

Bibliothek der Geologischen Bundesanstalt  
Wissenschaftliches Archiv

Inv.Nr. **A 15523**

Standort **R**

Ordnungs-Nr.

Vertraulichkeit **4** AZ.:

TAIF

**arsenal**  
**research**

Packungen: 20 mg, 50 mg, 100 mg zu je 10 und 30 Stück

**kassentfrei!**

*Handwritten signature*

Morphinsulfat-Pentahydrat

**Kapanol<sup>CSR</sup>**

**1 x täglich**

Bereich **Umwelt/Environment** Division

Geol.B.-A. Wien



0 000001 337167

Ihr Vorsprung verpflichtet/Your leadership is our obligation

## Bericht

Bezeichnung des Projektes

Hydrologie und Hydrogeologie des Gebietes  
Lange Lacke - Wörtenlacken unter besonderer  
Berücksichtigung der Wechselwirkung zwischen  
Lacken- und Grundwasser

Endbericht

Auftraggeber

Nationalpark Neusiedlersee - Seewinkel

A-7143 Apetlon

Auftrag vom / Zahl

1994 07 11



Projekt Nr.

G4 394/94.60/3

Sachbearbeiter

Dr. Belocky, Dr. Papesch, Dr. Rank

Ausstellungsdatum	22. Dezember 1998
Ausfertigungen: Anzahl/Nr.	4 /4
Anzahl der Seiten	2
Anzahl der Beilagen im Blatt	190

Das (Die) Prüfergebnis(se) bezieht(en) sich ausschließlich auf den (die) Prüfgegenstand(stände).

Im Falle einer Vervielfältigung oder Veröffentlichung dieser Ausfertigung darf der Inhalt nur wort- und formgetreu und ohne Auslassung oder Zusatz wiedergegeben werden.

Die auszugsweise Vervielfältigung oder Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung des Forschungszentrums.

*Nur für Dienstgebrauch!*  
20.10.99 R. Belocky

**Bereich Umwelt**

Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal Ges.m.b.H.

A-1030 Wien, Faradaygasse 3, Tel.: +43/1/797 47-496, Fax: +43/1/797 47-592, e-mail: umwelt@arsenal.ac.at, http://www.arsenal.ac.at  
Bankverb.: Österr. Postsparkasse, Konto Nr.: 90013454, DVR: 0037532, UID-Nr.: ATU 16209902, Sitz der Gesellschaft: Wien, Gerichtsstand: Wien

Mit Datum vom 11. Juli 1994 wurde die Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal (heute Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal) mit der Durchführung des Projektes

NP2 – „Hydrologie und Hydrogeologie Lange Lacke“

beauftragt.

Die Geländearbeiten für das Projekt wurden in den Jahren 1995 – 1997 abgewickelt. Im Rahmen dieser Arbeiten wurden auch 3 Bohrungen in Lackennähe abgeteuft (LL11, LL12 und LL13) und entsprechend ausgebaut, sodaß sie auch weiterhin für hydrographische, hydrochemische und isopenhydrologische Arbeiten genutzt werden können.

Die Arbeiten wurden gemeinsam von Mitarbeitern des ÖFPZ Arsenal und der Geologischen Bundesanstalt ausgeführt. Das Arbeitsprogramm umfaßte hydrologische, geologische, geophysikalische und isopenhydrologische Untersuchungen. Der angeschlossene Bericht enthält eine Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse sowie eine Dokumentation der Meßresultate.

Sachbearbeiter



Dr. Belocky, Dr. Papesch

Projektleiter



Prof. Dr. Rank

A 15523 - R

**Zur Hydrologie und Hydrogeologie des Gebietes Lange Lacke – Wörtenlacken  
unter besonderer Berücksichtigung der  
Wechselwirkung zwischen Lacken- und Grundwasser**

Reinhard Belocky<sup>1</sup>, Gerald Hübl<sup>1</sup>, Wolfgang Papesch<sup>2</sup>, Dieter Rank<sup>2</sup> & Alexander Römer<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Geologische Bundesanstalt

<sup>2</sup> Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal

70 Seiten  
23 Abbildungen  
9 Tabellen  
98 Beilagen



Wien, im Dezember 1998

## ZUSAMMENFASSUNG

Auf Grund der Ergebnisse der Projektarbeiten läßt sich die hydrologische Situation von Langer Lacke und Wörtenlacken folgendermaßen beschreiben:

- Die Lacken werden hauptsächlich durch Niederschlagswasser gespeist.
- Bei der Annahme eines durch anthropogene Maßnahmen unbeeinflussten Zustandes der Lacken ist deren Wasserbilanz ausgeglichen. Die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge sowie die durchschnittliche jährliche Verdunstungsmenge halten sich, da Niederschlag bzw. Verdunstung auf unterschiedlichen Flächen wirksam werden, ungefähr die Waage.
- Ein Grundwasserzutritt über den Lackenboden in relevantem Ausmaß ist nicht nachzuweisen.
- Die Wörtenlacken werden bei hohem Wasserstand über den Hauptkanal vom Zicksee aus mit Lackenwasser sowie teilweise auch mit Grundwasser, das in diesen Kanal zuströmt, alimentiert.
- Die Lange Lacke wird bei hohem Wasserstand von den Wörtenlacken sowie von den Fischteichen NNE Seewinkelhof alimentiert.
- Der Abfluß von Wasser aus der Langen Lacke erfolgt über den Hauptkanal und den Xixsee in den Neusiedlersee
- Die Zu- bzw. Abflüsse durch die Kanäle bilden bei hohem Wasserstand mengenmäßig eine nicht zu vernachlässigende Größe für den Wasserhaushalt der Lacken.
- Bei niedrigem Wasserstand erfolgt keine Alimentation der Lacken durch die Kanäle.
- Der Boden der Langen Lacke sowie der Westlichen Wörtenlacke ist stellenweise durchlässig, sodaß Lackenwasser versickern kann.
- Eine Versickerung von Lackenwasser ist nur bei niedrigem Grundwasserstand möglich.
- Geht man von der Grundwassersituation der letzten 10 Jahre aus, so läßt sich die Versickerung von Lackenwasser mengenmäßig mit ungefähr 5-7 % des Lackenvolumens pro Jahr abschätzen. Dies ist im Hinblick auf eine ganzjährige Wasserführung der Lacken nicht zu vernachlässigen, da es einem Restwasserstand von 20-30 cm bzw. einer Restwasserfläche von 25-30 % entspricht.

