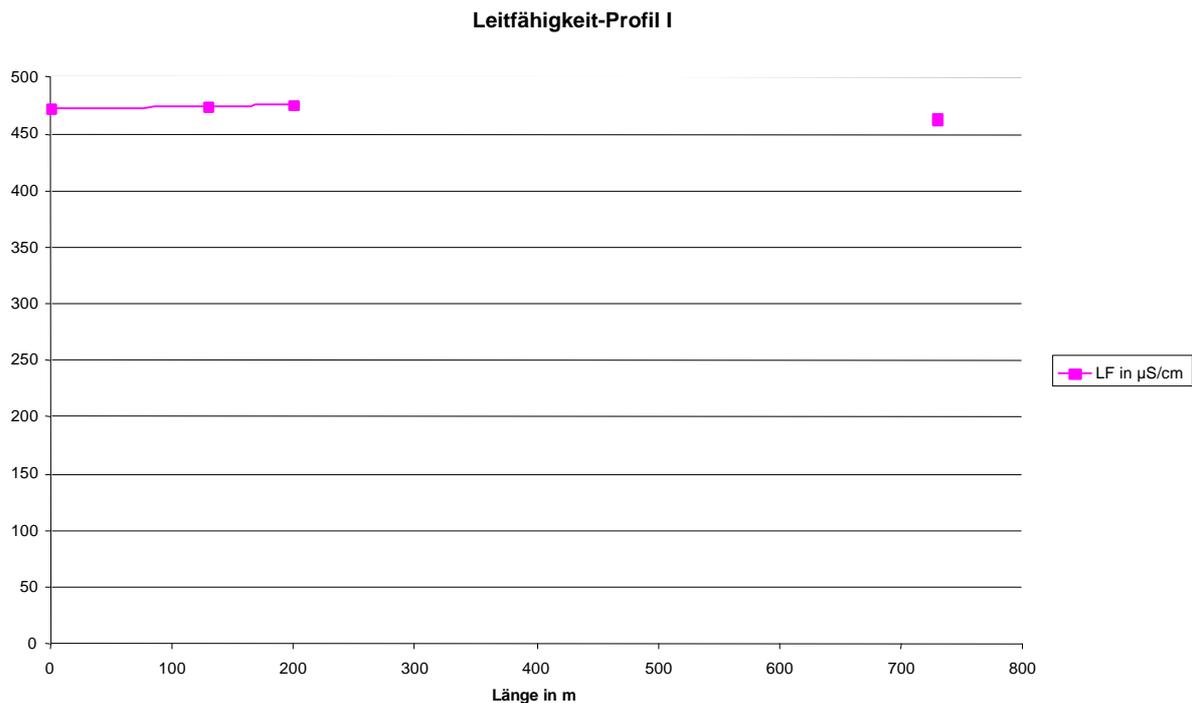
- Tabelle 32/3: Positionierung der Meßpunkte des dritten Teilgebietes.

5.2.2 Physikalische Parameter der Oberflächenwässer

5.2.2.1 Parametermessung der Oberflächenwässer im Meßgebiet I

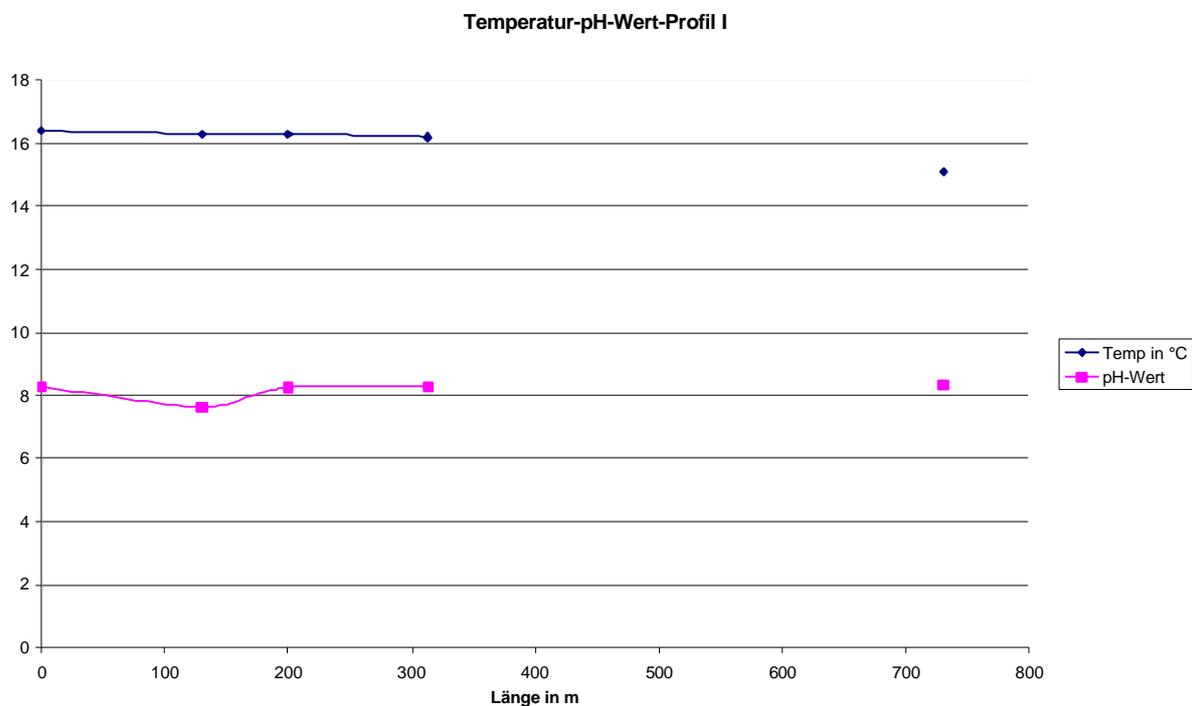
Probe-Nr.	Temp. in °C	LF in $\mu\text{S}/\text{cm}$	pH-Wert	O ₂ -Gehalt in %	Eh-Wert in mV
1.1	15.1	488	7.70	93.0	---
1.2	15.1	488	8.28	93.0	---
1.3	16.4	472	8.28	93.2	---
2.1	16.3	474	7.65	96.0	---
2.2	16.3	474	6.80	90.0	---
3.0	16.3	476	8.26	100.2	---
4.0	16.2	----	8.30	(145.0)	---
5.0	15.1	463	8.35	(170.0)	---

- Tabelle 33/3: Vor-Ort-Parameter der Oberflächenwässer im Meßgebiet I (drittes Teilgebiet).



- Abb 44/3: Darstellung der Leitfähigkeit, 1.Profil (drittes Teilgebiet).

Im Verlauf der Leitfähigkeitskurve zeigen sich keine großen Schwankungen.



- Abb 45/3: Darstellung des 1. Temperatur- & pH-Profiles (drittes Teilgebiet).

In Fließrichtung nimmt die Temperatur aufgrund des Fließweges über freies Gelände stetig zu. Der pH-Wert ist mit ca. 8 relativ konstant im gesamten Verlauf.

Einzigste Ausnahme bildet der Meßpunkt 2, wo der Bach zur Trinkwasserversorgung und vermutlich zur Abwasserentsorgung genutzt wird.

Bis zur Mündung steigt der pH-Wert wieder auf ein normales Niveau an.

5.2.2.2 Parametermessung der Oberflächenwässer im Meßgebiet II

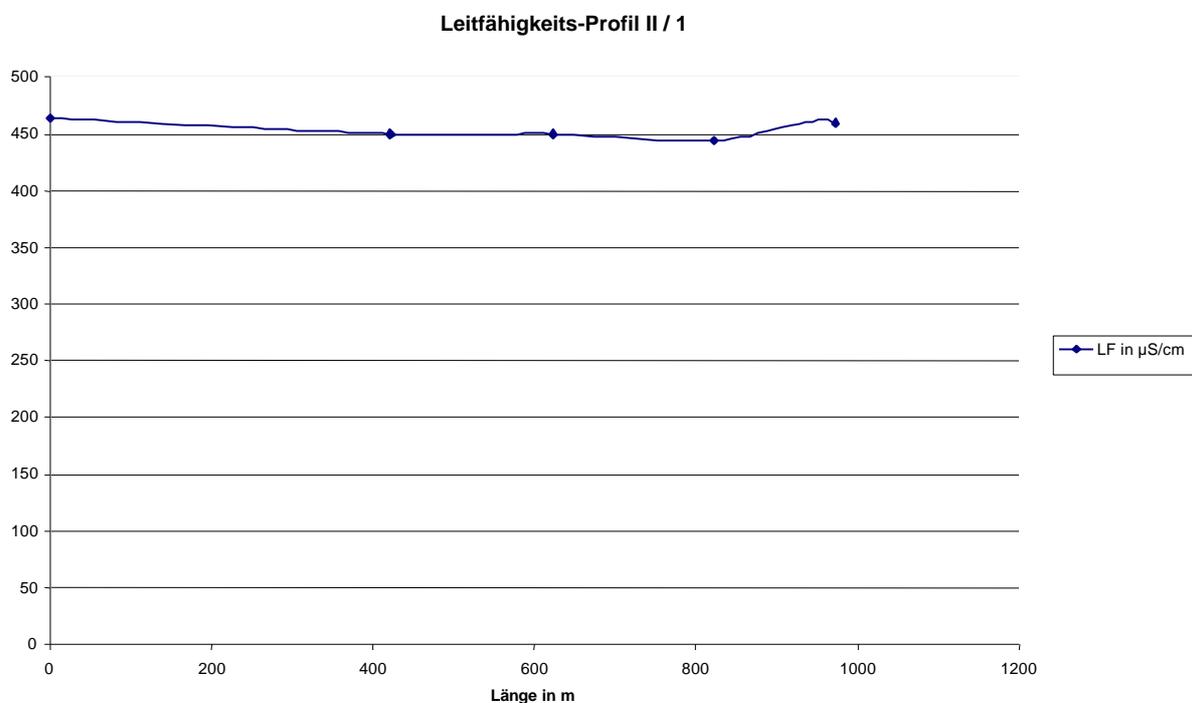
In diesem Meßgebiet vereinigen sich zwei Vorfluter zu einem gemeinsamen Bachlauf und entwässern in die Lucni.

Dabei umfaßt der östliche Vorfluter (2) die Meßpunkte 13 und 14, der westliche (1) die Meßpunkte 9 und 10.

Im gemeinsamen Bachverlauf wurden die Meßpunkte 6, 8 und 11 festgelegt.

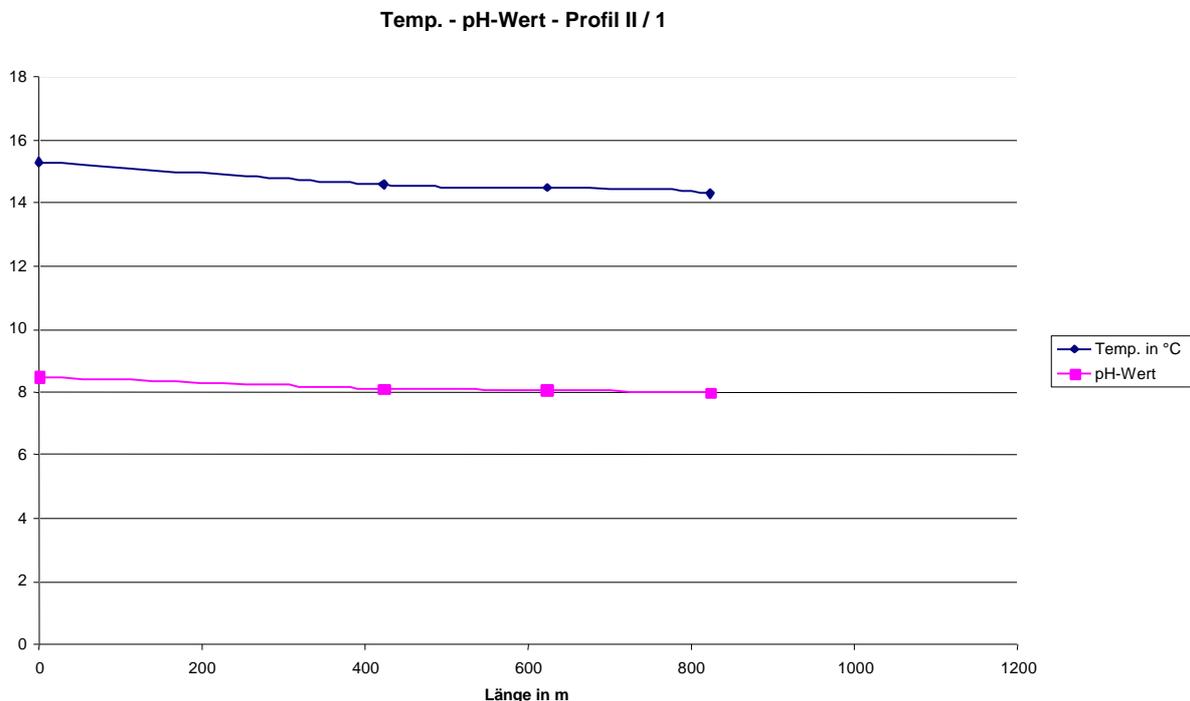
Probe-Nr.	Temp. in °C	LF in $\mu\text{S}/\text{cm}$	pH-Wert	O ₂ -Gehalt in %	Eh-Wert in mV
6.0	15.3	464	8.49	90.7	---
7.0	14.4	488	7.53	98.2	---
8.0	14.6	450	8.13	92.8	---
9.0	14.3	444	7.98	99.3	---
10.0	13.1	460	8.17	100.5	---
11.0	14.5	450	8.08	97.3	---
12.0	12.5	390	5.90	86.0	---
13.0	15.0	300	5.81	87.0	---
14.0	14.7	310	5.60	92.0	---

- Tabelle 34/3: Vor-Ort-Parameter der Oberflächenwässer im Meßgebiet II (drittes Teilgebiet).



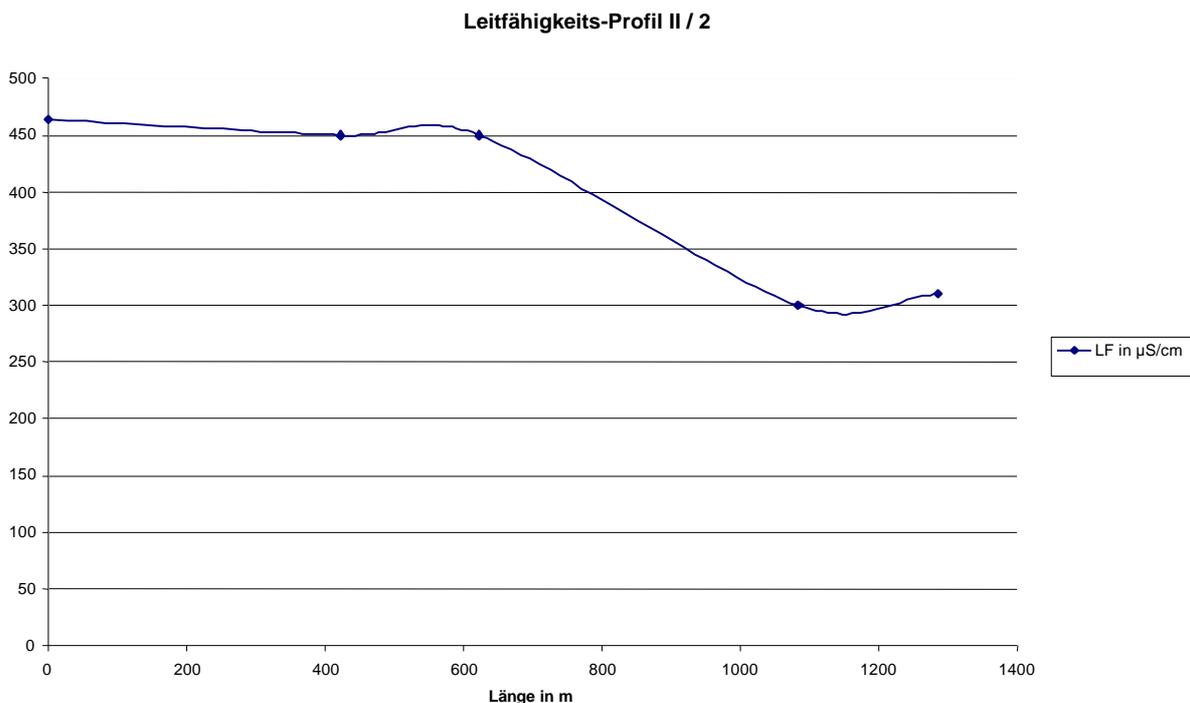
- Abb 46/3: Darstellung der Leitfähigkeit, II.1.Profil (drittes Teilgebiet).

Ausgehend von einer Leitfähigkeit von 460 $\mu\text{S}/\text{cm}$, verursacht durch Einleitung von Abwässern der Dorfgaststätte in Tyniste, sinkt die Leitfähigkeit auf 450 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (bei Pr.- Nr. 9). Verursacht durch weitere Einleiter steigt die Leitfähigkeit wieder an.



• Abb 47/3: Darstellung des II.1. Temperatur- & pH-Profiles (drittes Teilgebiet).

Die Kurve des pH-Wertes zeigt äquivalent zur Leitfähigkeitskurve, verursacht durch gleichbleibende Einwirkungen, den gleichen Verlauf. In Fließrichtung nimmt die Temperatur durch Abwässereinleitungen stetig zu.

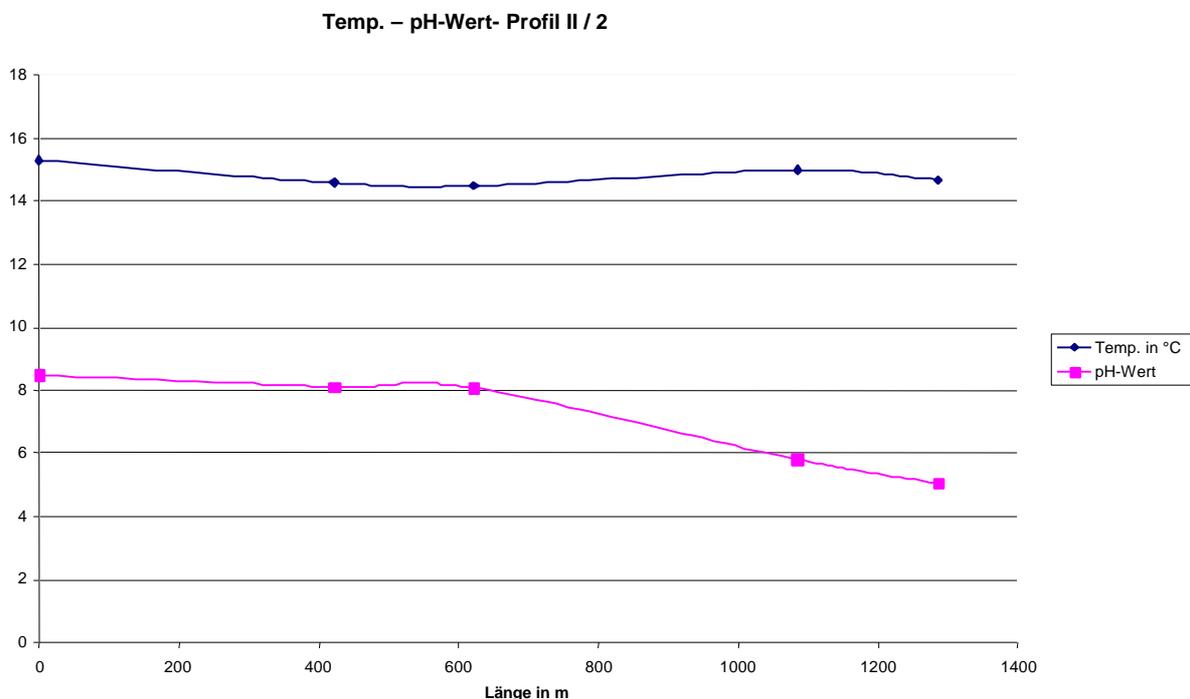


• Abb 48/3: Darstellung der Leitfähigkeit, II.2.Profil (drittes Teilgebiet).