Als Maßnahmen für eine dauerhafte Sicherung der Wasserführung der Lacken bzw. eine Minimierung von Austrocknungszeiten bieten sich an:

- Verhinderung des Abflusses von Grundwasser über den Hauptkanal.

- Dauerhafte Anhebung des Grundwasserspiegels zumindest auf das durchschnittliche Niveau der 70er Jahre.
- Anhebung des maximalen Wasserstandes der Langen Lacke durch Regulierung des Wehrs am Abfluß der Langen Lacke zum Xixsee zur Schaffung einer Wasserreserve für trockene Jahre.

Die Maßnahmen im Rahmen des Konzeptes zur Grundwasserbewirtschaftung im Seewinkel sind zur Verhinderung eines Austrocknens der Lacken nicht hinreichend und lassen bei entsprechend niederschlagsarmen Jahren mittelfristig auch ein regelmäßiges jährliches Trockenfallen der Lacken zu.

## INHALT

1. Einleitung .....	6..
2. Geologisch-hydrogeologischer Überblick .....	9.....
3. Arbeitsprogramm.....	11
4. Hydrologie .....	13
4.1. Der Entwicklung des Grundwasserstandes .....	13.....
<b>4.2. Ergebnisse der Grundwasserspiegelbeobachtung</b> .....	22..
4.3. Die Wasserstände der Lacken .....	23...
4.4. Die Wasserführung der Kanäle .....	23...
<b>4.5. Ergebnisse der Wasserstandsmessungen der Oberflächengewässer</b> .....	27
5. Isotopenhydrologie .....	28..
5.1. Sauerstoff-18.....	28..
5.1.1. Oberflächenwasser .....	28.....
5.1.2. Grundwasser .....	31..
5.1.2.1. Übersichtsprobenahme.....	31.....
5.1.2.2. Bohrungen.....	35
5.1.2.3. Zeitreihen .....	38.
5.2. Tritium .....	39.....
5.2.1. Oberflächenwasser .....	39.....
5.2.2. Grundwasser .....	39.
5.2.3. Bestimmung der Verweilzeit der Grundwässer .....	42..
<b>5.3. Ergebnisse der isotopehydrologischen Untersuchungen</b> .....	47
6. Geologie .....	48..
6.1. Bohrungen .....	48.....
6.1.1. Trockenkernbohrungen .....	48..
6.1.2. Handbohrungen.....	51...
6.1.3. Schneckenbohrungen .....	52...
7. Geophysik.....	53.....
7.1. Bohrlochgeophysik .....	53..
7.2. Multielektroden-Geoelektrik.....	53...
7.3. Elektromagnetik .....	54..
<b>7.4. Ergebnisse der geologisch-geophysikalischen Untersuchungen</b> .....	56
8. Der Wasserhaushalt der Lacken .....	57...
8.1. Die Beziehung Lacken – Grundwasser .....	57..
8.1.1. Quantifizierung des Wasserverlustes der Lacken durch Versickerung.....	59
8.2. Niederschlag und Verdunstung .....	61..
8.3. Die oberflächlichen Zu- und Abflüsse .....	61..
8.4. Das “Grundwasserwirtschaftskonzept Seewinkel” .....	62..
<b>8.5. Die hydrologische Situation der Lacken</b> .....	66
<b>8.6. Maßnahmen zur dauerhaften Sicherung der Wasserführung der Lacken</b> .....	67
9. Literatur .....	69

**ANHANG** .....70**Formeln****Meßwerte****Beilagen**

Beilage 1:	Niederschlag – Wasserstände Oberflächenwasser und Grundwasser
Beilage 2-31:	Grundwasserspiegellagen Dezember 1994 bis Mai 1997
Beilage 32-60:	Grundwasserspiegeldifferenzenpläne Jänner 1995 bis Mai 1997
Beilage 61-87:	Bohrprofile
Beilage 88:	Legende Bohrprofile
Beilage 89-91:	Ausbaupläne
Beilage 92-96:	Bohrlochgeophysik
Beilage 97:	Multielektrode-Geoelektrik
Beilage 98:	Elektromagnetik

# 1. EINLEITUNG

Die vorliegende Studie hat die hydrologischen Verhältnisse im Gebiet Lange Lacke – Wörtenlacke zum Thema. Ausgangspunkt der Untersuchungen war die Tatsache, daß die Lange Lacke sowie teilweise auch die beiden Wörtenlacken während der Jahre 1990-94 im Sommer und Herbst trockengefallen waren, was in früheren Jahren zuletzt als einmaliges Ereignis im Jahre 1948 (KRACHLER 1992) zu beobachten war, jedoch nicht in dieser Regelmäßigkeit über mehrere Jahre hindurch auftrat.

Da diese Lacken als eines der Kerngebiete des Nationalparkes Neusiedler See – Seewinkel sowohl aus dem Blickwinkel des Naturschutzes als auch des Tourismus von großer Bedeutung sind, gleichzeitig aber bisher kaum systematische Untersuchungen in hydrogeologisch-hydrologischer Hinsicht zur Absicherung der geogenen Randbedingungen für die Erhaltung dieses Biotops erfolgten, soll in der vorliegende Arbeit versucht werden, die relevanten Einflußfaktoren zu erfassen, die für den Wasserhaushalt dieses Feuchtbiotops maßgeblich sind. Konkret waren folgende zentrale Fragestellungen zu beantworten:

- Woher beziehen die Lacken ihr Wasser?
- Ist ein Trockenfallen der Lacken ausschließlich auf die Verdunstung zurückzuführen?
- Wird der Wasserhaushalt der Lacken durch das Grundwasser beeinflusst?