Im unbelasteten Flußlauf liegt die Leitfähigkeit zwischen 300 und 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Beim Durchfluß durch die Ortschaft Tyniste erhöht sich die Leitfähigkeit durch zivilisatorische Einwirkungen

und steigt bis zur Mündung in die Lucni weiterhin konstant an.



- Abb 49/3: Darstellung des II.2. Temperatur- & pH-Profiles (drittes Teilgebiet).

Die Temperatur liegt zwischen 14 und 16°C, wobei bei Erreichen der Ortschaft eine Temperaturerhöhung zu verzeichnen ist.

Am Punkt 11 sinkt die Temperatur durch den Zustrom des kälteren westlichen Bachzweigs.

Im Waldgebiet (Quellnähe) ist ein pH-Wert zwischen 5 und 6 gemessen wurden, welcher sich im Ort Tyniste über 8 erhöht.

Ursachen dafür sind :

- Zusammenfluß der beiden Vorfluter
- Abwässereinleitung

5.2.2.3 Parametermessung der Oberflächenwässer im Meßgebiet III

In diesem Meßgebiet vereinigen sich zwei Vorfluter zu einem gemeinsamen Bachlauf und entwässern in die Lucni.

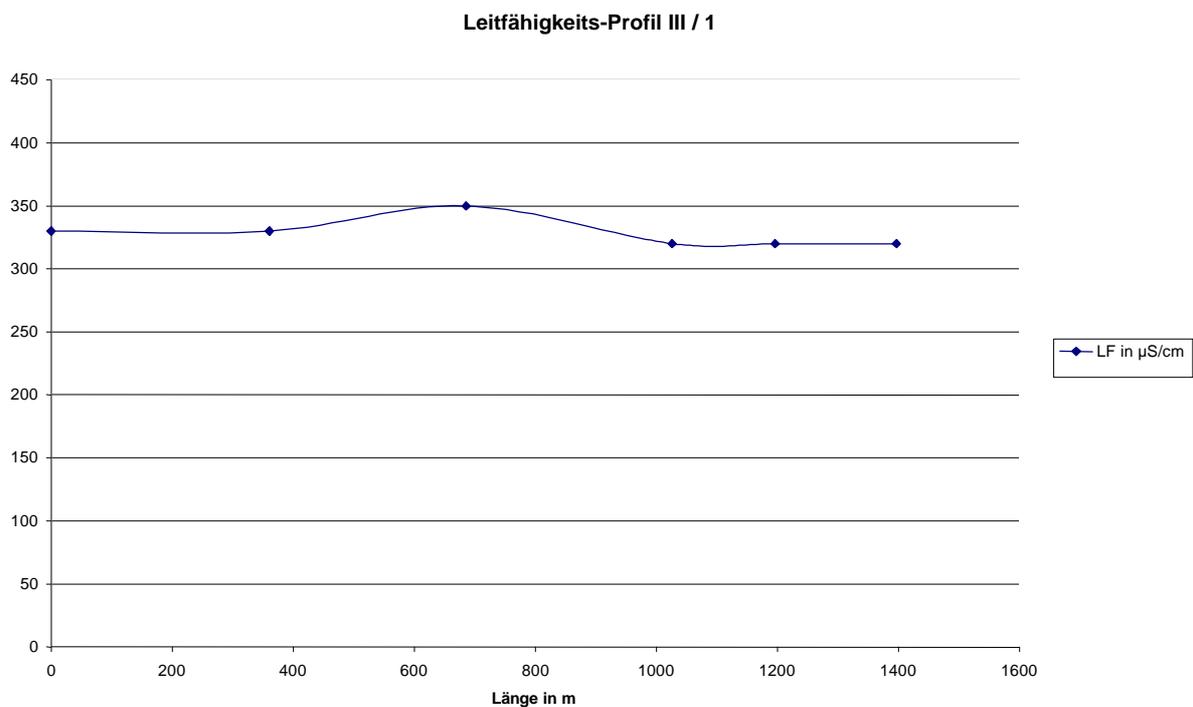
Dabei entspringt der östliche Vorfluter (1) in Touchoriny (Probe-Nr. 15,16,17) und der westliche (2) (Probe-Nr.18,20) in einem Waldgebiet an der Einzugsgebietsgrenze des dritten Meßgebietes.

Die Daten der Meßpunkte 19,21 und 22 wurden aus dem weiteren Verlauf nach dem Zusammenfluß ermittelt.

Probe – Nr.	Temp. in °C	LF in $\mu\text{S} / \text{cm}$	pH - Wert	O ₂ in %
15	13.8	320	7.90	84
16	14.2	320	7.39	87

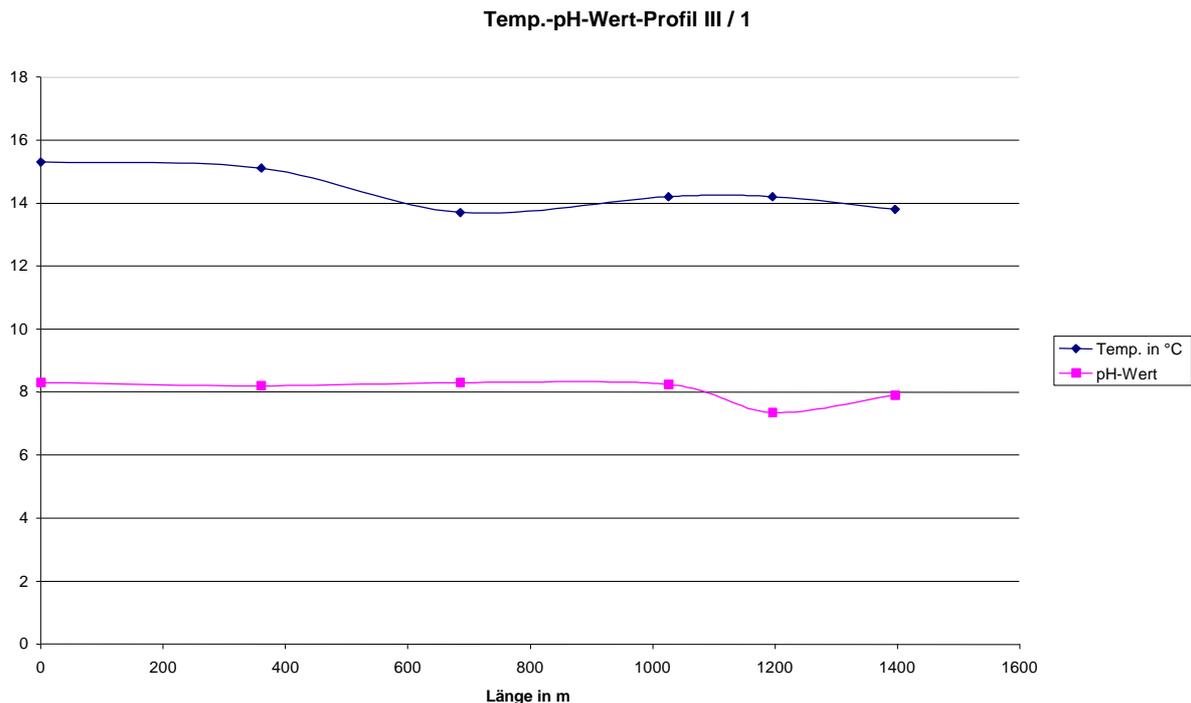
17	14.2	320	8.24	94
18	14.7	330	8.06	96
19	13.7	350	8.30	95
20	15.0	330	8.16	90
21	15.1	330	8.20	89
22	15.3	330	8.30	88

- Tabelle 35/3: Vor-Ort-Parameter der Oberflächenwasser im Meßgebiet III (drittes Teilgebiet).



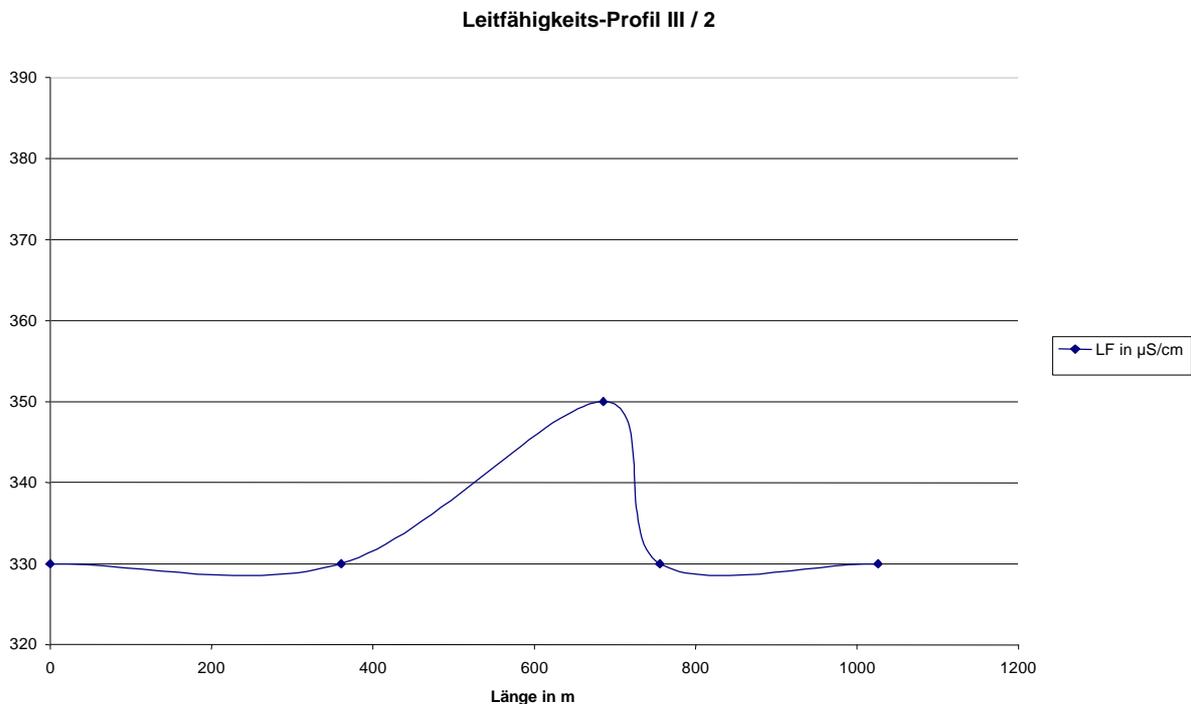
- Abb 50/3: Darstellung der Leitfähigkeit, III.1.Profil (drittes Teilgebiet).

Bei gleichmäßigen Gefälle ist eine Leitfähigkeit zwischen 310 und 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$ zu verzeichnen.



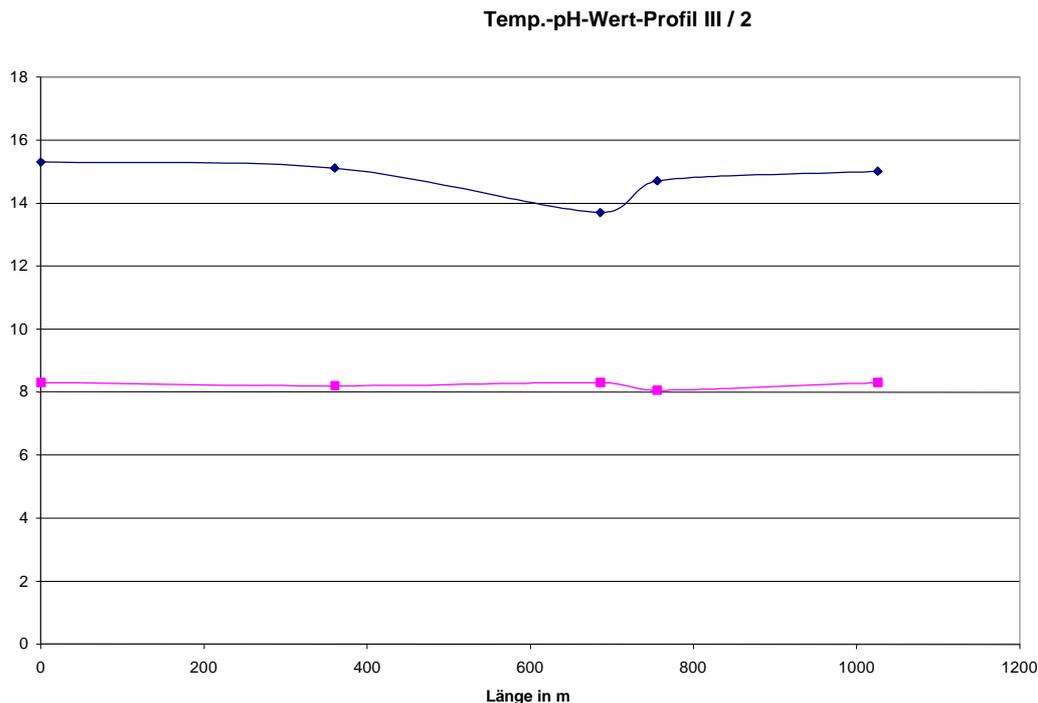
• Abb 51/3: Darstellung des III.1. Temperatur- & pH-Profiles (drittes Teilgebiet).

Die Temperatur liegt zwischen 13.5 und 15.5°C und steigt Richtung Quelle – Mündung an. Beim pH-Wert ist ausgehend von der Quelle, beim zweiten Meßpunkt eine Absinken feststellbar, ansonsten pegelt er sich bei 8 ein.



• Abb 52/3: Darstellung der Leitfähigkeit, III.2.Profil (drittes Teilgebiet).

Das Leitfähigkeitsprofil liegt um die 330 µS/cm bei relativ konstanten Gefälle.



- Abb 53/3: Darstellung des III.2. Temperatur- & pH-Profiles (drittes Teilgebiet).

Die Temperatur liegt zwischen 13.5 und 15.5°C und steigt in Fließrichtung leicht an, wogegen der pH-Wert konstant bei 8 liegt, was auf Einfluß der Stadt Touchoriny zurückzuführen ist.

Am Meßpunkt 19, kurz nach dem Zusammenfluß der beiden Bäche, wurden eine erhöhte Leitfähigkeit und niedrigere Temperatur registriert. Da jedoch weder der östliche noch der westliche Bachzweig die Steigung der Leitfähigkeit und das Sinken der Temperatur verursachen, muß an diesem Meßpunkt ein dritter nicht nachgewiesener Einleiter existieren.

Bis zur Mündung pegeln sich Temperatur und Leitfähigkeit wieder auf ihre höheren bzw. niedrigeren Werte ein.

5.2.3 Positionierung der Grundwasserbeprobungspunkte

Beprobungspunkte	Rechtswert	Hochwert	Höhe über NN in m
Brunnen III/1	748.520	980.290	353
Brunnen III/2	748.615	980.455	366
Brunnen III/3	748.690	980.450	370
„ Arteser „	748.630	979.985	346
HV 6	748.820	980.630	396

- Tabelle 36/3: Positionierung der Grundwasserbeprobungspunkte des dritten Teilgebietes.

5.2.4 Parametermessung des Grundwassers im Meßgebiet II

Probe-Nr.	Temp. in°C	LF in µS/cm	pH-Wert	O ₂ -Gehalt in %	Eh-Wert in mV
Brunnen III/1	12.8	410.0	7.36	59.0	127

Brunnen III/2	11.0	310.0	7.41	57.0	151.0
Brunnen III/3	17.0	240.0	7.12	42.0	153.0
„Arteser“	15.9	500.0	7.96	29.0	209.0
HV 6	13.5	340.0	7.47	---	164.0

- Tabelle 37/3: Vor-Ort-Parameter des Grundwassers im Meßgebiet II (drittes Teilgebiet).

5.2.4.1 Teufen – Temperatur – Profil am „Arteser“

Der Wasserspiegel befindet sich 90.94 m unterhalb ROK.

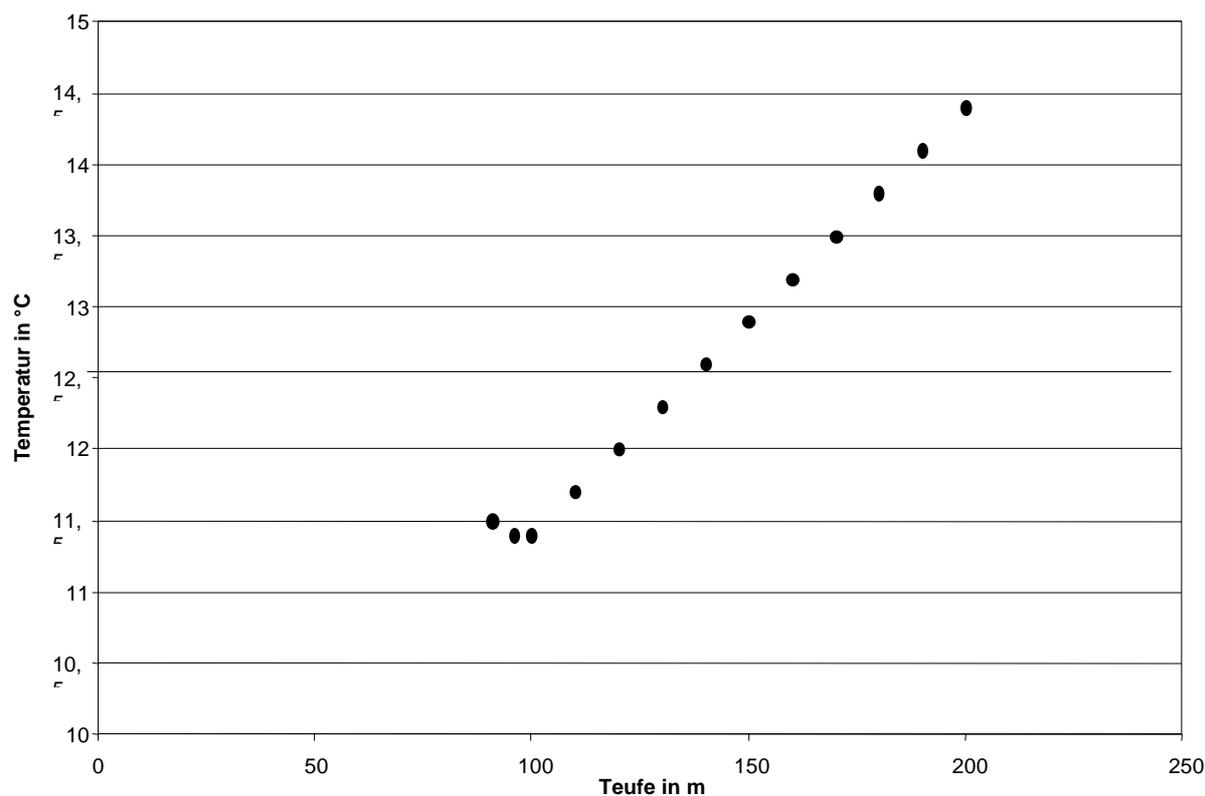
Teufe in m unter ROK	Temperatur in °C
91.0	11.5
96.0	11.4
100.0	11.4
110.0	11.7
120.0	12.0
130.0	12.3
140.0	12.6
150.0	12.9
160.0	13.2
170.0	13.5
180.0	13.8
190.0	14.1
200.0	14.4

- Tabelle 38/3: Teufen-Temperatur Daten des „Artesers“



- Abb 54/3: "Brunnenhaus" des "Artesers"

Teufe - Temperatur - Profil



• Abb 55/3: Teufen-Temperatur-Profil des "Artesers".

5.3 Laborauswertung

Probe-Nr.	Datum	Uhrzeit	Witterung	Ort	HW	RW	Höhe über NN in m	Typ
III/Pr.1	30.07.98	11.45	heiter/ trocken	Tyniste	980.290	748.520	353.5	Brunnen
III/Pr.2	30.07.98	12.00	s.o.	Tyniste	980.455	748.615	366	Brunnen
III/Pr.3	30.07.98	12.15	s.o.	Tyniste	980.450	748.690	370	Brunnen
III/Pr.4	30.07.98	9.05	nieselig	Tyniste	979.985	748.630	346	Arteser
III/Pr.5	30.07.98	13.00	heiter/ trocken	Tyniste	980.430	748.825	382	Quelle
III/Pr.6	30.07.98	12.30	s.o.	Tyniste	980.630	748.820	396	HV 6
III/Pr.7	30.07.98	12.40	s.o.	Tyniste	979.810	748.340	308	Bach
III/Pr.8	30.07.98	12.45	s.o.	Tyniste	980.280	748.555	351	Bach
III/Pr.9	30.07.98	12.20	s.o.	Tyniste	980.665	748.770	392	Bach
III/Pr.10	30.07.98	13.20	s.o.	Zubrnice	979.160	748.785	275	Bach

• Tabelle 39/3: Daten der Probenahme (drittes Teilgebiet).



• Abb 56/3: Probenahmebrunnen in Tyniste III/ Pr. 1 und Abb.: III/ Pr.3 (drittes Teilgebiet).

5.3.1 Anionen-Bestimmung mit IC [mg/l]

An- ionen	III/Pr. 1	III/Pr. 2	III/Pr. 3	III/Pr. 4	III/Pr. 5	III/Pr. 6	III/Pr. 7	III/Pr. 8	III/Pr. 9	III/Pr. 10
	mg/l									
F^-	0.23	0.10	0.33	2.15	0.50	0.19	0.24	0.10	0.28	0.11
Cl^-	30.1	7.8	5.7	7.5	14.7	5.1	12.9	11.2	7.0	6.0
NO_3^-	30.6	14.9	18.0	0.9	34.0	11.1	18.0	18.2	1.0	7.1
SO_4^{2-}	72.4	52.8	27.6	5.5	57.1	44.5	50.6	48.9	30.9	55.9

• Tabelle 40/3: Ergebnis der Anionen-Bestimmung (drittes Teilgebiet).

Grenzwerte in mg/l der Trinkwasserverordnung (TVO, TrinKEG bzw. TGL 22433):

Gemessen an deutscher Trinkwasserverordnung

Fluorid: 00.05 nach TVO

Chlorid: 250.00 nach TVO

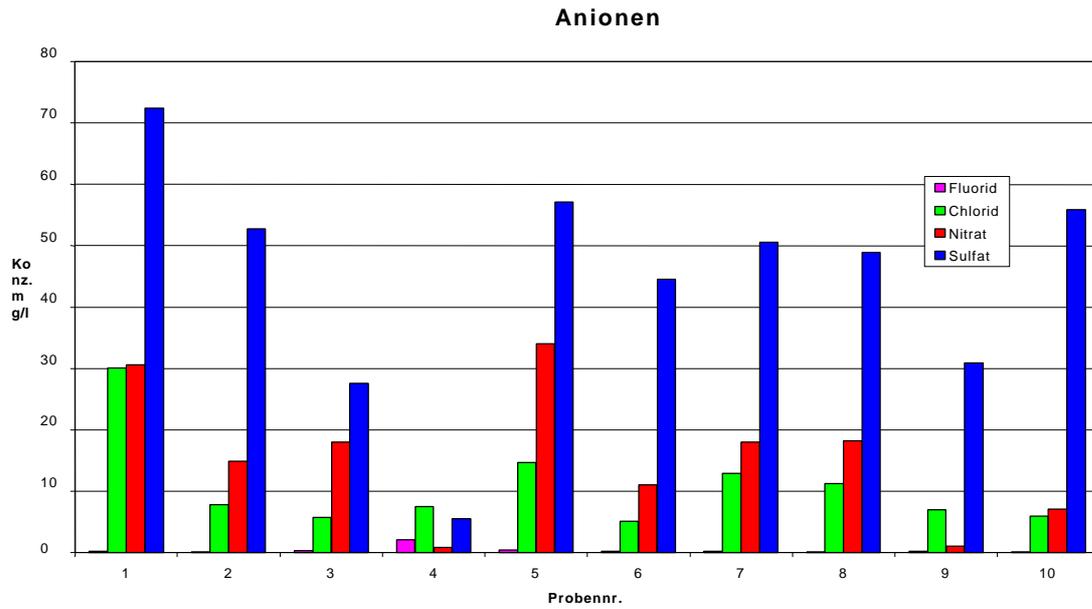
Nitrat: 50.00 nach TVO

Sulfat: 240.00 nach TVO

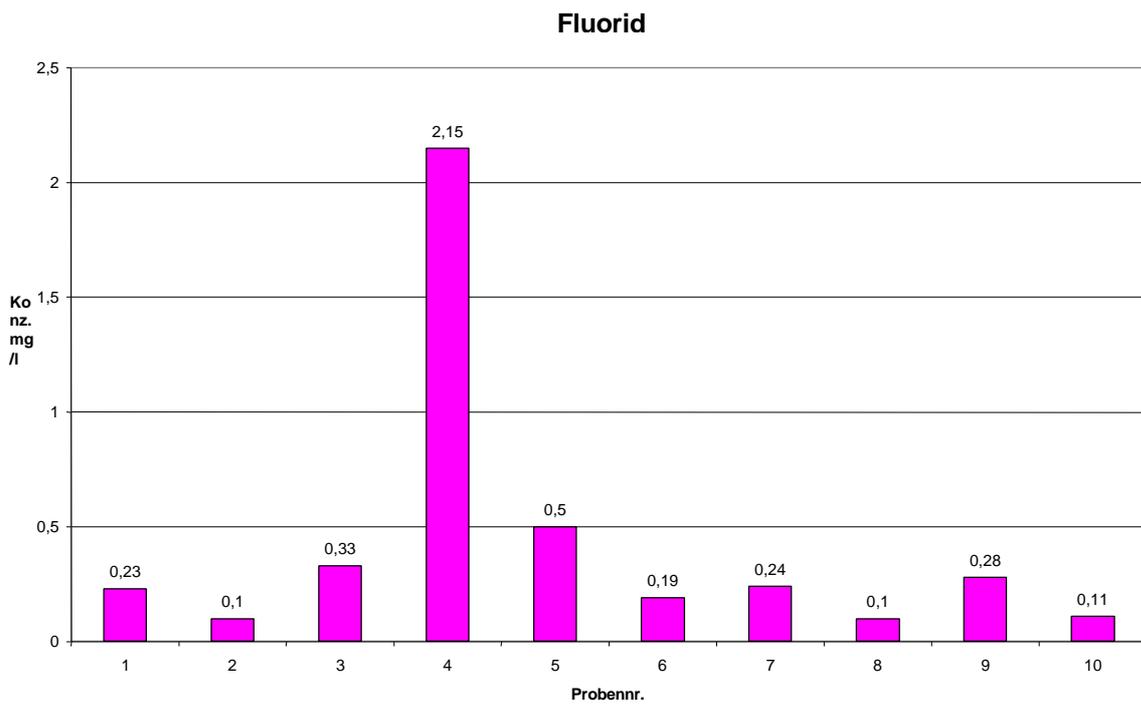
Alle Analysenwerte der Anionen liegen im unbedenklichen Bereich.

Besondere Aufmerksamkeit erfordern die Meßproben III/Pr.1 und III/Pr.5, aufgrund ihrer erhöhten Nitratgehalte. Eine erneute Überprüfung dieser Brunnen in regelmäßigen Abständen ist zu empfehlen.

Die Werte des Fluorid liegen grundsätzlich oberhalb des Grenzwertes, sollten aber keine negative Beeinträchtigung darstellen.



• Abb 57/3: Darstellung der Ergebnisse der Anionen-Bestimmung (drittes Teilgebiet).



• Abb 58/3: Darstellung des Fluorid (drittes Teilgebiet).

5.3.2 Kationenanalyse

Kationen	III/Pr. 1	III/Pr. 2	III/Pr. 3	III/Pr. 4	III/Pr. 5	III/Pr. 6	III/Pr. 7	III/Pr. 8	III/Pr. 9	III/Pr. 10
	mg/l									
Li ⁺	< 0.01	< 0.01	< 0.01		< 0.01	< 0.01		< 0.01	< 0.01	< 0.01
Na ⁺	14.7	11.7	9.6		24.9	7.3		18.7	15.6	17.5
NH ₄ ⁺	0.02	0.01	0.03		0.02	< 0.01		< 0.01	0.02	0.03
K ⁺	4.62	2.98	35.56		2.46	2.65		3.4	2.08	2.68

• Tabelle 41/3: Ergebnis der Kationen-Bestimmung (drittes Teilgebiet).

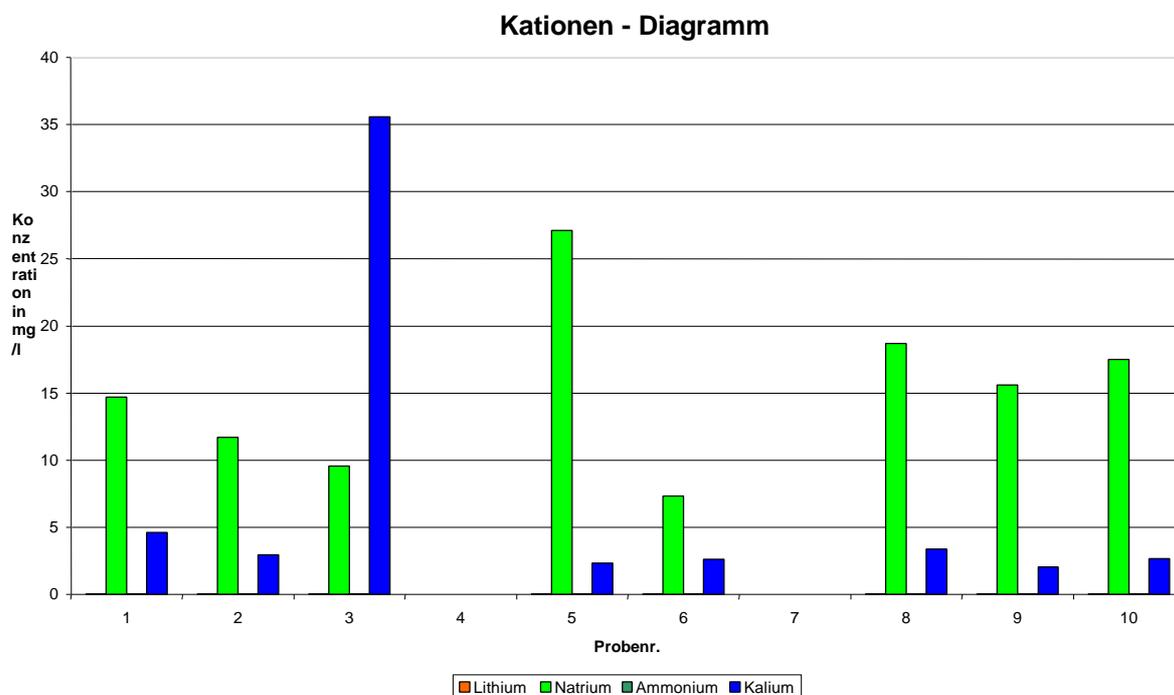
Grenzwerte in mg/l nach Trinkwasserverordnung (TVO, TrinkEG bzw. TGL 22433) :

Lithium: ---
 Natrium: 150.00
 Ammonium: 0.50
 Kalium: 12.00

Alle Analysenwerte (Li⁺, Na⁺, NH₄⁺, K⁺) liegen unterhalb der empfohlenen Grenzwerte. Die einzige Ausnahme bildet die Probe 3, bei der es sich um einen inaktiven Brunnen handelt.

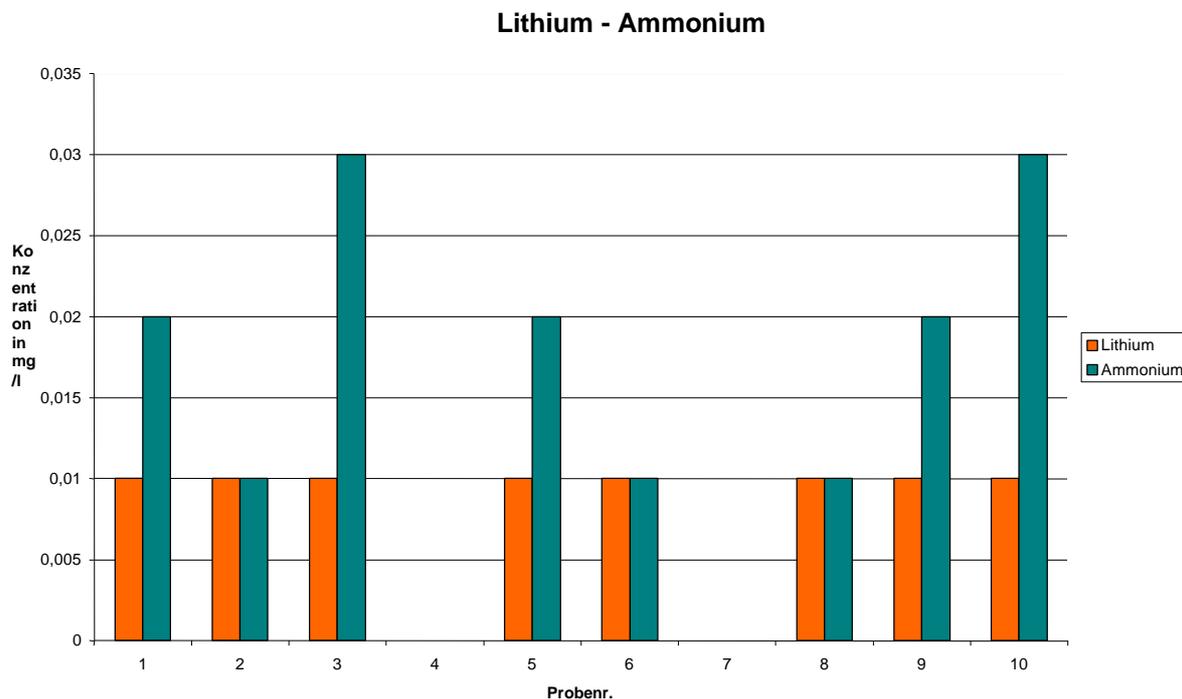
Der Kaliumgehalt bei dieser Probe überschreitet deutlich den erforderlichen Grenzwert um das Dreifache.

Eine erneute Probennahme wäre hinsichtlich des Kaliumgehaltes zu empfehlen



• Abb 59/3: Darstellung des Ergebnisses der Kationen-Bestimmung (drittes Teilgebiet).

Lithium- und Ammoniumgehalte sind aufgrund ihrer geringen Konzentration in diesem Diagramm nicht erkennbar.



- Abb 60/3: Darstellung von Lithium & Ammonium (drittes Teilgebiet).

Die Konzentrationen von Lithium und Ammonium kann man als unbedenklich ansehen. Beim Lithium sind die Gehalte stets < 0.01 mg/l und deshalb nicht genau bestimmt worden.

5.3.3 Bestimmung der Gesamthärte

Berechnung : $\text{ml} * 0.1 * 1000 / \text{Vorlage}$

Probe – Nr.	Vorlage in ml	Meßwert	Meßwert / 800	Meßwert in mmol / l
1	25.0	510	0.6375	2.55
2	25.0	440	0.55	2.20
3	25.0	154	0.1925	0.77
4	50.0	40	0.05	0.10
5	25.0	460	0.575	2.30
6	25.0	477	0.59625	2.385
7	25.0	450	0.5625	2.25
8	25.0	433	0.44125	2.165
9	25.0	316	0.395	1.58
10	25.0	459	0.57375	2.295

- Tabelle 42/3 Ergebnisse der Gesamthärte-Bestimmung (drittes Teilgebiet).

5.3.4 Calcium – Magnesium – Bestimmung

Berechnung: $\text{Mg in mmol / l} = \text{Gesamthärte} - \text{Ca in mmol / l}$

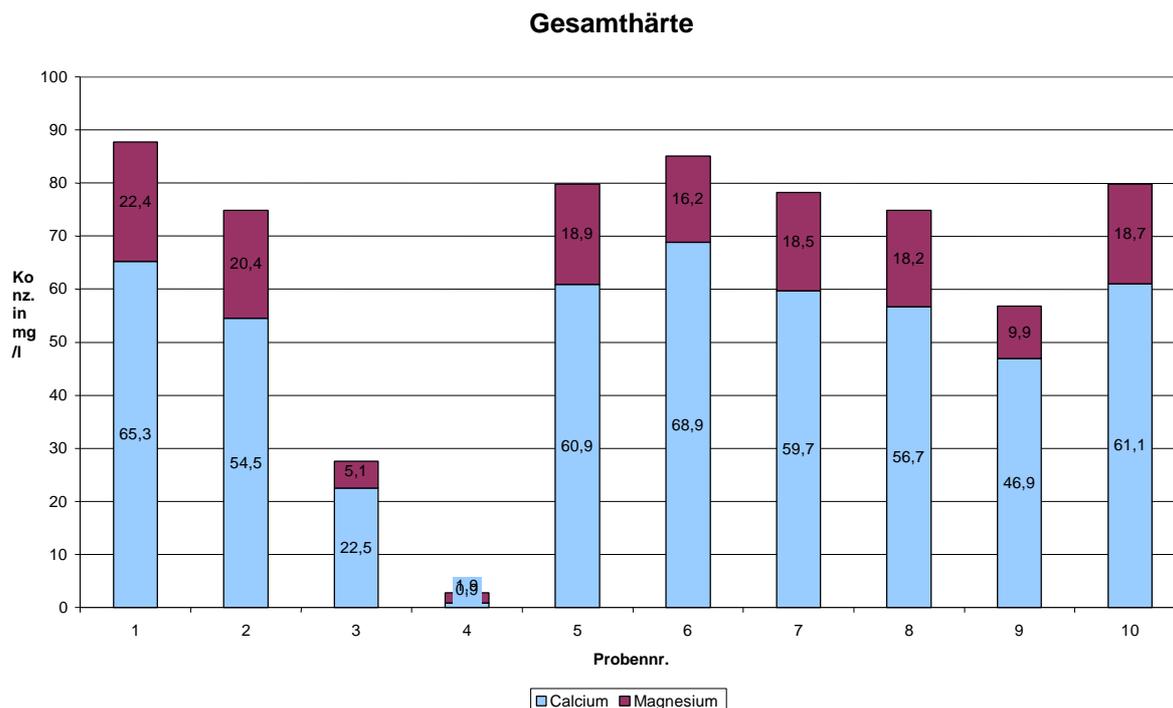
$\text{Mg in mg / l} = \text{Mg in mmol / l} * 24.312 \text{ mg / mmol}$

$$\text{Ca in mg/l} = \text{Ca in mmol/l} * 40.08 \text{ mg / mmol}$$

Probe-Nr.	Vorlage	Meßwert	Meßwert/800	Ca in mmol/l	Ca in mg/l	Mg in mmol/l	Mg in mg/l
1	25.0	326.0	0.4075	1.63	65.33	0.92	22.37
2	25.0	272.0	0.34	1.36	54.51	0.84	20.42
3	25.0	112.0	0.14	0.56	22.44	0.21	5.11
4	25.0	4.5	0.005625	0.0225	0.90	0.0775	1.88
5	25.0	304.0	0.38	1.52	60.92	0.78	18.96
6	25.0	344.0	0.43	1.72	68.94	0.665	16.17
7	23.0	274.0	0.3425	1.489	59.68	0.761	18.50
8	25.0	283.0	0.35375	1.415	56.71	0.75	18.23
9	25.0	234.0	0.2925	1.17	46.89	0.41	9.97
10	25.0	305.0	0.38125	1.525	61.12	0.77	18.72

Probe – Nr.	Ca in mmol (eq) /l	Mg in mmol (eq) /l	Gesamthärte in mmol (eq) /l	Härtestufe
III / Pr.1	3,26	1,84	5,10	ziemlich hart
III / Pr.2	2,72	1,68	4,40	s.o
III / Pr.3	1,12	0,42	1,54	weich
III / Pr.4	0,05	0,16	0,20	sehr weich
III / Pr.5	3,04	1,56	4,60	ziemlich hart
III / Pr.6	6,44	1,33	4,77	s.o
III / Pr.7	2,98	1,52	4,50	s.o
III / Pr.8	2,83	1,50	4,33	s.o
III / Pr.9	2,34	0,82	3,16	mittelhart
III / Pr.10	3,05	1,54	4,59	ziemlich hart

- Tabelle 43/3: Ergebnisse der Calcium – Magnesium – Bestimmung (drittes Teilgebiet).