Eine mögliche Grundwasserbeeinflussung der Lacken ist in erster Linie vom Aufbau und damit der Durchlässigkeit des Lackenbodens abhängig. Mögliche Modelle sind daher:

- (1) Die Lacken stellen gegenüber dem Untergrund abgedichtete Wannens dar, deren Wasserführung ausschließlich durch Niederschlag und Verdunstung bestimmt wird.
- (2) Die Lacken bilden ein gegenüber dem Grundwasser offenes System und werden zu einem beträchtlichen Teil durch das Grundwasser beeinflusst.

Hierbei sind folgende Verhältnisse möglich:

- (a) Eine Dotierung der Lacken durch zuströmendes Grundwasser
- (b) Ein Abströmen von Lackenwasser in das Grundwasser

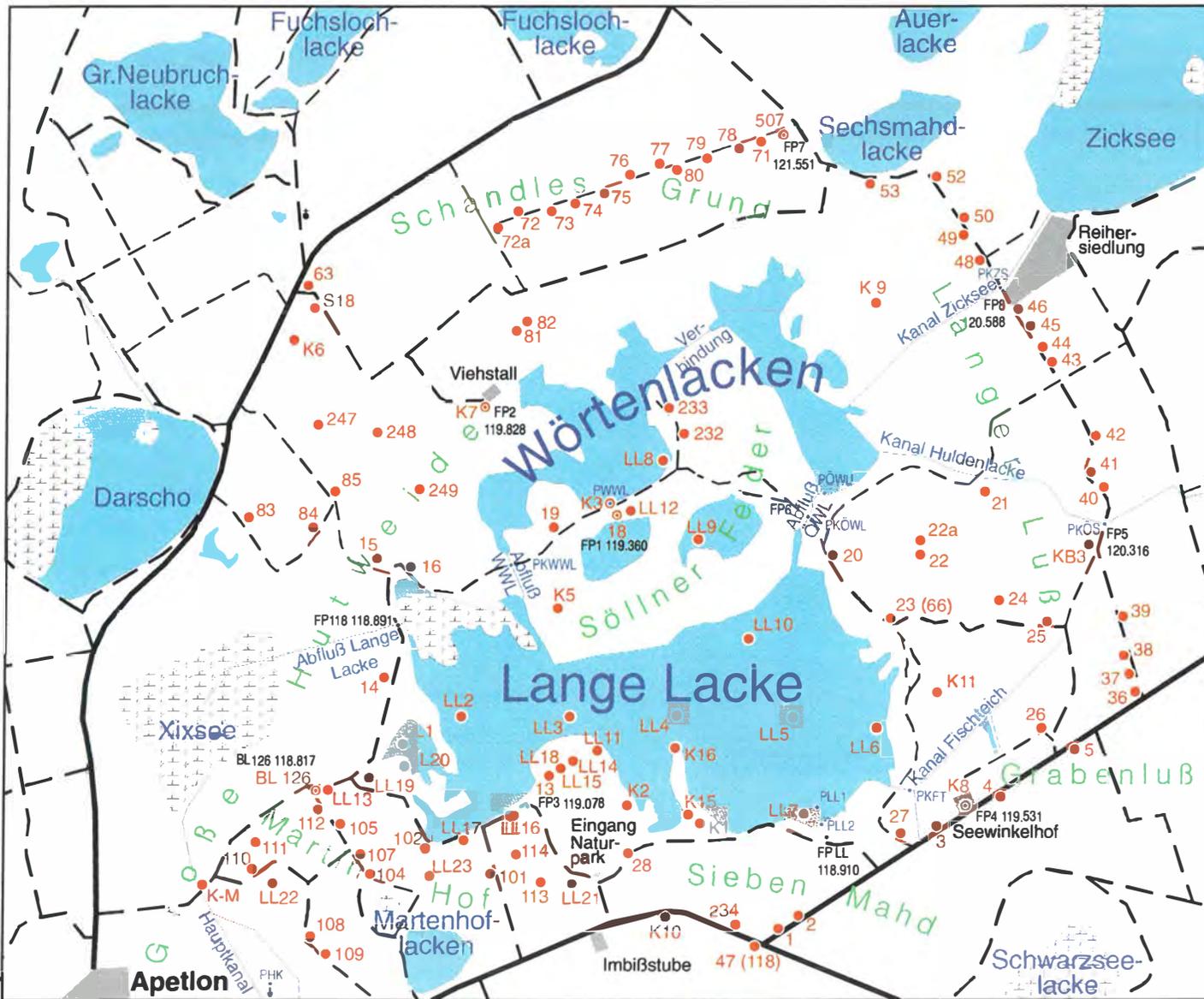
Bei beiden Fällen gleichartig ist zusätzlich noch der Einfluß der oberflächlichen Zu- bzw. Abflüsse über die Entwässerungskanäle zu berücksichtigen.

Im Rahmen eines Vorprojektes im Herbst 1992 (BVFA ARSENAL 1992) konnte mittels Isotopenuntersuchungen der Eintritt von Lackenwasser in das Grundwasser nachgewiesen werden. Die Ergebnisse dieses Vorprojektes sind in den vorliegenden Bericht eingearbeitet. Ziel der nunmehr vorliegenden Untersuchung war die Verifizierung dieses Ergebnisses in quantitativer und zeitlicher Hinsicht sowie die Erfassung der maßgeblichen Randbedingungen für den Wasserhaushalt der Lacken.

Eine Übersichtskarte des Arbeitsgebietes findet sich in Abb. 1.

Es wird ausdrücklich festgestellt, daß sich die vorliegende Studie ausschließlich mit dem Gebiet Lange Lacke – Wörtenlacken mit dem Schwerpunkt Lange Lacke befaßt und eine Extrapolation der Ergebnisse auf andere Lacken ohne weitere spezifische Untersuchungen nur sehr bedingt möglich ist.