• Abb 61/3: Darstellung der Gesamthärte (drittes Teilgebiet).

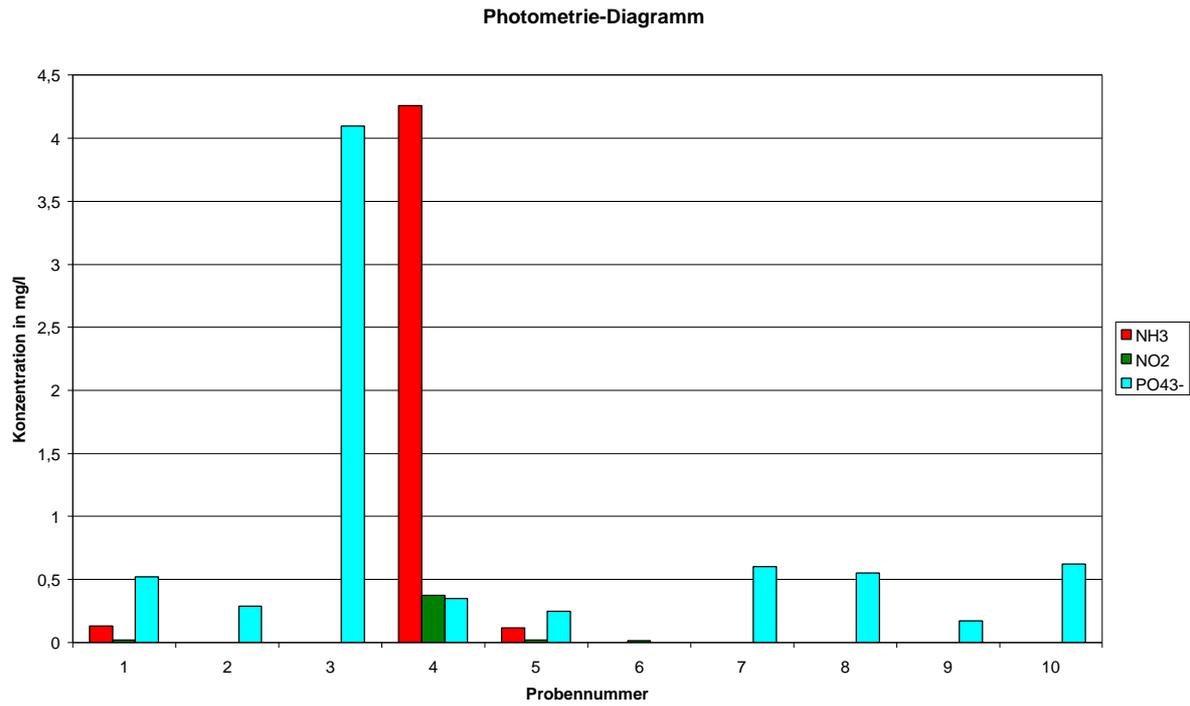
Die Gesamthärte entspricht dem Gehalt an Erdalkalien (CaO + MgO), weil deren Verbindungen schwer löslich sind und beim Erwärmen meist als Karbonate ausfallen.

Sowohl das Oberflächen- als auch das Grundwasser in unserem Meßgebiet besitzt Härtewerte zwischen 0,2 und 5,1. Es liegt somit mittelhartes bis ziemlich hartes Wasser vor. Einzige Ausnahmen bilden zwei Grundwasserproben (aus dem „ toten“ Brunnen = III/Pr. 3 und dem „Arteser“ = III / Pr. 4), wo das Wasser weich bis sehr weich ist.

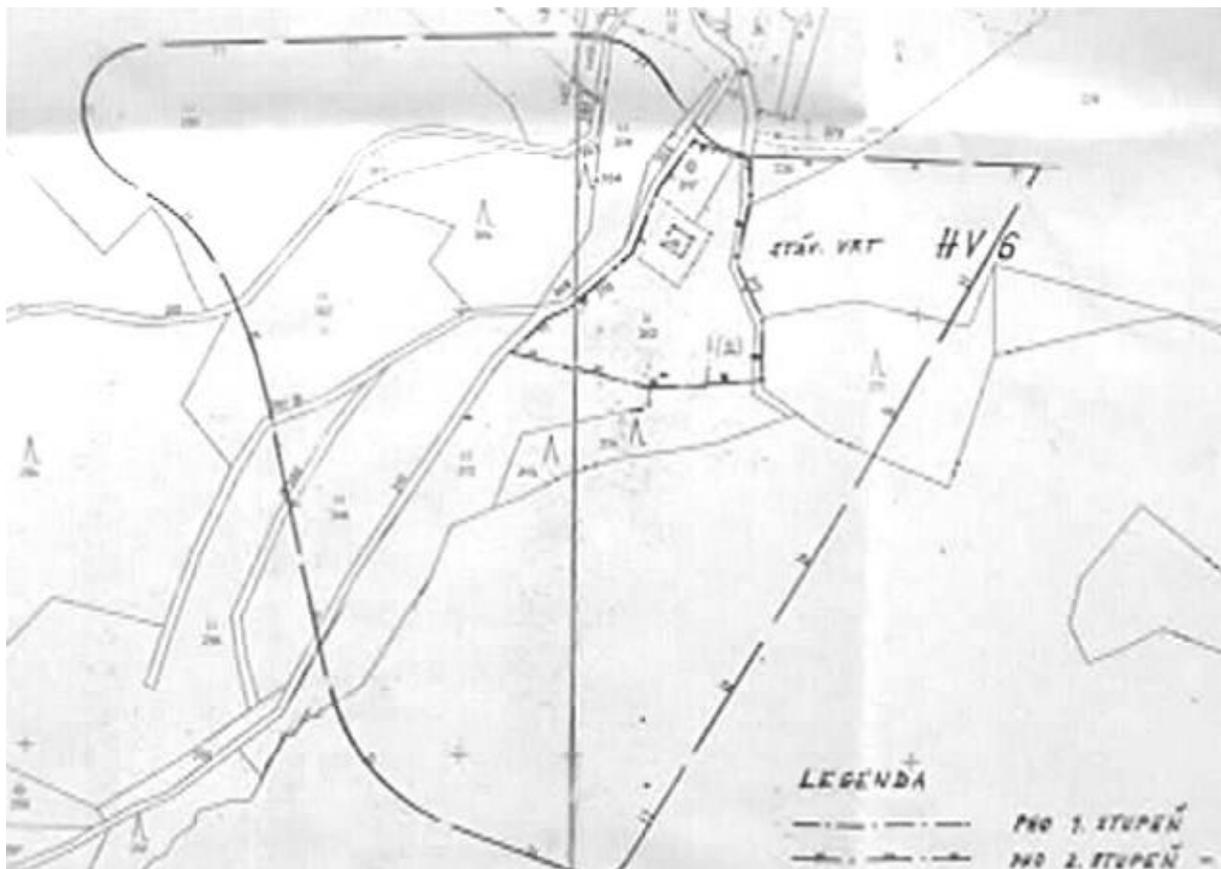
5.3.5 Bestimmung von Ammoniak, Phosphat, Nitrit

Probe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
BW	0	---	---	0	0	---	---	---	---	---	
MW	0.10	---	---	3.3	0.09	---	---	---	---	---	* 1.29
NH ₃ in [mg /l]	0.129	---	---	4.257	0.1161	---	---	---	---	---	
BW	0	---	---	0	0	0	---	---	---	---	
MW	0.006	---	---	0.114	0.006	0.004	---	---	---	---	* 3.3
NO ₂ in [mg/l]	0.0198	---	---	0.3762	0.0198	0.0132	---	---	---	---	
BW	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0	
MW	0.52	0.29	4.1	0.35	0.25	---	0.60	0.55	0.17	0.62	* 1.0
PO ₄ ³⁻ in [mg/l]	0.52	0.29	4.1	0.35	0.25	---	0.60	0.55	0.17	0.62	

• Tabelle 44/3: Ergebnisse der Ammoniak, Phosphat, Nitrit Bestimmung (drittes Teilgebiet).
 BW: Blindwert MW: Meßwert



- Abb 62/3: Darstellender Ergebnisse der Ammoniak, Phosphat, Nitrit Bestimmung (drittes Teilgebiet).



- Abb 63/3 Bereits nach tschechischem Recht existierende Trinkwasserschutzonen des HV6.

5.4 Durchflußmessung

5.4.1 Mittels Gefäßmessung

5.4.1.1 Meßgebiet 2

- als direkte Meßmethode bei kleineren Wassermengen (< 5 l/s)
- registriert wird die Wassermenge pro Zeiteinheit mittels skalierten Meßeimer und Stoppuhr hier:
- Durchflußmessung im kleinen Rinnsal an der Quellfassung (III/12)
- ausgelitert wurde mit 10 l Gefäß

Anzahl der Messung	Meßwert	Zeit in sec	Mittelwert der Zeit in sec
1	1 min 16 sec 14	76.14	74.3775
2	1 min 11 sec 42	71.42	
3	1 min 10 sec 54	70.54	
4	1 min 19 sec 41	79.41	

- Tabelle 45/3: Ergebnisse der Durchflußmessung mittels Gefäß Meßgebiet 2 (drittes Teilgebiet).

Durchflußberechnung

$$Q = 1.344 * 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0.13444 \text{ l/s}$$



- Abb 64/3: Quellfassung (III/12).

5.4.1.2 im Meßgebiet 3

- als direkte Meßmethode bei kleiner Wassermenge (< 5 l/s)
- registriert wurde die Wassermenge pro Zeiteinheit mittels skalierten Meßeimer und Stoppuhr
- hier: Durchflußmessung im kleinen Rinnsal an der Austrittsstelle am Feuerlöschteich in Touchoriny
- ausgelitert wurde mit 1 l Gefäß

Anzahl der Messung	Meßwert	Zeit in sec	Mittelwert der Zeit in sec
1	0 min 3 sec 32	3.32	3.4615
2	0 min 3 sec 56	3.56	
3	0 min 3 sec 41	3.41	
4	0 min 3 sec 78	3.78	
5	0 min 4 sec 18	4.18	
6	0 min 3 sec 23	3.23	
7	0 min 3 sec 25	3.25	
8	0 min 3 sec 45	3.45	
9	0 min 3 sec 03	3.03	
10	0 min 3 sec 13	3.13	
11	0 min 3 sec 27	3.27	
12	0 min 4 sec 22	4.22	
13	0 min 3 sec 34	3.34	
14	0 min 3 sec 57	3.57	
15	0 min 3 sec 42	3.42	
16	0 min 4 sec 27	4.27	
17	0 min 3 sec 30	3.30	
18	0 min 2 sec 89	2.89	
19	0 min 2 sec 67	2.67	
20	0 min 3 sec 94	3.94	

- Tabelle 46/3: Ergebnisse der Durchflußmessung mittels Gefäß Meßgebiet 2 (drittes Teilgebiet).

Durchflußberechnung:

$$Q = 2.81 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0.288 \text{ l/s}$$

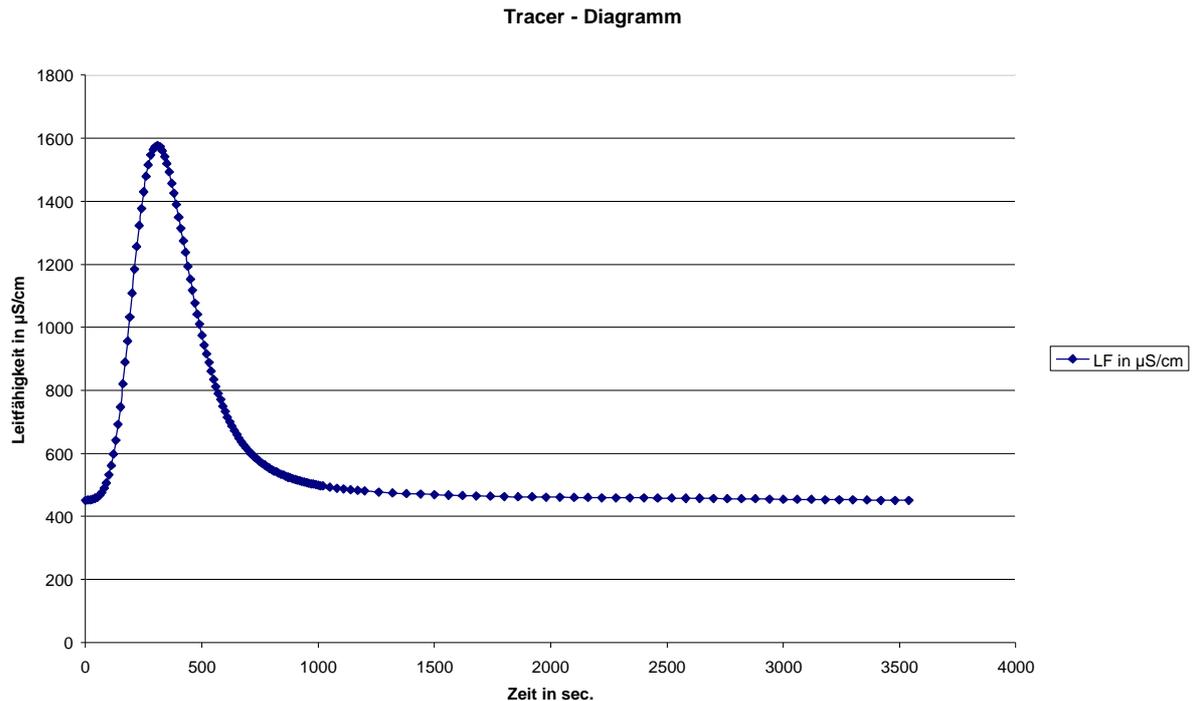
5.4.2

Mittels Tracerversuch

Zeit in sec.	LF in $\mu\text{S}/\text{cm}$	Zeit in sec.	LF in $\mu\text{S}/\text{cm}$	Zeit in sec.	LF in $\mu\text{S}/\text{cm}$
0	451,0	550	835,0	1320	474,7
10	451,9	560	811,8	1380	472,5
20	452,8	570	790,3	1440	470,7
30	454,6	580	770,6	1500	468,9
40	457,3	590	749,6	1560	467,6
50	460,8	600	733,9	1620	466,7
60	467,6	610	714,8	1680	465,3
70	476,5	620	700,0	1740	464,4
80	489,0	630	686,6	1800	463,5
90	506,4	640	670,5	1860	462,2
100	531,9	650	660,2	1920	461,8
110	561,4	660	647,3	1980	461,3
120	598,1	670	637,0	2040	460,9
130	641,0	680	627,1	2100	460,4
140	691,5	690	617,8	2160	459,9
150	747,4	700	609,3	2220	459,5
160	820,2	710	600,3	2280	459,1
170	889,1	720	593,2	2340	458,8
180	956,6	730	586,5	2400	458,6
190	1032,6	740	580,2	2460	458,2
200	1108,6	750	573,9	2520	458,2

210	1184,6	760	567,7	2580	457,8
220	1256,1	770	562,8	2640	457,3
230	1323,1	780	557,9	2700	456,8
240	1376,8	790	552,9	2760	456,4
250	1430,4	800	548,5	2820	455,9
260	1479,6	810	544,0	2880	455,5
270	1515,3	820	540,9	2940	455,0
280	1546,6	830	537,3	3000	454,6
290	1564,5	840	534,2	3060	454,2
300	1573,4	850	531,0	3120	453,7
310	1577,9	860	527,9	3180	453,3
320	1573,4	870	524,8	3240	452,8
330	1560,0	880	522,5	3300	452,4
340	1542,2	890	519,9	3360	451,9
350	1519,8	900	517,6	3420	451,5
360	1493,9	910	515,4	3480	451,0
370	1457,2	920	513,1	3540	451,0
380	1425,9	930	511,4		
390	1390,2	940	509,1		
400	1349,9	950	506,9		
410	1314,2	960	505,5		
420	1273,9	970	503,8		
430	1238,2	980	502,4		
440	1193,5	990	500,6		
450	1153,2	1000	499,3		
460	1117,5	1010	497,9		
470	1077,3	1020	496,6		
480	1041,5	1050	493,0		
490	1010,2	1080	489,9		
500	974,5	1110	487,2		
510	943,2	1140	484,5		
520	916,4	1170	482,7		
530	888,6	1200	481,0		
540	861,4	1260	477,4		

• Tabelle 47/3: Meßreihe des Tracerversuches (drittes Teilgebiet).



- Abb 65/3: Darstellung der Meßreihe des Verdünnungsversuches (drittes Teilgebiet).

Gemessene Parameter:

- 1 l NaCl – Lösung = V
- LF des Tracers: 183.0 mS/ cm
- LF des Baches: 451.0 µS/ cm

Wetter – Verhältnisse: heiter – bewölkt, ca.20°C

Beginn der Messung: t = 840 sec. (Tracerankunft am Registrierpunkt)

Fließgeschwindigkeitsberechnung:

$$v = \frac{s}{t}$$

$$t = t_{50\%} - t_0 \quad t_{50\%} = 1200 \text{ sec.} = t$$

$$v = 100 \text{ m} / 1200 \text{ sec.}$$

$$= \underline{\underline{0.0833 \text{ m/sec.}}}$$

Durchflußberechnung

$$Q = \frac{V * C_1}{\left[\sum C_2(t_i) - C_0 \right] * \Delta t}$$

$$C_1 = 100000 \text{ mg/l}$$

Summe der Konzentrationen bei $\Delta t = 10 \text{ sec}$: 613112,058 mg/l

Summe der Konzentrationen bei $\Delta t = 30 \text{ sec}$: 7165,393 mg/l

Summe der Konzentrationen bei $\Delta t = 60 \text{ sec}$: 22784,522 mg/l

643061,97 mg/l

$$Q = 11 * 100000 \text{ (mg/l)} / 643061,97 \text{ (mg/l)}$$

$$\underline{\underline{Q = 0,15 \text{ l/s}}}$$

5.5 Modellierung der Hochwasserbilanz

5.5.1 Meßgebiet 1

5.5.1.1 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 1a

```

°          STARKREGEN-BEMESSUNGSABFLUSSPROGRAMM   H Q B E M E S S          °
°                                                                 °
° Das Modell HQBEMESS dient der Berechnung des Starkregenabflusses für °
° einen Pegel eines Einzugsgebietes. Das Programm baut inhaltlich auf °
° dem Bemessungsganglinienverfahren auf. °
°                                                                 °
°                                                                 °
°          Computing by V. Dunger (1995, up-date 06/1998) °
°                                                                 °

```

E I N G A B E W E R T E :

```

Gebietsbezeichnung ..... : Messgebiet 1
Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\997.inp

Regendauer t ..... : unbekannt
Wiederkehrintervall des Regens ..... : 1.00 a
Regenmenge P ..... : unbekannt
Basisregen P 15/1 ..... : unbekannt
Basisregenspende ..... : 130.00 l/s ha

Hydrographisch-morphologische Einzugsgebietscharakteristik:
* Einzugsgebietsfl.,che ..... : 121.00 ha
* mittleres Gel.,ndegefl.,lle im Einzugsgebiet ..... : 25.75 %
* l.,ngster Flie.,weg Wasserscheide-Bemessungsstelle ... : 2.25 km
* Gesamt.,nge aller Vorfluter im Einzugsgebiet ..... : 1.65 km
* Basisabflu., am Bemessungspegel ..... : unbekannt

Art der Abflu.,konzentration: überwiegend fl.,chenhaft

Vorherrschender Bodentyp im Einzugsgebiet ..... : Bodentyp 3

Bodennutzungsanteile im Einzugsgebiet:
* W.,dland (ohne nennenswerten Bewuchs) ..... : 0.00 %
* Hackfr.,chte, Wein ..... : 0.00 %
* Wein (Terrassen) ..... : 0.00 %
* Getreide, Futterpflanzen ..... : 0.00 %
* Weide (fett) ..... : 0.00 %
* Weide (normal) ..... : 0.00 %
* Weide (karg) ..... : 0.00 %
* Dauerwiese ..... : 38.00 %
* Haine, Obstanlagen ..... : 0.00 %
* Wald (stark aufgelockert) ..... : 0.00 %
* Wald (mitteldicht) ..... : 42.00 %
* Wald (dicht) ..... : 20.00 %
* Wald (sehr dicht) ..... : 0.00 %
* Wirtschaftsh.,fe ..... : 0.00 %
* Feldwege (befestigt) ..... : 0.00 %
* versiegelte Fl.,chen (H.,user, Stra.,., Pl.,tze) ..... : 0.00 %

```

```

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\997.erg
Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\997.iso

```

L ., S U N G S W E G U N D E R G E B N I S S E :

Hinweis: Es wird lediglich die im Ergebnis der Iteration gefundene L.,sung für die optimale Regendauer (entspricht der maximalen Abflu.,menge) dargestellt!