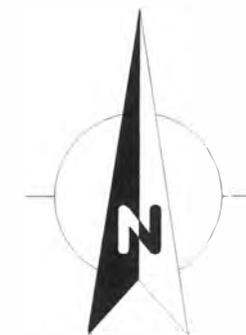
# Lageplan



47°  
45' 16" 50' östl. v. Greenwich

## LEGENDE:

-  Straße
-  Fahrweg, Fußweg
-  Siedlung/Infrastruktur
-  FP5  
120.316 Vermessungspunkt
-  Lacke
-  Rohrwuchs
-  Entwässerungskanal
-  247 Brunnen, Bohrung
-  PLL2 Pegel



1000 m



Abb. 1: Übersichtskarte des Arbeitsgebietes

## 2. GEOLOGISCH-HYDROGEOLOGISCHER ÜBERBLICK

Die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Seewinkel wurden zuletzt in den Arbeiten von STEINER 1994, KRACHLER 1992, sowie GRUPPE WASSER 1990 ausführlich dargestellt. Auf diese Arbeiten sowie die darin angeführte Literatur sei hiermit ausdrücklich verwiesen.

Der Seewinkel bildet einen Teil des jungtertiären pannonischen Beckens, dessen Bildung im wesentlichen mit dem Pannon einsetzte. Die Mächtigkeit der tonig-sandigen pannonisch-pontischen Sedimente nimmt von W nach E von 370 m auf über 2000 m zu.

Im älteren Quartär kommt es im Bereich des Neusiedler Sees sowie E davon zur Ausbildung einer NNE-SSW streichenden Bruchtektonik (Neusiedler und Mönchhofer Bruch).

Im Hangenden des Tertiärs liegen im Seewinkel die 5-15 m mächtigen Seewinkelschotter auf. Es handelt sich dabei um vermutlich würmzeitliche fluviatile Ablagerungen von fein- bis mittelkiesigen  $\pm$ sandhaltigen gutgerundeten Quarzschottern mit einem beträchtliche Anteil an Karbonat- und Kristallinkomponenten, die lokal in fein- bis mittelkörnige Sande übergehen.

Von großer Bedeutung für den hohen Salzgehalt der Lacken ist ein im zentralen Seewinkel verbreitetes ca. 1 m mächtiges schluffiges Sediment mit hohem Kiesgehalt, der sogenannte "salzführende Horizont" (HUSZ 1962).

Im Seewinkel können zwei Grundwasserhorizonte unterschieden werden. Der hangende oberflächennahe Grundwasserleiter wird von den Seewinkelschottern gebildet. Dieser Grundwasserleiter zeichnet sich durch mosaikartige Untergrundverhältnisse aus, d.h. er ist vermutlich aus relativ kleinen Linsen gut durchlässigen (kiesigen) Materials aufgebaut, welche über weniger durchlässiges (sandiges) Material untereinander druckmäßig in Verbindung stehen, wobei aber ein Horizontaltransport bzw. eine Durchmischung des Grundwassers nur sehr eingeschränkt erfolgt (BVFA ARSENAL 1991, 1992, GRUPPE WASSER 1990, BOROVIČZÉNY et al. 1992).

Nach HAAS et al. 1992 erfolgt die Grundwasserneubildung im oberen Grundwasserstockwerk vor allem im Winterhalbjahr durch den Niederschlag im zentralen Seewinkel im Raum Frauenkirchen. Eine Dotierung aus tieferen Aquiferen ist nicht wahrscheinlich.

Die Flurabstände erreichten in den trockenen Jahren 1990-93 maximal 3,5 m, in den feuchteren Jahren 1995-96 maximal 3 m, bei Hochstand im Frühjahr minimal 0,4 m.

Der Grundwasserspiegel in diesem Grundwasserstockwerk weist – mit Ausnahme der Jahre 1996 und 1997 – eine seit Jahrzehnten fallende Tendenz auf. Die Absenkung im Bereich Lange Lacke im Zeitraum 1955-1995 beträgt etwa 1 m. Die Ursache für die Absenkung des Grundwasserspiegels liegt einerseits in der Ableitung von Grundwasser im Rahmen von

Entwässerungsmaßnahmen sowie andererseits in der Nutzung zu Bewässerungszwecken in der Landwirtschaft.

Das untere Grundwasserstockwerk wird durch die Tiefengrundwässer der tertiären Beckenfüllung gebildet. Diese Wässer haben ein Alter von mehreren tausend Jahren und werden durch rezente Niederschläge nicht erneuert.

Der gesamte Seewinkel ist von einem Netz von Entwässerungskanälen durchzogen. Im Gebiet der Langen Lacke sind folgende Kanäle wirksam: Der aus dem Zicksee kommende Hauptkanal mündet in die Östliche Wörtenlacke. In die Östliche Wörtenlacke mündet auch ein kleiner aus der Huldenlacke kommender Kanal. Die Östliche Wörtenlacke und die Westliche Wörtenlacke sind im N bei normal hohem Wasserstand über einen breiten Schilfbereich miteinander verbunden. Die beiden Wörtenlacken entwässern über kurze Verbindungskanäle in die Lange Lacke. Die im Grundwasser liegenden Fischteiche N Seewinkelhof stehen ebenfalls über einen Kanal mit der Langen Lacke in Verbindung. Der Hauptkanal entwässert in seiner Fortsetzung die Lange Lacke nach W in das Schilfgebiet des des Xixsee und führt von dort aus weiter bis in den Neusiedlersee SW Apetlon.

### 3. ARBEITSPROGRAMM

Den Ausgangspunkt der Arbeiten bildeten die isotopehydrologischen Untersuchungen im Rahmen des Vorprojektes (BVFA ARSENAL 1992), mittels derer nachgewiesen werden konnte, daß Teile des Grundwassers im Arbeitsgebiet von Lackenwasser beeinflusst sind, somit ein Kontakt zwischen Lacken und Grundwasser besteht. Es galt nunmehr, diese Ergebnisse, die auf einer einmaligen Beobachtung beruhten, über einen längeren Zeitraum zu verifizieren und die quantitative und zeitliche Komponente der Interaktion zwischen Lacken und Grundwasser sowie deren Bedeutung für den Wasserhaushalt der Lacken zu erfassen.

Zu diesem Zweck wurde einerseits ein hydrologisches und isotopehydrologisches Basisprogramm durchgeführt, das die regelmäßige Erfassung der Grundwasserstände, der Lackenwasserstände und des Abflusses über die Kanäle sowie die Messung von isotopehydrologischen Zeitreihen beinhaltete. Andererseits waren spezifische Untersuchungen zur Interaktion zwischen Lacken und Grundwasser geplant. Dies waren einerseits Bohrungen zur Erfassung der vertikalen Erstreckung des von Lackenwasser beeinflussten Grundwassers über den Grundwasserleiter sowie andererseits eine geologische Kartierung des Lackenbodens in den ausgetrockneten Lacken zur Abgrenzung wasserdurchlässiger Areale im Lackenboden.

Aufgrund der seit Beginn dieser Arbeiten auftretenden guten Wasserführung der Lacken konnte dieser Arbeitsschritt nicht durchgeführt werden, statt dessen wurde ein Alternativarbeitsprogramm zur Charakterisierung des Aufbaus des Grundwasserleiters im von Lackenwasser beeinflussten Bereich mittels detaillierter geologisch-geophysikalischer Untersuchungen als Basis für eine Bilanzierung der Versickerungsmenge durch den Lackenboden ausgeführt.

Den Abschluß der Arbeiten bildete der Versuch einer mengenmäßigen Bilanzierung, in die Niederschlag, Verdunstung, Versickerungsmenge sowie Zu- und Abflußmenge über die Kanäle eingingen.

Vorschläge zur Sicherstellung der Wasserführung der Lacken sowie eine Bewertung der geplanten Maßnahmen im Rahmen des "Grundwasserwirtschaftskonzeptes Seewinkel" im Lichte der vorliegenden Ergebnisse beschließen diese Arbeit.

Tab. 1 gibt einen detaillierten Überblick über das Arbeitsprogramm.

<b>Arbeitsprogramm</b>	<b>durchgeführte Arbeiten</b>
Erfassung der jahreszeitlichen Variation von Grundwasser- und Lackenwasserständen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monatliche Messungen des Grundwasserspiegels an ca. 45 Meßstellen (Feldbrunnen und Bohrungen)</li> <li>• Monatliche Messung der Lackenwasserspiegel (Lange Lacke, Westliche Wörtenlacke, Östliche Wörtenlacke)</li> <li>• Erstellung von Hydroisohypsenplänen</li> <li>• Erstellung von Hydroisohypsendifferenzenplänen</li> </ul>
Erfassung der jahreszeitlichen Variation der Isotopencharakteristika von Grundwasser und Lackenwasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monatliche Entnahme von Grundwasserproben aus 5-7 ausgewählten Feldbrunnen bzw. Bohrungen und Oberflächenwasserproben aus allen Lacken (Lange Lacke, Wörtenlacken, Zicksee)</li> <li>• Isotopenanalytik (<math>^{18}\text{O}</math>, <math>^3\text{H}</math>) an allen Wasserproben</li> </ul>
Erfassung der zeitlichen und räumlichen Verhältnisse des Kontaktes Grundwasser-Lackenwasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• monatliche Wasserstandsmessungen und Probenahme</li> <li>• Isotopenanalytik (<math>^{18}\text{O}</math>, <math>^3\text{H}</math>)</li> </ul>
Bestimmung der Mächtigkeit des GW-Leiters, Tiefe des GW-Stauers, vertikale Verbreitung von Lackenwasser im Grundwasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abteufen von 3 Kernbohrungen bis in den Grundwasserstauer</li> <li>• Sedimentprobenahme am frischen Bohrkern</li> <li>• Extraktion des Porenwassers aus den Sedimentproben</li> <li>• Isotopenanalytik (<math>^{18}\text{O}</math>, <math>^3\text{H}</math>) an allen Porenwasserproben</li> <li>• Bohrlochgeophysik (Gammastrahlung, Leitfähigkeit, Suszeptibilität)</li> </ul>
Geologische Kartierung des Lackenbodens (Lange Lacke, Wörtenlacken) zur Beurteilung der Untergrundverhältnisse (mögliche durchlässige Bereiche im Lackenboden)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung aufgrund des extrem hohen Wasserstandes nicht möglich.</li> </ul> <p>Durchgeführtes Alternativarbeitsprogramm: Abteufen von 9 Bohrungen sowie geophysikalische Untersuchungen zur flächenhaften Charakterisierung des Grundwasserleiters im von Lackenwasser beeinflussten Bereich</p>
Bestimmung der oberflächlichen Zu- und Abflüsse im Untersuchungsgebiet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• monatliche Messung der Wasserstände in den Kanälen</li> <li>• Messung der Fließgeschwindigkeit und Berechnung des Abflusses an allen Kanälen</li> </ul>
Auswertung und Modellierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswertung der Meßergebnisse in Hinblick auf die Beziehung zwischen Lacken und Grundwasser.</li> <li>• Quantifizierung des jährlich versickerten Lackenwassers</li> <li>• Charakterisierung des Einflusses der versickerten Lackenwassermenge auf die Wasserbilanz</li> </ul>

Tab. 1: Arbeitsprogramm

## 4. HYDROLOGIE

### 4.1. Der Entwicklung des Grundwasserstandes

Die Messung des Grundwasserspiegels erfolgte monatlich an ca. 35 Meßpunkten, meist Feldbrunnen, deren Höhe mittels Nivellement bestimmt wurde. Aus den monatlichen Grundwasserspiegelmessungen wurden mittels Kriging, einem geostatistischen Verfahren zur Berechnung von Isolinien, die Grundwasserisohypsen für die Monate Dezember '94 bis Mai '97 berechnet (Beil. 2-31). Zur besseren Veranschaulichung der monatlichen Änderung des Grundwasserspiegels wurden Grundwasserspiegeldifferenzenpläne von Jänner '95 bis Mai '97 berechnet (Beil. 32-60). Hierbei wurden Hebungen des Grundwasserspiegels in Blautönen und Absenkungen in Rottönen dargestellt.

Die Abb. 2 und 3 zeigen charakteristische Grundwasserspiegellagen bei Grundwassertiefstand (Okt. '92) bzw. Grundwasserhochstand (April '96).