1. NIEDERSCHLAGSGANGLINIE:

- * Regenspende für einen j_hhrlichen 15-minütigen Regen:
 - Basisregenspende PS(15,1): PS = 130.0 l/(s ha)
- * Daraus ergibt sich durch die Anwendung der REINHOLD-Formel (in /1/):
 - eine maßgebende Regenmenge von: P = 15.9 mm
 - für eine maßgebende Regendauer von: PD = 50.1 min
 - für das Wiederkehrsintervall von: T = 1.0 a
- * Abminderung der Bemessungsregen^{höhe} für Einzugsgebiete > 30 km² (aus /2/):
 - Abminderungsfaktor: Beta = 1.0
 - resultierende Regenmenge: P = 15.9 mm
- * Anzahl der Regenintervalle (i = 1 ... n): n = 50.0
- * Regenintensität: PI = 19.0 mm/h
- * r_{umliche} Variabilität: im Einzugsgebiet als konstant angenommen
- * zeitliche Variabilität: w_{ährend} der Regendauer als konstant angenommen

2. OBERFLÄCHENABFLUSSWIRKSAMER NIEDERSCHLAG (EFFEKTIVNIEDERSCHLAG):

Anwendung des SCS-Verfahrens aus Gebietskenngrößen unter Berücksichtigung der pedologischen Eigenschaften der Oberfläche, Bewuchs und Vorfeuchte (/3/ bis /5/):

- * CN-Faktor (curve number): CN = 87.1
- * Oberflächenabfluß (Effektivniederschlag): RO = 3.8 mm
- * daraus resultierender Abflußbeiwert RO/P: RO/P = 23.9 %

3. NIEDERSCHLAG-ABFLUSS-TRANSFORMATION:

- * Methodik: Anwendung des Faltungintegrals (s. u.a. /5/ bis /7/) unter Verwendung eines Parallelkaskadenmodells
- * Berechnung notwendiger Größen für die Impulsantwortfunktion u(T,t_j):
 - berechnete Flußdichte nach /2/: DF = 1.4 /km
 - berechneter hydrographischer Faktor aus /8/: HF = 4434.0 m
 - Speicherkonstanten für das Parallelkaskadenmodell nach /2/:
 - K1 = 37.8 min
 - K2 = 98.7 min
 - DELTA = 0.91

* Gleichung der Impulsantwortfunktion:

$$u(T,t_j) = \frac{AE}{3.6} \left[\frac{\Delta}{K_1} \left(\frac{t_j}{K_1} \right) e^{-t_j/K_1} + (1-\Delta)/K_2 \left(\frac{t_j}{K_2} \right) e^{-t_j/K_2} \right]$$

* Die Anwendung der Faltungsgleichung liefert die Ordinatenwerte der Oberflächenabflußganglinie QD(t):

$$QD(t_j) = T * \left[\sum_{i=1}^n IPEFF * u(T,t_j - (j-1) * T) \right] \quad \text{in l/s}$$

4. GESAMTABFLUSSGANGLINIE Q(t):

Die Gesamtabflußganglinie Q(t) ergibt sich für jeden Zeitschritt t_j aus der Superposition von Direkt- und Basisabfluß:

$$Q(t_j) = QD(t_j) + QB(t_j)$$

mit QB(t_j) = const. = 26.62 l/s (aus /3/)

5. ZUSAMMENFASSUNG

Für das Wiederkehrsintervall ergeben sich aus der Abflußganglinie folgende wesentliche Parameter:

- * Abflußmaximum: QMAX = 675.58 l/s
- * Anstiegszeit: TA = 68.00 min
- * Abflußsumme: QSUM = 4.58 Tausend m³

5.5.1.2 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrsintervall von 2a

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : Messgebiet 1
 Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\996.inp
 (Dateneingabe im Dialogbetrieb)

Wiederkehrsintervall des Regens : 2.00 a

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\996.erg
 Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\996.iso

S I M U L A T I O N S E R G E B N I S S E :

Für das Wiederkehrsintervall ergeben sich aus der Abfluáanglinie folgende wesentliche Parameter:

* Abfluámaximum: QMAX = 1094.01 l/s
 * Anstiegszeit: TA = 68.00 min
 * Abfluásumme: QSUM = 7.53 Tausend m³

5.5.1.3 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrsintervall von 5a

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : Messgebiet 1
 Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\995.inp

Wiederkehrsintervall des Regens : 5.00 a

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\995.erg
 Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\995.iso

S I M U L A T I O N S E R G E B N I S S E :

Für das Wiederkehrsintervall ergeben sich aus der Abfluáanglinie folgende wesentliche Parameter:

* Abfluámaximum: QMAX = 1895.93 l/s
 * Anstiegszeit: TA = 68.00 min
 * Abfluásumme: QSUM = 13.18 Tausend m³

5.5.1.4 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrsintervall von 10a

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : Messgebiet 1
 Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\994.inp

Wiederkehrsintervall des Regens : 10.00 a

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\994.erg
 Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\994.iso

S I M U L A T I O N S E R G E B N I S S E :

Für das Wiederkehrsintervall ergeben sich aus der Abfluáanglinie folgende wesentliche Parameter:

* Abfluámaximum: QMAX = 2736.59 l/s
 * Anstiegszeit: TA = 68.00 min
 * Abfluásumme: QSUM = 19.11 Tausend m³

5.5.1.5 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 20a

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : Messgebiet 1
Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\993.inp

Wiederkehrintervall des Regens : 20.00 a

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\993.erg
Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\993.iso

S I M U L A T I O N S E R G E B N I S S E :

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abfluáganglinie folgende wesentliche Parameter:

* Abfluámaximum: QMAX = 3824.43 l/s
* Anstiegszeit: TA = 68.00 min
* Abfluásumme: QSUM = 26.78 Tausend m³

5.5.1.6 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 50a

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : Messgebiet 1
Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\992.inp

Wiederkehrintervall des Regens : 50.00 a

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\992.erg
Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\992.iso

S I M U L A T I O N S E R G E B N I S S E :

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abfluáganglinie folgende wesentliche Parameter:

* Abfluámaximum: QMAX = 5723.81 l/s
* Anstiegszeit: TA = 68.00 min
* Abfluásumme: QSUM = 40.17 Tausend m³

5.5.1.7 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 100a

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : Messgebiet 1
Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\991.inp

Wiederkehrintervall des Regens : 100.00 a

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\991.erg
Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\991.iso

S I M U L A T I O N S E R G E B N I S S E :

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abfluáganglinie folgende wesentliche Parameter:

* Abfluámaximum: QMAX = 7581.97 l/s
* Anstiegszeit: TA = 68.00 min
* Abfluásumme: QSUM = 53.27 Tausend m³

5.5.2 Meßgebiet 2

5.5.2.1 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 1a

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : Messgebiet 2
 Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\990.inp
 (Dateneingabe im Dialogbetrieb)

Regendauer t : unbekannt
 Wiederkehrintervall des Regens : 1.00 a
 Regenmenge P : unbekannt
 Basisregen P 15/1 : unbekannt
 Basisregenspende : 130.00 l/s ha

Hydrographisch-morphologische Einzugsgebietscharakteristik:

* Einzugsgebietsfl.,che : 195.00 ha
 * mittleres Gel.,nndegef.,lle im Einzugsgebiet : 17.45 %
 * l.,ngster Flieáweg Wasserscheide-Bemessungsstelle ... : 3.60 km
 * Gesamtl.,nge aller Vorfluter im Einzugsgebiet : 2.40 km
 * Basisabfluá am Bemessungspegel : unbekannt

Art der Abfluákonzentration: überwiegend fl.,chenhaft

Vorherrschender Bodentyp im Einzugsgebiet : Bodentyp 3

Bodennutzungsanteile im Einzugsgebiet:

* W.,dland (ohne nennenswerten Bewuchs) : 0.00 %
 * Hackfrüchte, Wein : 0.00 %
 * Wein (Terrassen) : 0.00 %
 * Getreide, Futterpflanzen : 0.00 %
 * Weide (fett) : 0.00 %
 * Weide (normal) : 0.00 %
 * Weide (karg) : 0.00 %
 * Dauerwiese : 55.00 %
 * Haine, Obstanlagen : 7.00 %
 * Wald (stark aufgelockert) : 0.00 %
 * Wald (mitteldicht) : 30.00 %
 * Wald (dicht) : 7.00 %
 * Wald (sehr dicht) : 0.00 %
 * Wirtschaftsh.,fe : 0.00 %
 * Feldwege (befestigt) : 0.00 %
 * versiegelte Fl.,chen (H.,user, Straáen, Pl.,tze) : 1.00 %

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\990.erg

Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\990.iso

5. ZUSAMMENFASSUNG

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abfluáganglinie folgende wesentliche Parameter:

* Abfluámaximum: QMAX = 795.06 l/s
 * Anstiegszeit: TA = 109.00 min
 * Abfluásumme: QSUM = 9.16 Tausend m³

5.5.2.2 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 2a

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : Messgebiet 2
 Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\989.inp

Wiederkehrintervall des Regens : 2.00 a

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\989.erg
 Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\989.iso

S I M U L A T I O N S E R G E B N I S S E :

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abfluáganglinie folgende wesentliche Parameter:

* Abfluámaximum: QMAX = 1255.17 l/s
 * Anstiegszeit: TA = 109.00 min
 * Abfluásumme: QSUM = 14.76 Tausend m³

5.5.2.3 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 5a

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : Messgebiet 2
 Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\988.inp

Wiederkehrintervall des Regens : 5.00 a

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\988.erg
 Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\988.iso

S I M U L A T I O N S E R G E B N I S S E :

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abfluáganglinie folgende wesentliche Parameter:

* Abfluámaximum: QMAX = 2120.27 l/s
 * Anstiegszeit: TA = 109.00 min
 * Abfluásumme: QSUM = 25.29 Tausend m³

5.5.2.4 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 10a

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : Messgebiet 2
 Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\987.inp

Wiederkehrintervall des Regens : 10.00 a

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\987.erg
 Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\987.iso

S I M U L A T I O N S E R G E B N I S S E :

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abfluáganglinie folgende wesentliche Parameter:

* Abfluámaximum: QMAX = 3012.89 l/s
 * Anstiegszeit: TA = 109.00 min
 * Abfluásumme: QSUM = 36.15 Tausend m³

5.5.2.5 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 20a

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : Messgebiet 2
 Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\986.inp

Wiederkehrintervall des Regens : 20.00 a

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\986.erg
 Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\986.iso

S I M U L A T I O N S E R G E B N I S S E :

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abfluáanglinie folgende wesentliche Parameter:

* Abfluámaximum: QMAX = 4154.31 l/s
 * Anstiegszeit: TA = 109.00 min
 * Abfluásumme: QSUM = 50.05 Tausend m³

5.5.2.6 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 50a

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : Messgebiet 2
 Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\985.inp

Wiederkehrintervall des Regens : 50.00 a

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\985.erg
 Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\985.iso

S I M U L A T I O N S E R G E B N I S S E :

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abfluáanglinie folgende wesentliche Parameter:

* Abfluámaximum: QMAX = 6123.79 l/s
 * Anstiegszeit: TA = 109.00 min
 * Abfluásumme: QSUM = 74.02 Tausend m³

5.5.2.7 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 100a

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : Messgebiet 2
 Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\984.inp

Wiederkehrintervall des Regens : 100.00 a

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\984.erg
 Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\984.iso

S I M U L A T I O N S E R G E B N I S S E :

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abfluáanglinie folgende wesentliche Parameter:

* Abfluámaximum: QMAX = 8032.08 l/s
 * Anstiegszeit: TA = 109.00 min
 * Abfluásumme: QSUM = 97.25 Tausend m³

5.5.3 Meßgebiet 3

5.5.3.1 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrsintervall von 1a

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : Messgebiet 3
 Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\983.inp
 (Dateneingabe im Dialogbetrieb)

Regendauer t : unbekannt
 Wiederkehrsintervall des Regens : 1.00 a
 Regenmenge P : unbekannt
 Basisregen P 15/1 : unbekannt
 Basisregenspende : 130.00 l/s ha

Hydrographisch-morphologische Einzugsgebietscharakteristik:

* Einzugsgebietsfl.,che : 206.00 ha
 * mittleres Gel.,ndegel.,lle im Einzugsgebiet : 14.31 %
 * l.,ngster Flieáweg Wasserscheide-Bemessungsstelle ... : 4.10 km
 * Gesamt.,nge aller Vorfluter im Einzugsgebiet : 2.88 km
 * Basisabfluá am Bemessungspegel : unbekannt

Art der Abfluákonzentration: überwiegend fl.,chenhaft

Vorherrschender Bodentyp im Einzugsgebiet : Bodentyp 4

Bodennutzungsanteile im Einzugsgebiet:

* W.,dland (ohne nennenswerten Bewuchs) : 0.00 %
 * Hackfrüchte, Wein : 0.00 %
 * Wein (Terrassen) : 0.00 %
 * Getreide, Futterpflanzen : 0.00 %
 * Weide (fett) : 0.00 %
 * Weide (normal) : 0.00 %
 * Weide (karg) : 0.00 %
 * Dauerwiese : 77.00 %
 * Haine, Obstanlagen : 1.00 %
 * Wald (stark aufgelockert) : 0.00 %
 * Wald (mitteldicht) : 21.00 %
 * Wald (dicht) : 0.00 %
 * Wald (sehr dicht) : 0.00 %
 * Wirtschaftsh.,fe : 0.00 %
 * Feldwege (befestigt) : 0.00 %
 * versiegelte Fl.,chen (H.,user, Straáen, Pl.,tze) : 1.00 %

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\983.erg

Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\983.iso

S I M U L A T I O N S E R G E B N I S :

Für das Wiederkehrsintervall ergeben sich aus der Abfluáganglinie folgende wesentliche Parameter:

* Abfluámaximum: QMAX = 528.21 l/s
 * Anstiegszeit: TA = 162.00 min
 * Abfluásumme: QSUM = 10.43 Tausend m³

5.5.3.2 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrsintervall von 2a

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : Messgebiet 3
 Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\982.inp

Wiederkehrsintervall des Regens : 2.00 a

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\982.erg
 Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\982.iso

S I M U L A T I O N S E R G E B N I S S E :

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abfluáanglinie folgende wesentliche Parameter:

* Abfluámaximum: QMAX = 817.43 l/s
 * Anstiegszeit: TA = 162.00 min
 * Abfluásumme: QSUM = 16.68 Tausend m³

5.5.3.3 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 5a

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : Messgebiet 3
 Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\981.inp

Wiederkehrintervall des Regens : 5.00 a

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\981.erg
 Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\981.iso

S I M U L A T I O N S E R G E B N I S S E :

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abfluáanglinie folgende wesentliche Parameter:

* Abfluámaximum: QMAX = 1357.07 l/s
 * Anstiegszeit: TA = 162.00 min
 * Abfluásumme: QSUM = 28.33 Tausend m³

5.5.3.4 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 10a

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : Messgebiet 3
 Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\980.inp

Wiederkehrintervall des Regens : 10.00 a

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\980.erg
 Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\980.iso

S I M U L A T I O N S E R G E B N I S S E :

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abfluáanglinie folgende wesentliche Parameter:

* Abfluámaximum: QMAX = 1910.39 l/s
 * Anstiegszeit: TA = 162.00 min
 * Abfluásumme: QSUM = 40.29 Tausend m³

5.5.3.5 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 20a

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : Messgebiet 3
 Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\979.inp

Wiederkehrintervall des Regens : 20.00 a

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\979.erg
 Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\979.iso

S I M U L A T I O N S E R G E B N I S S E :

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abfluáganglinie folgende wesentliche Parameter:

* Abfluámaximum: QMAX = 2614.63 l/s
 * Anstiegszeit: TA = 162.00 min
 * Abfluásumme: QSUM = 55.50 Tausend m³

5.5.3.6 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 50a

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : Messgebiet 3
 Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\978.inp

Wiederkehrintervall des Regens : 50.00 a

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\978.erg
 Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\978.iso

S I M U L A T I O N S E R G E B N I S S E :

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abfluáganglinie folgende wesentliche Parameter:

* Abfluámaximum: QMAX = 3824.27 l/s
 * Anstiegszeit: TA = 162.00 min
 * Abfluásumme: QSUM = 81.63 Tausend m³

5.5.3.7 Modellierung der Hochwasserwelle mit einem Wiederkehrintervall von 100a

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : Messgebiet 3
 Dateiname für die Eingabedaten: c:\hqbemess\eingadat\977.inp

Wiederkehrintervall des Regens : 100.00 a

Name des Ergebnisfiles: c:\hqbemess\ergebnis\977.erg
 Name des Isochronenfiles: c:\hqbemess\isochron\977.iso

S I M U L A T I O N S E R G E B N I S S E :

Für das Wiederkehrintervall ergeben sich aus der Abfluáganglinie folgende wesentliche Parameter:

* Abfluámaximum: QMAX = 4992.04 l/s
 * Anstiegszeit: TA = 162.00 min
 * Abfluásumme: QSUM = 106.85 Tausend m³

5.6 Bodenuntersuchungen

5.6.1 Karbonatgehalt

Insgesamt wurden 4 Bodenproben in unserem Bearbeitungsgebiet entnommen.

Jeweils eine Bodenprobe wurde aus unserem Einzugsgebiet I und III genommen:

Probe I : HW - 979.200 RW - 748.900 NN - 292 m

Probe III : HW - 981.070 RW - 748.140 NN - 394 m

Weiterhin wurden im Meßgebiet II 2 Bodenproben analysiert:

Probe II: HW - 979.670 RW - 748.590 NN - 322 m

Probe IV: HW - 980.670 RW - 748.860 NN - 400 m

Probe – Nr.	Einwaage in g	Trockengewicht in g
I	2.503	2.378
II	3.970	---
III	2.982	2.672
IV (HV 6)	3.747	---



• Abb 66/3: Brunnen- und Aufbereitungshaus des Brunnens HV6.

Die Auswertung der Boden - Meßergebnisse ergab hinsichtlich des Karbonatgehaltes folgende Aussagen:

Trotz zum Teil 10 – facher Konzentration der untersuchten Bodenmenge ergab sich in keiner der 4 Bodenproben ein Hinweis auf Karbonat.

Der Karbonatgehalt der beprobten Böden lag jeweils unter dem bestimmbaren Minimum von 5 mg/ l.

5.6.2 Bodenluft

5.6.2.1 Einzugsgebiet 2

Erstmessung im Einzugsgebiet 2

Kernlänge: 1.00 m

Kernverlust: 0.20 m

	Schicht – Nr.	Mächtigkeit in m	Beschreibung
Hangendes	1. Schicht	0.20	mittelbraun, erdfeucht, tonig – lehmig, * kein Karbonatgehalt, 0 – 5 cm Durchwurzelung >>> Bodenhorizont
Liegendes	2. Schicht	0.60	Hell – ockerbraun, erdfeucht, tonig – lehmig, * kein Karbonatgehalt, Gesteinsbruchstücke vorhanden >>> Bodenhorizont

Karbonatgehalt getestet mit Salzsäure

Gas	Methan - CH ₄	Kohlendioxid - CO ₂	Sauerstoff - O ₂	Druck in mbar
Meßwerte	0.3 %	10.8 %	2.8 %	979

Zweitmessung im Einzugsgebiet 2

Die Zweitmessung befindet sich ca. 0.6 m neben der Erstmessung da die vorher ermittelten Werte als zu hoch eingeschätzt wurden.

Gas	Methan – CH ₄	Kohlendioxid – CO ₂	Sauerstoff – O ₂	Druck in mbar
Meßwerte	0.3 %	4.2 %	13.6 %	975

- Tabelle 48/3: Ergebnisse der Bodenluftmessung im Einzugsgebiet 2 (drittes Teilgebiet).

5.6.2.2 Erstmessung im Einzugsgebiet 1

Kernlänge: 1.00 m

Kernverlust: 0.70 m (Humushorizont zu locker)

Kurzbeschreibung der Schicht: hell – ockerfarben, sehr feucht, tonig – lehmig,
kein Karbonatgehalt (getestet mit HCl)

Gas	Methan – CH ₄	Kohlendioxid – CO ₂	Sauerstoff – O ₂	Druck in mbar
Meßwerte	0.5 %	0.8 %	19.6 %	977

- Tabelle 49/3: Ergebnisse der Bodenluftmessung im Einzugsgebiet 1 (drittes Teilgebiet).

5.7 Infiltrationsversuch

Während des Versuches wurden die Böden des Waldes und der Wiese hinsichtlich ihres Infiltrationsvermögens untersucht.

Untersuchungsergebnisse des Wiesenbodens:

Schon zu Beginn der in –situ Versuche war der Wiesenboden durch die Niederschläge zu fast 100 % gesättigt.

Die Messung erfolgte im inneren Ring mit einer Infiltrationsfläche von 0.028352 m^2 .

Meßergebnisse: - 100 ml Wasser versickerten in einer Zeit von 23 min 30 sec.

Berechnung des Kf – Wertes: $0.0001 \text{ m}^3 / 1410 \text{ sec} = 7.0921 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$

$$7.0921 \cdot 10^{-8} \text{ (m/s)} / 0.028352 \text{ (m}^2\text{)} = x / 1 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\mathbf{Kf = 2.5014 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}}}}$$

Untersuchungsergebnisse des Waldbodens:

Der Waldboden war noch nicht gesättigt und mußte zu Beginn des Versuches gesättigt werden .

Die Messung erfolgte in der gleichen Infiltrationsfläche von 0.028352 m^2 wie bei der Wiese.

Meßergebnisse: - 300 ml Wasser versickerten in einer Zeit von 8 min 14 sec (494 sec)

Berechnung des Kf – Wertes:

$$\underline{\underline{\mathbf{Kf = 2.1419 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}}}}$$

5.7.1 Rammkernsondierung

Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten und unzureichender technischer Hilfsmittel war es nicht möglich in diesem Gebiet eine ordnungsgemäße Sondierung durchzuführen.

5.8 Zusammenfassung

Das Untersuchungsgebiet gliedert sich in drei Einzugsgebiete. In ihrer morphologischen und hydrogeologischen Form weisen diese starke Unterschiede auf. Obwohl das Einzugsgebiet 1 mit 25.75% Gefälle und einer Fläche von 1.2 km^2 das morphologisch am stärksten gestaltete Gebiet ist, ist es hydrogeologisch sehr einfach strukturiert, da es zu 2/3 aus Wald und zu 1/3 aus Wiese besteht. Dazu kommt ein unverzweigter Vorfluter der in seinen gesamten Verlauf bei den Messungen keine starken anthropogenen Beeinflussungen zeigt. Im Gegenteil dazu gliedern sich die Vorfluter in den Gebieten 2 und 3 in mehrere Quellgebiete, die zusammen mit mehreren Haus / Hofeinleitern die Bachläufe bilden. Die Flächennutzung ist vielgestaltiger und die Beeinflussung durch den Menschen aufgrund der größeren Ansiedlung stärker ausgeprägt. Besonders auffällig ist es bei den Sauerstoffwerten, Leitfähigkeit sowie des pH-Wertes im Vergleich zwischen Meßpunkten oberhalb und unterhalb der Ortschaften.

Vorwiegend im Einzugsgebiet 3 zeigt sich ein deutlicher Peak in den Leitfähigkeitsprofilen, der auf einen vermuteten unterirdischen Zustrom höher mineralisierter Wässer mit einer geringeren

Temperatur hinweist. Daraus resultiert der erkennbare Temperaturabfall in der Kurve. Bei den chemischen Analysen der Oberflächenwässer ergaben sich nach der TVO (Trinkwasserverordnung) geringe bis keine Belastung. Mit Ausnahme des Fluorids wurden bei den untersuchten Anionen keine Grenzwertüberschreitungen festgestellt. Das Fluorid dürfte jedoch keine Beeinträchtigung darstellen. Die Probenpunkte III / Pr. 1 und III / Pr. 5 sollten in regelmäßigen Abständen kontrolliert werden, da erhöhte Nitratgehalte festgestellt wurden. Bei den Kationen fällt besonders die Probe III / Pr. 3 auf, bei der es zu einer Überschreitung des Kaliumgrenzwertes kommt. Ansonsten liegen alle Werte unterhalb der Grenzwerte gemessen an der deutschen TVO. Im allgemeinen ist die Wasserqualität chemisch als relativ gut zu betrachten und die Wässer haben einen hohen Gesamthärtegrad von mittelhart bis ziemlich hart.

Die Böden zeigen eine sehr geringe Infiltrationsrate. Dies bedeutet eine bodenkundliche Einteilung in die Typen 3 und 4. In keiner der untersuchten Bodenproben wurden bestimmbare Karbonatgehalte analysiert.

Die Bodenluftanalysen sind besonders kritisch zu bewerten, da trotz mehrfacher Versuche oftmals widersinnige Werte gemessen wurden. Insbesondere die Methanwerte dürften nicht korrekt sein.

Von den untersuchten Brunnen ist vor allem der „artesischen Brunnen“ zwischen Zubrnice und Tyniste von verstärktem Interesse. Ein Temperatur – Teufen – Profil ergab einen nahezu konstanten Temperaturanstieg mit Teufenzunahme, wobei der Wasserspiegel in einer Tiefe von 90,94 m gemessen wurde. Im Vergleich zu den anderen Wasserproben konnte die Gesamthärte als sehr weich eingeschätzt werden.

6 Nivellement Haus - Brunnen

Bezugspunkt: Kindergarten 0,000 m ü.NN

GPS: HW: ⁵⁴44469,1

RW: ⁵⁶13445,1

Höhe ü. NN: 294,10 m

Nivellement Haus - Pegel - Wasseroberfläche des Lucni Potok

Rückmessung in m	Vormessung in m	Punktnummer	ΔH in m
0,957			
1,4015	2,502	P1	-1,545
2,103	1,1635	P2	0,238
0,081	1,272	P3	0,831
0,419	3,439	P4	-3,358
0,523	2,270	P5	-1,851
0,311	2,561	P6	-2,038
0,590	2,743	P7	-2,432
0,361	2,248	P8	-1,658
1,280	2,149	P9	-1,788
1,619	1,343	P10	-0,063
1,812	1,170	P11	0,449
3,204	0,787	P12	1,025
2,160	0,383	P13	2,821
2,356	0,288	P14	1,872
2,779	0,345	P15	2,011
3,2805	0,155	P16	2,624
2,261	0,130	P17	3,1455
0,230	2,500	P18	-0,239
1,2775	3,799	P19	-3,569
1,241	1,351	P20	-0,0735
1,351	1,319	P21	-0,078
1,320	2,340	P22	-0,991
1,301	1,592	P23	-0,272
2,182	2,182	P24	-0,881
1,5855	1,301	P24	0,881
2,280	1,351	P23	0,2345
1,189	1,257	P22	1,021
1,229	1,079	P21	0,101
3,632	1,1775	P20	0,0515
2,473	0,058	P19	3,574
0,084	2,229	P18	0,244

0,445	3,216	P17	-3,132
0,952	3,077	P16	-2,632
0,593	2,962	P15	-2,01
0,4855	2,476	P14	-1,883
1,176	3,314	P13	-2,8285
1,387	2,189	P12	-1,013
1,529	1,811	P11	0,424
2,330	1,488	P10	0,041
2,328	0,532	P9	1,798
2,751	0,661	P8	1,667
2,601	0,348	P7	2,403
2,004	0,546	P6	2,063
3,547	0,149	P5	1,855
1,671	0,187	P4	3,36
1,317	2,530	P3	-0,853
2,586	1,557	P2	-0,24
	1,037	P1	1,549

Erdoberfläche am Pegel: Hinmessung: -4,939m
Rückmessung: 4,9385m
Differenz: 0,0005m

Pegeloberkante: -4,657 m (befindet sich 0,282 m über der Erdoberfläche)

Wasseroberfläche des Lucni Potok: Hinmessung: -5,82m
Rückmessung: 5,8195m
Differenz: 0,0005m

Der Pegeloberkante befindet sich 4,657m unter Bezugsniveau. Der Wasserspiegel des Lucni Potok befindet sich 5,82m unter Bezugsniveau. Dabei beträgt die Höhe über NN 289,443 m.

GPS (Gauß-Krüger): RW: ⁵⁴44999
HW: ⁵⁶13031
Höhe ü. NN: 240 m

4.b) Nivellement Haus - Brunnen (Brunnen des Pumpversuches)

Rückmessung in m	Vormessung in m	Punktnummer	ΔH in m
0,957			
1,4015	2,502	P1	-1,545
2,103	1,16352	P2	0,2381
0,081	1,272	P3	0,831
0,419	3,439	P4	-3,358
0,523	2,270	P5	-1,851
0,311	2,561	P6	-2,038
0,590	2,743	P7	-2,432
0,361	2,248	P8	-1,658
1,280	2,149	P9	-1,788
1,619	1,343	P10	-0,063
1,812	1,170	P11	0,449
3,204	0,787	P12	1,025
2,160	0,383	P13	2,821
2,356	0,288	P14	1,872
2,779	0,345	P15	2,011
3,2805	0,155	P16	2,624
2,261	0,130	P17	3,1455
0,864	2,500	P18	-0,239
1,065	2,218	P25	-1,354
1,5805	2,1712	P26	-1,106
1,420	1,420	P27	0,1605
2,146	1,580	P27	-0,16
2,4465	1,0305	P26	1,155
2,473	1,094	P25	1,351
0,084	2,229	P18	0,244
0,445	3,216	P17	-3,132
0,952	3,077	P16	-2,632
0,593	2,962	P15	-2,01
0,4855	2,4766	P14	-1,883
1,176	3,314	P13	-2,8285
1,387	2,189	P12	-1,013
1,529	1,811	P11	-0,424
2,330	1,488	P10	0,041
2,328	0,532	P9	1,798
2,751	0,661	P8	1,667
2,601	0,348	P7	2,403
2,004	0,546	P6	2,055
3,547	0,149	P5	1,855
1,671	0,187	P4	3,36
1,317	2,530	P3	-0,853
2,586	1,557	P2	-0,24
	1,037	P1	1,549

Erdoberfläche des Brunnens: Hinmessung: -2,255 m

Rückmessung: 2,263 m

Differenz: 0,008 m

Brunnenoberkante: -1,3475 m

Der Brunnen liegt 1,3475 m unter dem Bezugsniveau.

Die Höhe über NN beträgt für den Brunnen 292,7525 m.

GPS (Gauß-Krüger): RW: ⁵⁴44916

HW: ⁵⁶12930

Höhe ü. NN: 334 m

7 Pumpversuchsauswertung

7.1 Interpretation Pumpversuch

Im Einzugsgebiet des Lucnibaches südlich von Zubrnice sind zwei Versorgungsbrunnen vorhanden, die den Ort und die Umgebung von Zubrnice mit Trinkwasser versorgten. 1992 wurden beide Brunnen wegen Überschreitung der Grenzwerte chemischer Parameter (hauptsächlich Nitrat) abgeschaltet.

Am 30.07.98 um 11.08 Uhr wurde im Verlauf der Untersuchungen ein Pumpversuch gestartet. Gepumpt wurde am südlicheren der beiden Brunnen, der eine Tiefe von in etwa 42 m (mittels Lichtlot gemessen) aufweist und somit Wasser aus den geologischen Schichten der Kreide fördert. Etwa 100m nördlich des Brunnens wurde eine Grundwassermeßstelle angelegt, die aber aufgrund geologischer und technischer Schwierigkeiten nur wenig Wasser führte und somit zur Beobachtung des Absenkungs- und Wiederanstiegsspiegels nicht verwendet werden konnte.

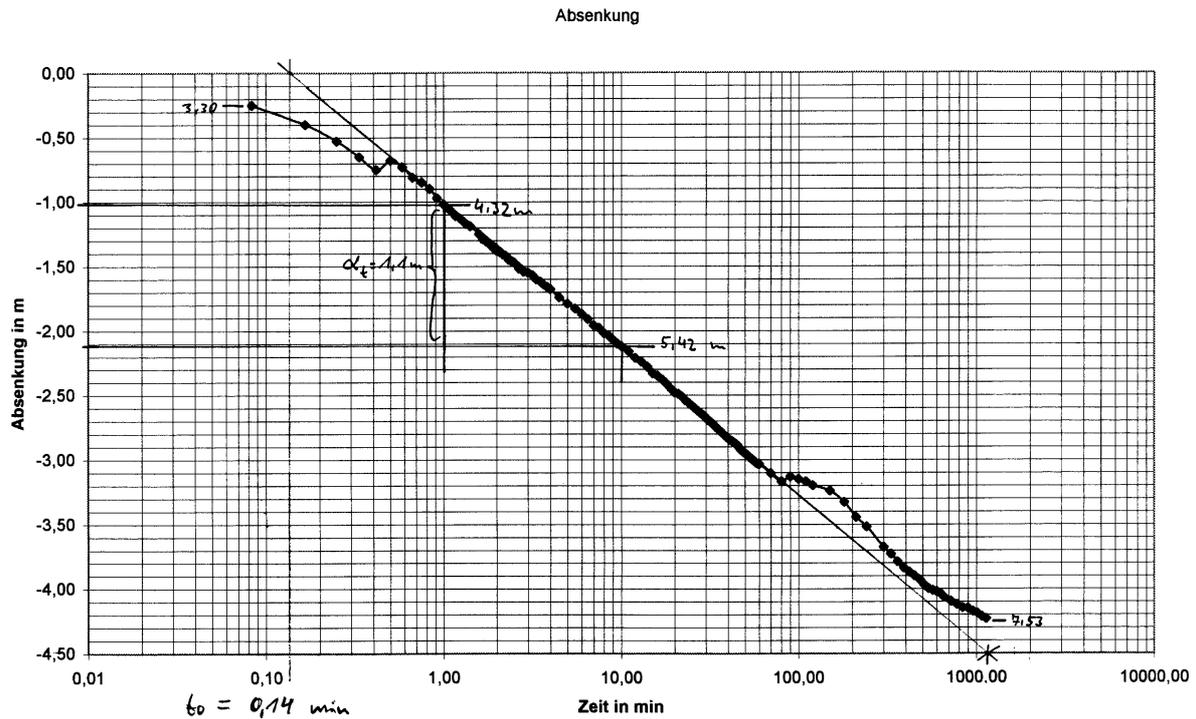


• Abb 67: Studentin bei der Messung des Grundwasserspiegels im Brunnen während des Pumpversuches.

Der Pumpversuch wurde in einem instationären ungespannten Strömungszustand gefahren und ausgewertet. Die Absenkung des Brunnens wurde bis zum 31.07.98 um 6.17 Uhr beobachtet. Die maximale Absenkung betrug 4,23 m. Die Beobachtung des Wiederanstieg wurde am 04.08.98 abgebrochen, wobei der vollständige Wiederanstieg nicht erreicht wurde.

Aufgrund fehlender Daten: Schichtenverzeichnis, Brunnenausbaudaten - mußte die Auswertung mit einigen Schätzwerten auskommen. Daher sind die folgenden Berechnungen nicht ohne eine gewisse Vorsicht zu betrachten.