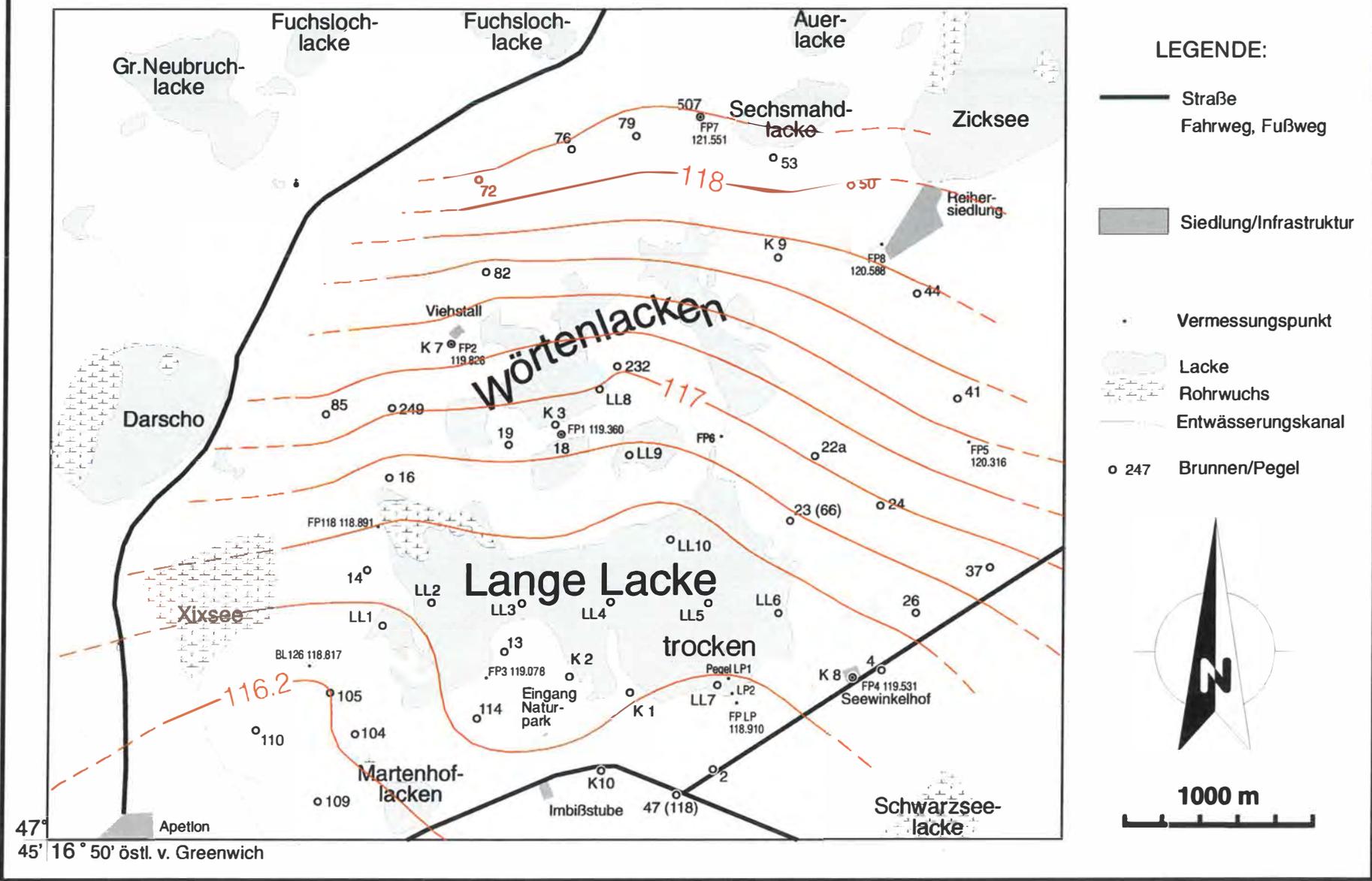
Der Grundwasserspiegel zeigt generell ein Gefälle von Norden nach Süden, wobei im Südwesten der Langen Lacke ein Drehen des Grundwasserspiegelgefälles nach Südwesten in Richtung Entwässerungskanal Xixsee zu beobachten ist. Das Gefälle des Grundwasserspiegels ist im Winter 1994/95 relativ gleichmäßig, mit Einsetzen der Frühjahrsniederschläge ab März '95 zeigt sich aber eine deutliche Verflachung im Südteil des Untersuchungsgebietes im Bereich der Langen Lacke.

Diese Verflachung wurde im Oktober '92 ebenfalls beobachtet (BVFA ARSENAL 1992), allerdings bei einem um 1,2 m tiefer liegenden Grundwasserstand. Eine mögliche Erklärung dafür wäre die inzwischen verbesserte Abdämmung des Kanals, der das Gebiet vom Xixsee aus gegen Süden entwässert, wodurch es zu einem Aufstau des Grundwassers in diesem Gebiet kommt. Allerdings ist in den Monaten Mai bis August '95 zu beobachten, daß diese Verflachung des Grundwasserspiegels speziell unterhalb der Langen Lacke anhält, während südöstlich davon wieder ein stärkeres Gefälle auftritt. Dieses Phänomen, das bei den Wörtenlacken nicht zu beobachten ist, könnte auf eine Interaktion zwischen Grundwasser und Lackenwasser zurückzuführen sein, aber auch spezifische Untergrundverhältnisse (geringe Durchlässigkeiten) im Grundwasserleiter unterhalb der Langen Lacke widerspiegeln. Gegen solche spezifisch in diesem Teilgebiet geringeren Durchlässigkeiten spricht allerdings das schnelle Ansteigen des Grundwasserspiegels in diesem Teil des Gebietes im März '95.

Generell liegt der (aufgespiegelte) Grundwasserspiegel im Bereich der Langen Lacke während des gesamten Untersuchungszeitraumes höher als der Lackenboden der Langen Lacke (117,05 m), von März bis Juni 1996 und ab Oktober 1996 sogar teilweise über dem Wasserspiegel der Langen Lacke.