7.2 Auswertung der Absenkung



- Abb 68: Darstellung der Absenkung des Pumpversuches.

$$Q = 2,5 \text{ l/s} = 0,0025 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\alpha = 1,1 \text{ m}$$

$$M = 40 \text{ m}$$

$$t_0 = 0,14 \text{ min} = 8,4 \text{ s}$$

$$r = 17 \text{ cm}$$

$$\Delta s = 1,2 \text{ m}$$

$$l = 40 \text{ m}$$

$$s = 4,23 \text{ m}$$

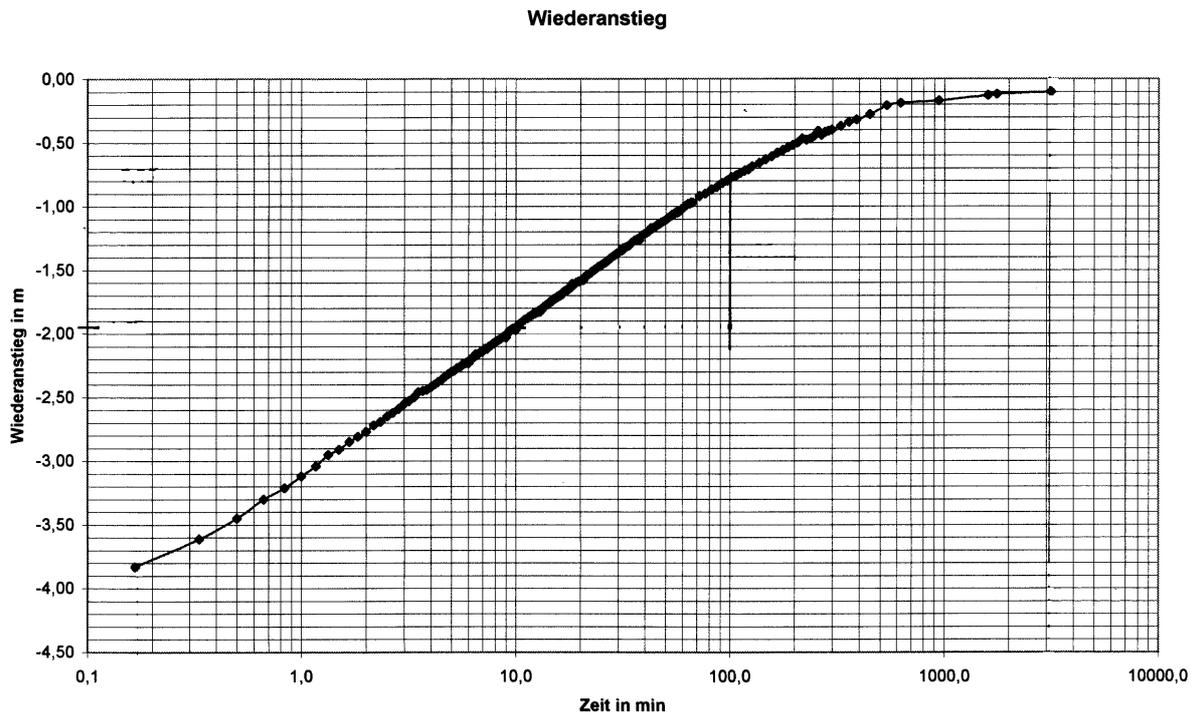
$$r_0 = 20 \text{ cm}$$

$$T = \frac{0,183 * Q}{a} = \frac{0,183 * 0,0025 \text{ m}^3/\text{s}}{1,1 \text{ m}} = \underline{\underline{4,1 * 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}}}$$

$$k_f = \frac{T}{M} = \frac{4,1 * 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}}{40 \text{ m}} = \underline{\underline{1 * 10^{-5} \text{ m}/\text{s}}}$$

$$S = \frac{2,25 * T * t_0}{r^2} = \frac{2,25 * 4,1 * 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s} * 8,4 \text{ s}}{(0,17 \text{ m})^2} = \underline{\underline{0,272}}$$

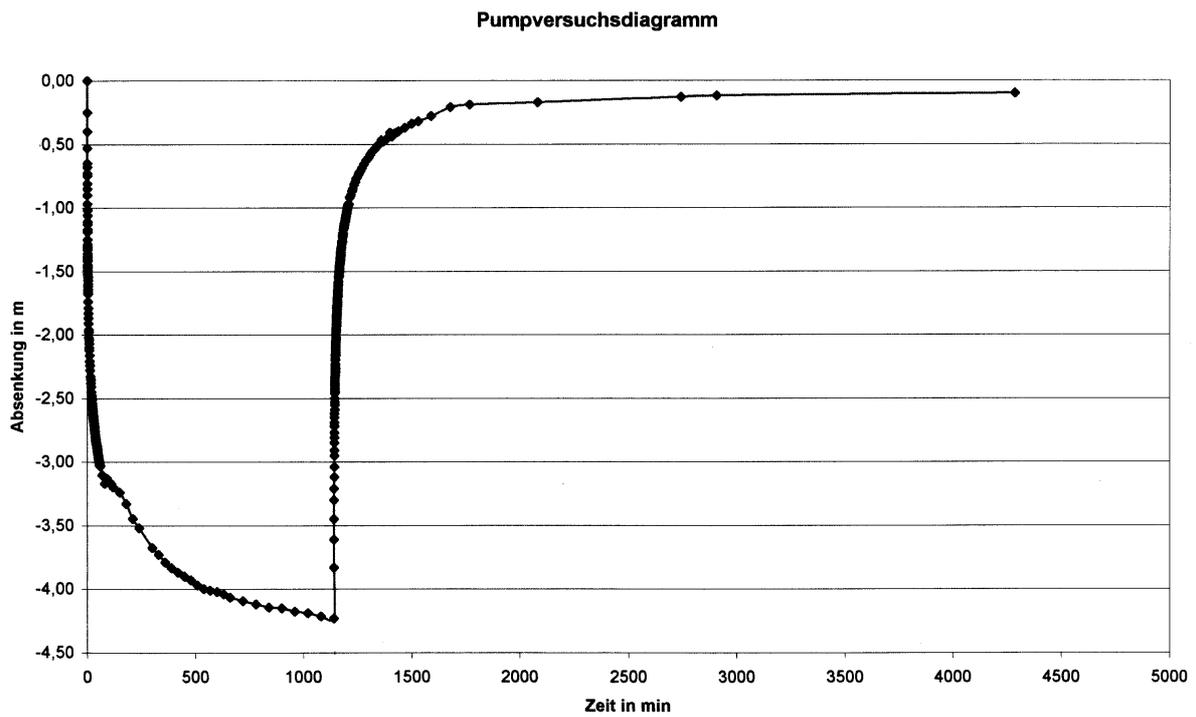
7.3 Auswertung des Wiederanstiegs



- Abb 69: Darstellung des Wiederanstieges des Pumpversuches.

$$T = \frac{0,183 * Q}{\Delta s} = \frac{0,183 * 0,0025 \text{ m}^3 / \text{s}}{1,2 \text{ m}} = \underline{\underline{3,8 * 10^{-4} \text{ m}^2 / \text{s}}}$$

$$Q = 2,73 * \frac{k_f * l * s}{\lg \frac{0,66 * l}{r}} = 2,73 * \frac{1 * 10^{-5} \text{ m} / \text{s} * 40 \text{ m} * 4,23 \text{ m}}{\lg \frac{0,66 * 40 \text{ m}}{0,2 \text{ m}}} = \underline{\underline{2,2 * 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}}}$$



- Abb 70: Darstellung der Absenkung und des Wiederanstiegs des Pumpversuches.

8 Zusammenfassung

Das untersuchte Gebiet läßt sich allgemein als ländlicher Raum einstufen, in dem eine eigene Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung noch vorherrschend sind.

Das bedeutet, private Hausbrunnen, die den obersten Grundwasserleiter erreichen und somit unkontrolliert Wasser entnehmen können, sind in einer Vielzahl vorhanden.

Gleichzeitig werden Abwässer ungereinigt in die Vorfluter eingeleitet und verursachen bemerkbare Veränderungen der chemischen Parameter.

Der Aufgabenstellung entsprechend wurden von den drei Gruppen die oberflächennahen Gewässer in der näheren Umgebung von Zubrnice auf Schadstoffbelastung und anthropogene Einwirkungen untersucht. Des weiteren erfolgte eine Kontrolle der chemischen Parameter bereits vorhandener Tiefbrunnen, die zur Trinkwasserversorgung genutzt werden.

Die chemischen Analysen ergaben eine geringe bis z. T. gar keine Belastung der Oberflächenwässer. Dabei wurden die Grenzwerte der deutschen Trinkwasserverordnung (TVO) entnommen.

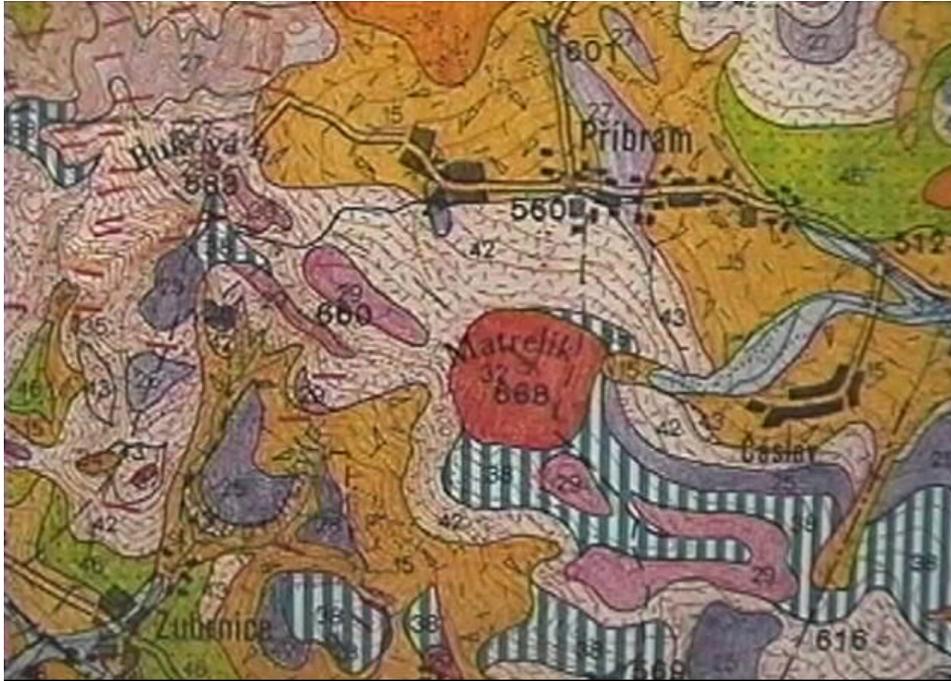
Auffällig sind im Untersuchungsgebiet III die erhöhten Nitratgehalte in den Probenpunkten III / Pr. 1 und III / Pr. 5 sowie allgemein erhöhte Gehalte von Fluorid in allen Einzugsgebieten. Eine Wasserprobe, welche stromabwärts aus dem Hauptbach entnommen wurde, weist mehrere Grenzwertübertretungen und einen stark erhöhten Ammoniumgehalt auf. Daher wäre an den einzeln genannten Stellen eine regelmäßige Überprüfung der chemischen Parameter zu empfehlen. Der sich in der Ortschaft Tyniste befindliche Trinkwasserbrunnen HV 6 fällt durch erhöhte Parameter auf, was die Trinkwasserqualität zum Teil beeinträchtigt. Obwohl der Brunnen seine Grundwasserressourcen aus den Grundwasserleitern der oberen und mittleren Kreide bezieht, konnten keine Karbonatgehalte im nachweisbaren Bereich ermittelt werden. Allgemein gilt für alle beprobten Gewässer ein mittelharter bis ziemlich harter Gesamthärtegrad.

Insgesamt ist eine tendenziell steigende Beeinträchtigung der Qualität der Oberflächenwässer zu erkennen. So weisen vermehrt die durch Ortschaften fließenden Bäche eine durch erhöhten Abwassereintrag verursachte Bach- und Sedimentverschmutzung auf, welche sich durch Geruchsbelästigung bemerkbar machen kann. Die Theorie einer erhöhten Belastung durch die hier übliche Form der Abwasserentsorgung konnte jedoch nicht bestätigt werden.

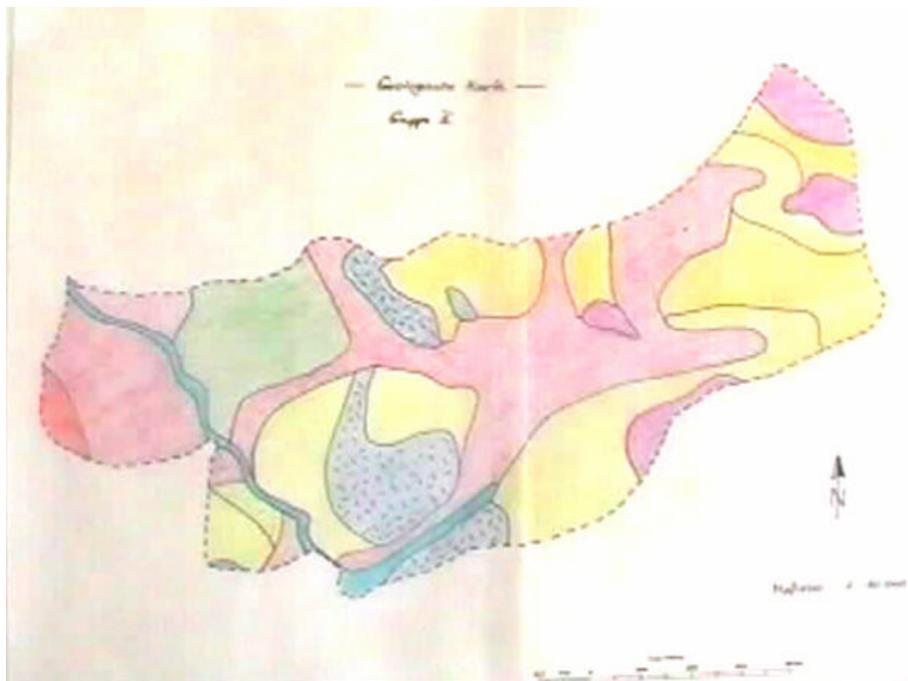
Bei mehreren Bodenuntersuchungen wurde ein durchschnittliches Infiltrationsvermögen von 10^{-6} m / s ermittelt. Gleichzeitig ergaben verschiedene Rammkernsondierungen, über die Einzugsgebiete verteilt, eine Zusammensetzung mit zum Teil sehr hohen Lehmgehalten. Die durchgeführten Bodenluftanalysen sind aufgrund der für den Sondenkopf ungeeigneten Schichten (Verkleben der Poren durch zu hohen Tongehalt), als stark fehlerbehaftet einzuschätzen.

9 Anlagen

9.1 Geologische Karten



• Abb 71: Geologische Karte des ersten Teilgebietes (unmaßstäblich).



• Abb 72: Geologische Karte des zweiten Teilgebietes (unmaßstäblich).



• Abb 73: Geologische Karte I des dritten Teilgebietes (unmaßstäblich).



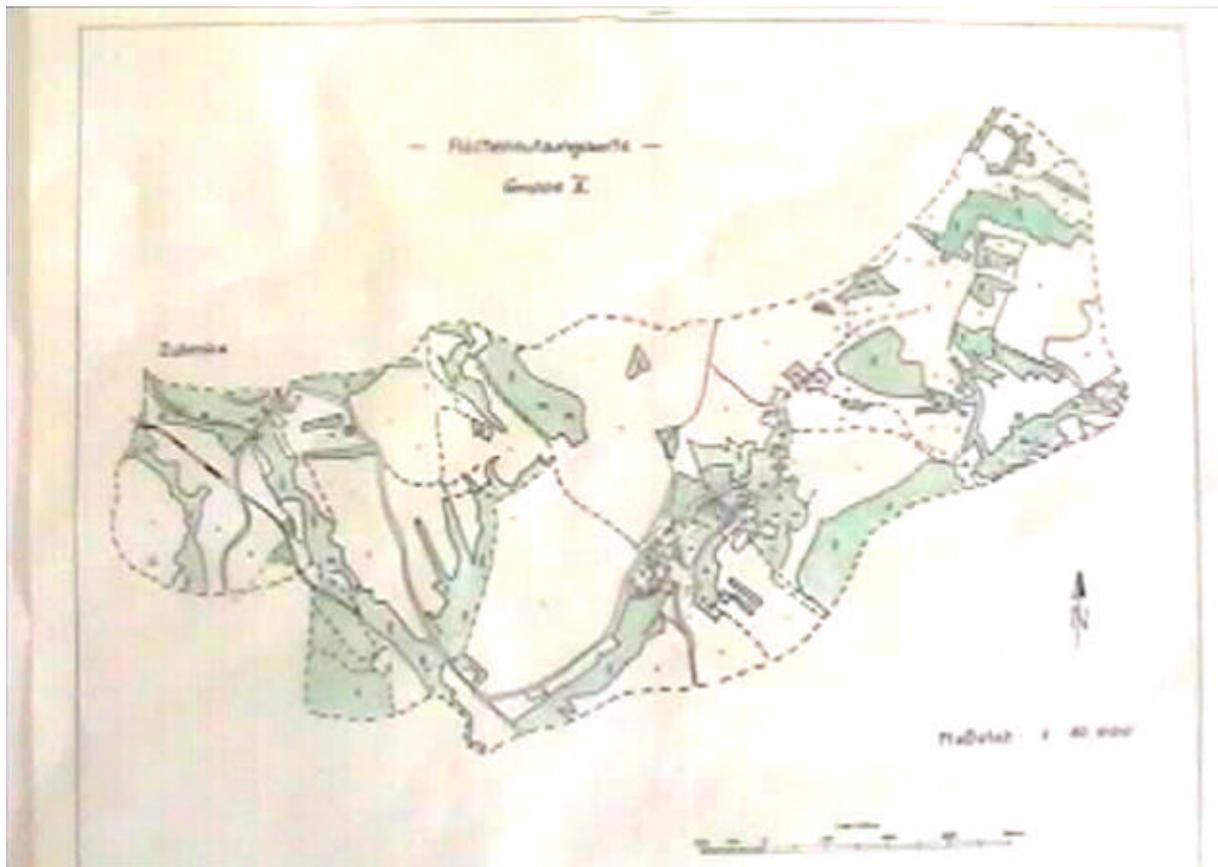
• Abb 74: Geologische Karte II des dritten Teilgebietes (unmaßstäblich).

Legende zur Geologischen Übersichtskarte

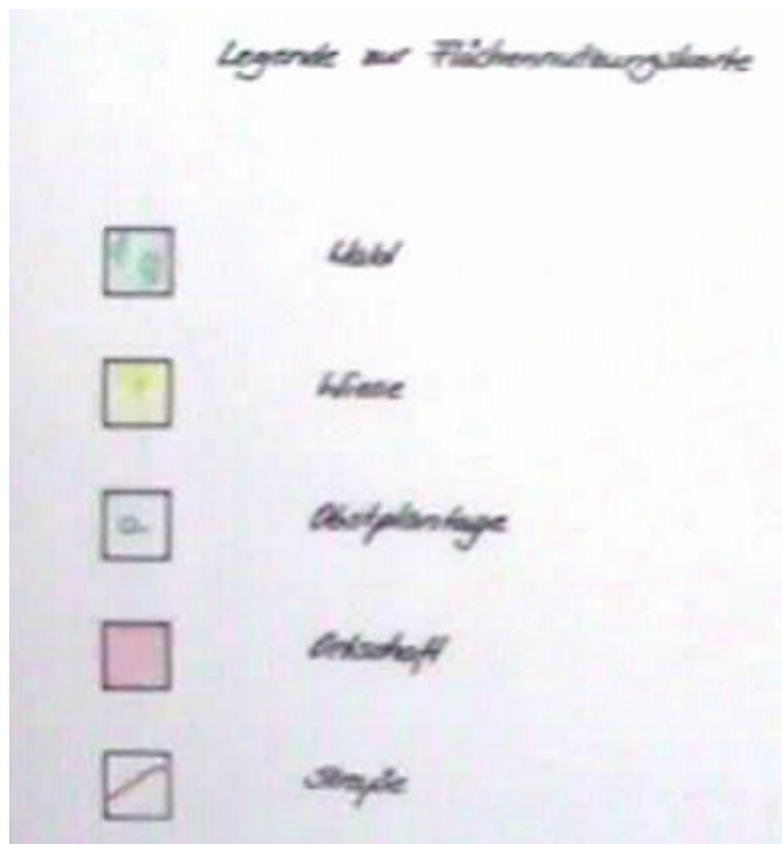
1		Quartär - Moräne - jüngste Gletsch. + See
2		Quartär - Bänke - fluvial u. glazial
3		Quartär - Bänke
4		Tertiär, Paläogen - Neogen - Tertiär
5		Tertiär, Paläogen - Neogen - Tertiär
6		Tertiär, Paläogen - Neogen - Mittel - Jung des Olig.
7		Tertiär, Paläogen - Neogen - frühe Kreide
8		Tertiär, Paläogen - Neogen - Miozän u. Pliozän
9		Tertiär, Paläogen - Neogen - Junges Miozän
10		Tertiär, Paläogen - Neogen - Olig. - Mittel - Jung
11		Tertiär, Paläogen - Neogen - Tertiär
12		Quartär, Kreide, Karbon - Permian

• Abb 75: Legende der geologischen Karten der Teilgebiete 2 & 3.

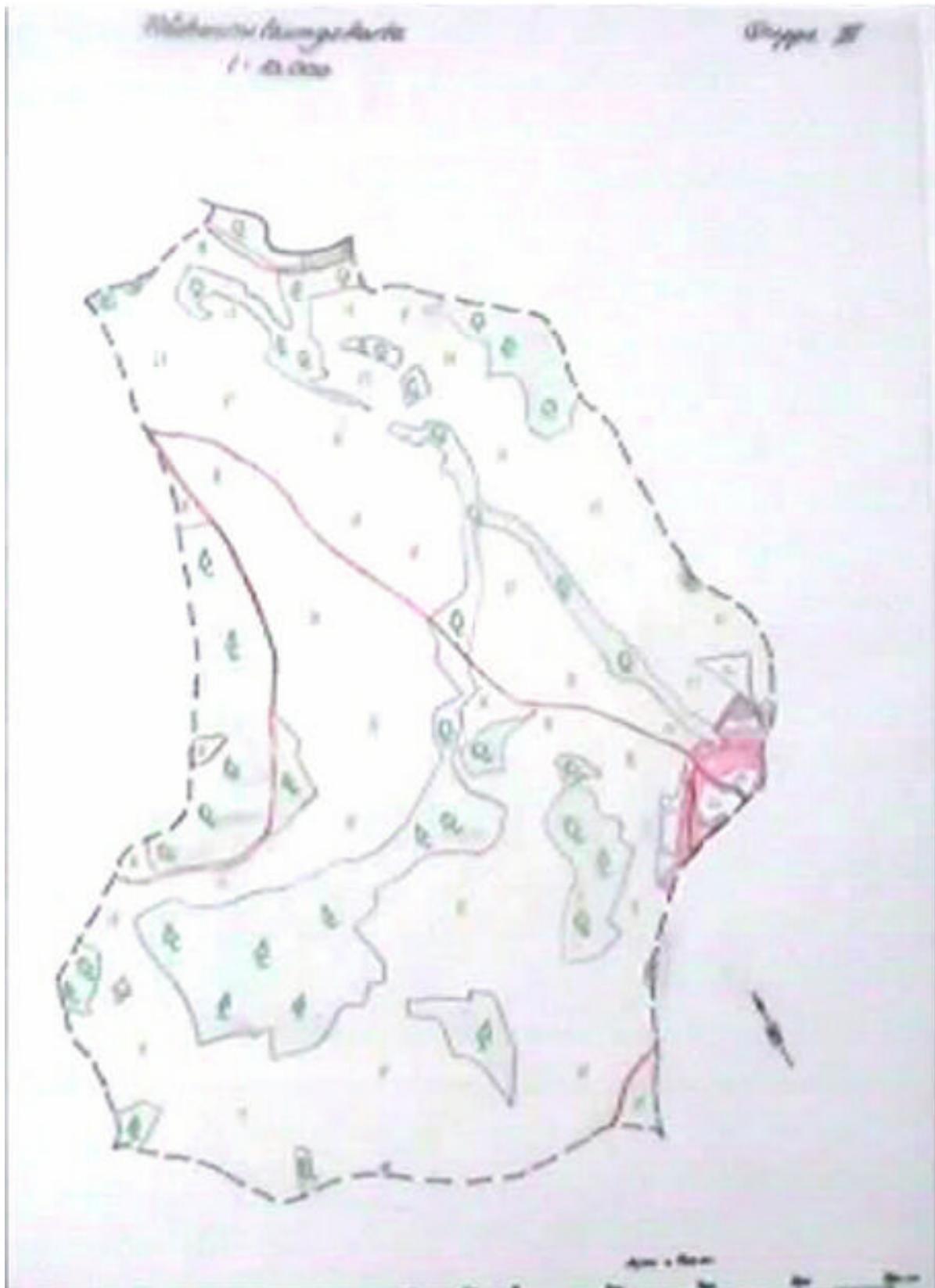
9.2 Flächennutzungskarten



• Abb 76: Flächennutzungskarte des zweiten Teilgebietes (unmaßstäblich).



• Abb 77: Legende der Flächennutzungskarten.



• Abb 78: Flächennutzungskarte I des dritten Teilgebietes (unmaßstäblich).

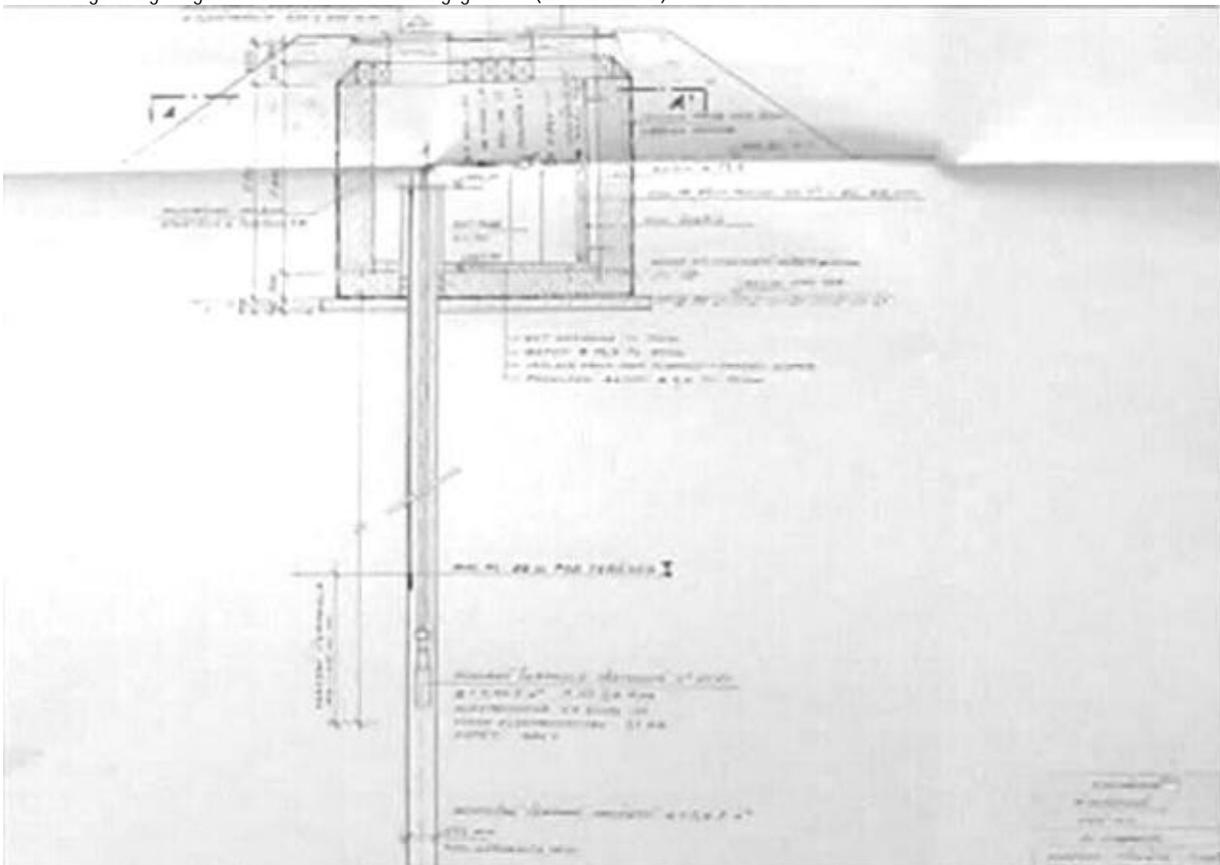


• Abb 79: Flächennutzungskarte II des dritten Teilgebietes (unmaßstäblich).

9.3 Sonstige Karten und Abbildungen



• Abb 80: Ingenieurgeologische Karte des Untersuchungsgebietes (unmaßstäblich).



• Abb 81: Ausbauplan des Brunnens HV6.

10 Verzeichnisse

• Abb 1: Geologisches SW-NE Profil durch das Untersuchungsgebiet.....	8
• Abb 2: Darstellung der LF-Zeitreihe der 30 minütigen Beispielmessung.....	16
• Abb 3: Darstellung der O ₂ -Zeitreihe der 30 minütigen Beispielmessung	17
• Abb 4: Darstellung der pH-Zeitreihe der 30 minütigen Beispielmessung.....	17
• Abb 5: Darstellung der Eh-Zeitreihe der 30 minütigen Beispielmessung	18
• Abb 6: Nachweis des nicht linearen Zusammenhangs zwischen LF und Konzentration am Beispiel des NaCl.....	21
• Abb 7: Aufgabe des Uranin mittels Aufgabetrichter mit bestimmter Tropfgeschwindigkeit.....	21
• Abb 8: "Feldlabor" (ehemalige Küche) in Zubrnice.	23
• Abb 9: Mobiler IC 2001 der Fa. Eppendorf.....	24
• Abb 10/1: Geologisches Profil durch das erste Teilgebiet.	25
• Abb 11: Wasserhochbehälter und Chlorzugabe der Ortschaft Zubrnice.....	26
• Abb 12/1: Leitfähigkeitsprofil der Teileinzugsgebiete.....	30
• Abb 13/1: pH-Profil der Teileinzugsgebiete.	30
• Abb 14/1: Sauerstoff Profil der Teileinzugsgebiete.	31
• Abb 15/1: Temperatur Profil der Teileinzugsgebiete.....	31
• Abb 16/1: Ionenverteilung des westlichen Teileinzugsgebietes.....	39
• Abb 17/1: Ionenverteilung des östlichen Teileinzugsgebietes.	39
• Abb 18/1: LF-Erhöhung beim Tracern mit Impulseingabe.....	42
• Abb 19/1: Summenkurve der LF-Erhöhung beim Tracern mit Impulseingabe.	42
• Abb 20/1: Darstellung der Hochwasserwellen auf der Basis der mit HQBEMESS modellierten Werte.	46
• Abb 21/1: Karte der Trinwasserschutzonen der Quelfassungen nördlich von Zubrnice.	49
• Abb 22/2: Temperatur-Profil des Hauptvorfluters.	60
• Abb 23/2: pH-Profil des Hauptvorfluters.....	61
• Abb 24/2: Sauerstoff-Profil des Hauptvorfluters.	62
• Abb 25/2: Leitfähigkeitsprofil des Hauptvorfluters.	63
• Abb 26/2: Eh-Profil des Hauptvorfluters.	63
• Abb 27/2: Temperatur-Profil des Einleiters II/β.	65
• Abb 28/2: pH-Profil des Einleiters II/β.....	65
• Abb 29/2: Sauerstoff-Profil des Einleiters II/β.....	66
• Abb 30/2: Leitfähigkeitsprofil des Einleiters II/β.	67
• Abb 31/2: Eh-Profil des Einleiters II/β.	67
• Abb 32/2: Darstellung der Ergebnisse der photometrischen Bestimmung (PO ₄ , NO ₂ , NH ₄).	70
• Abb 33/2: Darstellung der Gesamthärte der Proben.....	70
• Abb 34/2: Darstellung der Fließgeschwindigkeit der Lucni im Probenahmepunkt 1.	73
• Abb 35/2: Darstellung des Durchflusses der Lucni im Probenahmepunkt 1.....	74
• Abb 36/2: LF-Erhöhung beim Tracern (1) mit Impulseingabe.	74
• Abb 37/2: Darstellung der Fließgeschwindigkeit (60m nach der Brücke im Unterdorf Zubrnice).	75
• Abb 38/2: Darstellung des Durchflusses (60m nach der Brücke im Unterdorf Zubrnice).	76

• Abb 39/2: LF-Erhöhung beim Tracern (2) mit Impulseingabe.	77
• Abb 40/2: LF-Erhöhung beim Tracern (3) mit Impulseingabe.	78
• Abb 41/2: Bergung der Sonde der Rammkernsondierung.	80
• Abb 42/2: Schichtenverzeichnis der Rammkernsondierung 1.	81
• Abb 43/2: Schichtenverzeichnis der Rammkernsondierung 2.	82
• Abb 44/3: Darstellung der Leitfähigkeit, 1.Profil (drittes Teilgebiet).	90
• Abb 45/3: Darstellung des 1. Temperatur- & pH-Profiles (drittes Teilgebiet).	90
• Abb 46/3: Darstellung der Leitfähigkeit, II.1.Profil (drittes Teilgebiet).	91
• Abb 47/3: Darstellung des II.1. Temperatur- & pH-Profiles (drittes Teilgebiet).	92
• Abb 48/3: Darstellung der Leitfähigkeit, II.2.Profil (drittes Teilgebiet).	92
• Abb 49/3: Darstellung des II.2. Temperatur- & pH-Profiles (drittes Teilgebiet).	93
• Abb 50/3: Darstellung der Leitfähigkeit, III.1.Profil (drittes Teilgebiet).	94
• Abb 51/3: Darstellung des III.1. Temperatur- & pH-Profiles (drittes Teilgebiet).	95
• Abb 52/3: Darstellung der Leitfähigkeit, III.2.Profil (drittes Teilgebiet).	95
• Abb 53/3: Darstellung des III.2. Temperatur- & pH-Profiles (drittes Teilgebiet).	96
• Abb 54/3: "Brunnenhaus" des "Artesers"	97
• Abb 55/3: Teufen-Temperatur-Profil des "Artesers".	98
• Abb 56/3: Probenahmebrunnen in Tyniste III/ Pr. 1 und Abb.: III/ Pr.3 (drittes Teilgebiet).	99
• Abb 57/3: Darstellung der Ergebnisse der Anionen-Bestimmung (drittes Teilgebiet).	100
• Abb 58/3: Darstellung des Fluorid (drittes Teilgebiet).	100
• Abb 59/3: Darstellung des Ergebnisses der Kationen-Bestimmung (drittes Teilgebiet).	101
• Abb 60/3: Darstellung von Lithium & Ammonium (drittes Teilgebiet).	102
• Abb 61/3: Darstellung der Gesamthärte (drittes Teilgebiet).	104
• Abb 62/3: Darstellung der Ergebnisse der Ammoniak, Phosphat, Nitrit Bestimmung (drittes Teilgebiet).	105
• Abb 63/3 Bereits nach tschechischem Recht existierende Trinkwasserschutzzonen des HV6.	105
• Abb 64/3: Quellfassung (III/12).	106
• Abb 65/3: Darstellung der Meßreihe des Verdünnungsversuches (drittes Teilgebiet).	109
• Abb 66/3: Brunnen- und Aufbereitungshaus des Brunnens HV6.	120
• Abb 67: Studentin bei der Messung des Grundwasserspiegels im Brunnen während des Pumpversuches.	128
• Abb 68: Darstellung der Absenkung des Pumpversuches.	129
• Abb 69: Darstellung des Wiederanstieges des Pumpversuches.	130
• Abb 70: Darstellung der Absenkung und des Wiederanstieges des Pumpversuches.	130
• Abb 71: Geologische Karte des ersten Teilgebietes (unmaßstäblich).	132
• Abb 72: Geologische Karte des zweiten Teilgebietes (unmaßstäblich).	132
• Abb 73: Geologische Karte I des dritten Teilgebietes (unmaßstäblich).	133
• Abb 74: Geologische Karte II des dritten Teilgebietes (unmaßstäblich).	134
• Abb 75: Legende der geologischen Karten der Teilgebiete 2 & 3.	135
• Abb 76: Flächennutzungskarte des zweiten Teilgebietes (unmaßstäblich).	136
• Abb 77: Legende der Flächennutzungskarten.	136
• Abb 78: Flächennutzungskarte I des dritten Teilgebietes (unmaßstäblich).	137
• Abb 79: Flächennutzungskarte II des dritten Teilgebietes (unmaßstäblich).	138
• Abb 80: Ingenieurgeologische Karte des Untersuchungsgebietes (unmaßstäblich).	139

• Abb 81: Ausbauplan des Brunnens HV6.....	139
• Tabelle 1: Meßreihe der Temperatur (1987-1997) der Station Ústí nad Labem - Kockov.	9
• Tabelle 2: Meßreihe der Luftfeuchtigkeit (1987-1997) der Station Ústí nad Labem - Kockov.	9
• Tabelle 3: Meßreihe des Niederschlages (1987-1997) der Station Ústek - Habrina.	10
• Tabelle 4: Berechnung der Mittleren Jahestemperatur (°C).....	10
• Tabelle 5: Berechnung des Monatskoeffizienten.	11
• Tabelle 6: Sättigungsdampfdruck der Luft um 14.00 Uhr	11
• Tabelle 7: Potentielle Verdunstung pro Monat [mm/Monat].....	12
• Tabelle 8: Potentielle Verdunstung pro Jahr [Jahr/ mm].....	12
• Tabelle 9: Abfluß pro Monat [mm/ Monat].....	12
• Tabelle 10: Abfluß pro Jahr [mm/ Jahr].....	13
• Tabelle 11: Meßwerte der 30 minütigen Bespielmessung (pH,Eh,O ₂ ,LF).....	15
• Tabelle 12: Meßwerte zur Ermittlung der Funktion zwischen LF und Konzentration am Beispiel des NaCl.....	20
• Tabelle 13/1: Übersicht der Vor-Ort-Analytik des ersten Teilgebietes.	28
• Tabelle 14/1: Photometrische Eisen und Nitrit Bestimmung.	32
• Tabelle 15/1: Photometrische Nitrat und Ammonium Bestimmung.....	32
• Tabelle 16/1 Calcium, Magnesium und Gesamthärte Bestimmung.....	33
• Tabelle 17/1: Calcium Bestimmung.	33
• Tabelle 18/1: p- & m-Wert Bestimmung.	34
• Tabelle 19/1: Anionen-Bestimmung mit IC.....	34
• Tabelle 20/1: Kationen-Bestimmung mit IC.....	35
• Tabelle 21/1: Ionenbilanz des ersten Teileinzugsgebietes.....	35
• Tabelle 22/1: Übersicht über die bestimmten Wasserinhaltsstoffe des ersten Teilgebietes.....	36
• Tabelle 23/1: Meßreihe der LF bei der Verdünnungsmethode mit einmaliger Zugabe des Tracer.	40
• Tabelle 24/1: Meßreihe & Auswertung bei der Verdünnungsmethode mit konstanter Zugabe des Tracer.....	43
• Tabelle 25/1 Übersicht der Ergebnisse der Hochwassermodellierung (vgl. Anlagen).....	44
• Tabelle 26/1: Bewertung der Durchlässe an Bauwerken auf der Basis der Hochwassermodellierung.....	45
• Tabelle 27/2: Übersicht der Vor-Ort-Analytik (Hauptvorfluter) des zweiten Teilgebietes.	64
• Tabelle 28/2: Übersicht der Vor-Ort-Analytik (Einleiter II/β) des zweiten Teilgebietes.	68
• Tabelle 29/2: Ionenbilanz des zweiten Teilgebietes.....	71
• Tabelle 30/2: Übersicht über die bestimmten Wasserinhaltsstoffe des zweiten Teilgebietes.....	71
• Tabelle 31/2: Bestimmung der Gesamthärte des zweiten Teilgebietes.	72
• Tabelle 32/3: Positionierung der Meßpunkte des dritten Teilgebietes.	89
• Tabelle 33/3: Vor-Ort-Parameter der Oberflächenwässer im Meßgebiet I (drittes Teilgebiet).....	89
• Tabelle 34/3: Vor-Ort-Parameter der Oberflächenwässer im Meßgebiet II (drittes Teilgebiet).....	91
• Tabelle 35/3: Vor-Ort-Parameter der Oberflächenwässer im Meßgebiet III (drittes Teilgebiet). ...	94
• Tabelle 36/3: Positionierung der Grundwasserbeprobungspunkte des dritten Teilgebietes.	96
• Tabelle 37/3: Vor-Ort-Parameter des Grundwassers im Meßgebiet II (drittes Teilgebiet).	97
• Tabelle 38/3: Teufen-Temperatur Daten des „Artesers“	97
• Tabelle 39/3: Daten der Probenahme (drittes Teilgebiet).	98

- Tabelle 40/3: Ergebnis der Anionen-Bestimmung (drittes Teilgebiet). 99
- Tabelle 41/3: Ergebnis der Kationen-Bestimmung (drittes Teilgebiet)..... 101
- Tabelle 42/3: Ergebnisse der Gesamthärte-Bestimmung (drittes Teilgebiet)..... 102
- Tabelle 43/3: Ergebnisse der Calcium – Magnesium – Bestimmung (drittes Teilgebiet)..... 103
- Tabelle 44/3: Ergebnisse der Ammoniak, Phosphat, Nitrit Bestimmung (drittes Teilgebiet). 104
- Tabelle 45/3: Ergebnisse der Durchflußmessung mittels Gefäß Meßgebiet 2 (drittes Teilgebiet).106
- Tabelle 46/3: Ergebnisse der Durchflußmessung mittels Gefäß Meßgebiet 2 (drittes Teilgebiet).107
- Tabelle 47/3: Meßreihe des Tracerversuches (drittes Teilgebiet). 108
- Tabelle 48/3: Ergebnisse der Bodenluftmessung im Einzugsgebiet 2 (drittes Teilgebiet). 121
- Tabelle 49/3: Ergebnisse der Bodenluftmessung im Einzugsgebiet 1 (drittes Teilgebiet). 121