Abb. 2: Grundwasserspiegel Oktober 1992 (Grundwasserspiegelstand)

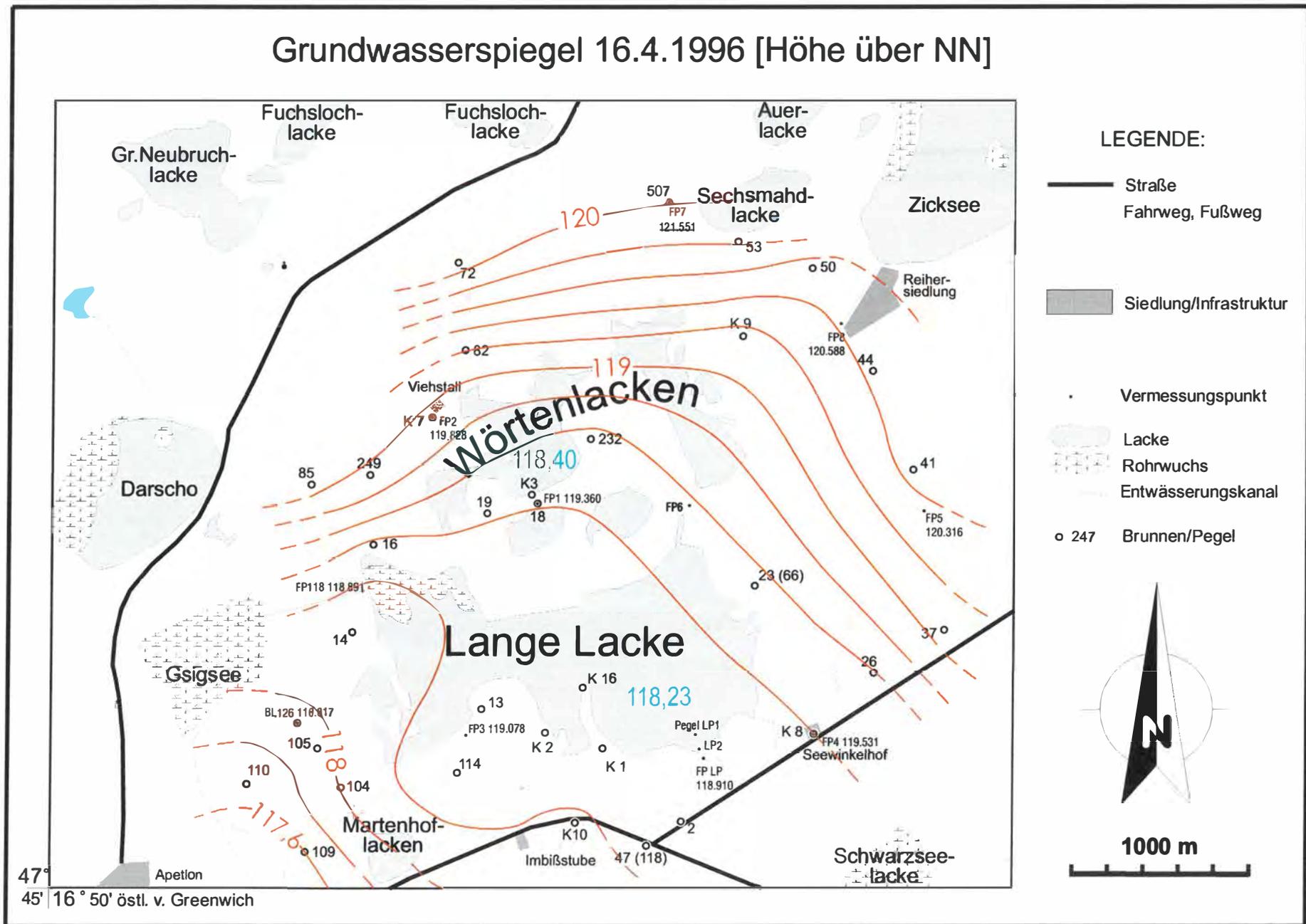
### Grundwasserspiegel Okt. 1992 [Höhe über NN]



- LEGENDE:**
- Straße
  - Fahrweg, Fußweg
  - Siedlung/Infrastruktur
  - Lacke
  - Rohrwuchs
  - Entwässerungskanal
  - Vermessungspunkt
  - Brunnen/Pegel



Abb. 3: Grundwasserspiegel April 1996 (Grundwasserhochstand)



Am 17.10.1995 konnte im Zuge des Einmessens der neuen Bohrungen K15 und K16 mittels Nivellement direkt nachgemessen werden, daß das aufgespiegelte gespannte Grundwasser im Bohrloch K16 um 2 cm über (!) dem Lackenwasserspiegel lag.

Im Juni '95 kommt es infolge der starken Niederschläge im Seewinkel zu einem deutlichen Anstieg des Grundwasserspiegels, dem ein starker Abfall in den Monaten Juli bis September '95 folgt.

Im November und Dezember '95 ist bei generell deutlichem Ansteigen des Grundwassers das Gefälle des Grundwasserspiegels im gesamten Gebiet relativ gleichmäßig, ab Jan. '96 ist eine deutliche Verflachung des Grundwasserspiegelgefälles im Bereich der Langen Lacke sowie SW davon festzustellen. Gleichzeitig dreht das Grundwasserspiegelgefälle im Bereich NE der Langen Lacke von N-S auf NW-SE. Dies ist offenbar auf die entwässernde Funktion des Kanals zwischen Zicksee und Östlicher Wörtenlacke zurückzuführen, der bei hohem Grundwasserstand direkt Grundwasser aus diesem Bereich in die Östliche Wörtenlacke ableitet.

Im April '96 wird ein Grundwasserhochstand erreicht, der nach Daten des Hydrographischen Dienstes mit den normalen Grundwasserständen der 70er Jahre vergleichbar ist.

Im Mai '96 kommt es zu einem deutlichen Abfall des Grundwasserspiegels von 0,5 m (im SE) bis 1 m (im N). Dies ist - speziell im Bereich der Langen Lacke und im SE davon - zum überwiegenden Teil auf die Zerstörung der Abdämmungen des Hauptkanals zurückzuführen, der das Gebiet nach S entwässert. Ab Juni '96 kommt es dann zu einer deutlichen Erhöhung des Grundwasserspiegelgefälles im Bereich dieses Kanals.

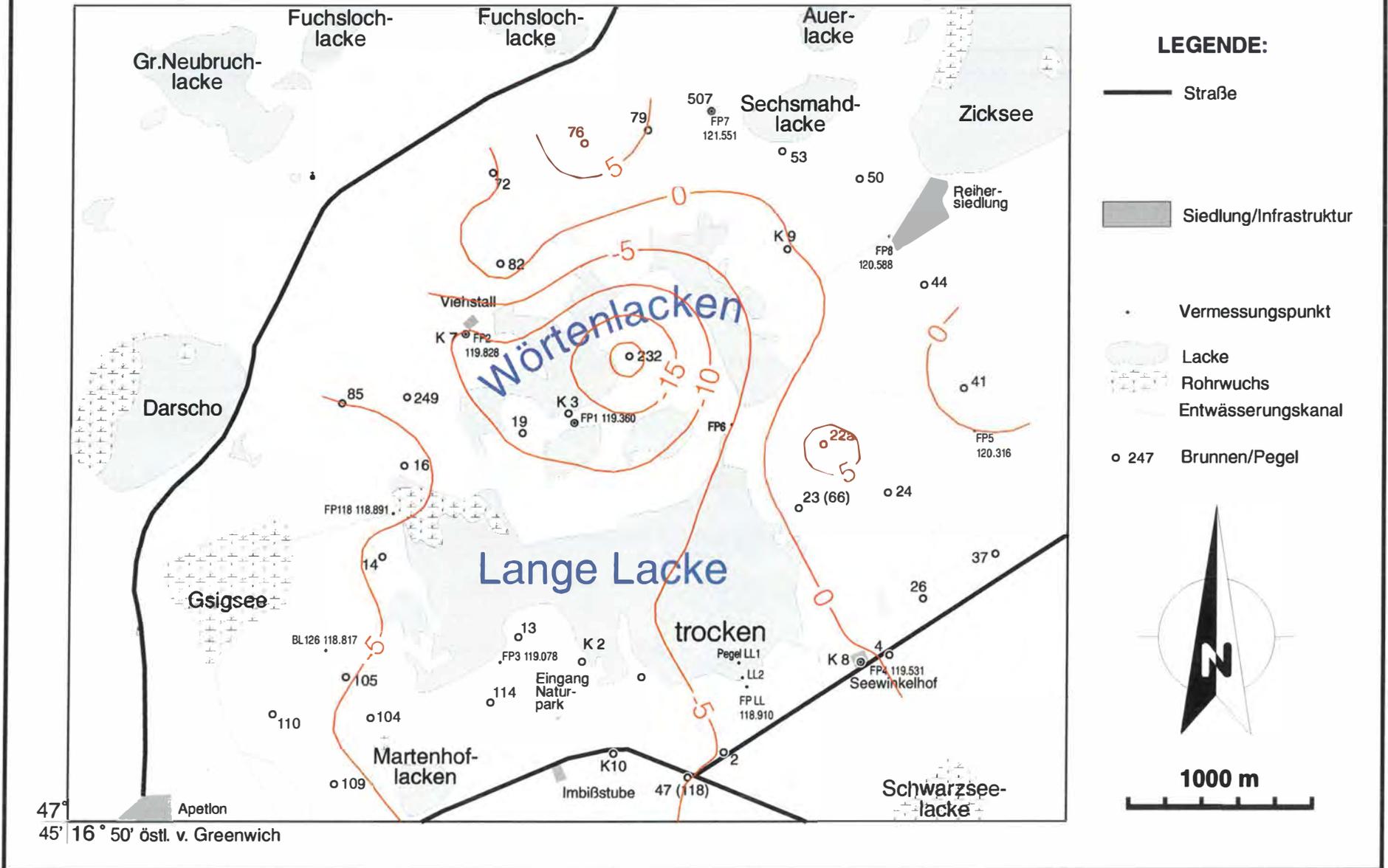
Die Monate Juli '96 bis April '97 sind, bedingt durch den niederschlagsreichen Sommer 1996, durch einen relativ konstanten Grundwasserspiegel gekennzeichnet, lediglich im Bereich unter der Langen Lacke sowie im SE steigt das Grundwasser - nachdem der Kanal im Juli '96 wieder teilweise abgedämmt wurde - in dieser Zeit um ca. 20-30 cm an.

Im Mai '97 ist ein Absinken des Grundwasserspiegels im N um 40 cm, im SE um 20 cm festzustellen.

Als Beispiel für die Auswirkung der landwirtschaftlichen Bewässerungstätigkeit auf den Grundwasserspiegel wird die relative Grundwasserspiegeländerung zwischen September und Oktober 1992 angeführt (Abb. 4). Zu diesem Zeitpunkt war im gesamten Gebiet nur mehr eine einzige Bewässerungspumpe in Betrieb. Diese verursachte eine lokale Absenkung des Grundwasserspiegels im Bereich der Wörtenlacken um ca. 10 cm.

Abb 4: Grundwasserspiegelabsenkung September - Oktober 1992

## Grundwasserspiegeländerung Sept. - Okt. 1992 [cm]



Betrachtet man die Isohypsendifferenzenpläne (Beil. 32-60) für Zeiträume mit starken Grundwasserspiegeländerungen (02-03/95, 05-06/95, 06-07/95, 07-08/95, 11-12/95, 12/95-01/96, 05-06/96) so zeigt sich, daß sich ein Ansteigen bzw. Abfallen des Grundwasserspiegels vor allem in den Bereichen außerhalb der Langen Lacke auswirkt, während der zentrale Bereich des Untersuchungsgebietes diese Schwankungen des Grundwasserspiegels nur in einer deutlich abgeschwächten Form mitmacht. Dies könnte eventuell darauf zurückzuführen sein, daß der oberflächlich versickernde Niederschlag den Boden vorübergehend abdichtet und über das Luftpolster der ungesättigten Zone auf das Grundwasser drückt, wodurch der Grundwasserspiegel in den Brunnen, die von oben her nicht unter Druck stehen, ansteigt, und eine scheinbare starke Erhöhung des Grundwasserspiegels bewirkt wird. In der Folge kommt es wieder zu einer starken scheinbaren Absenkung des Grundwassers in den Brunnen. Dieser Effekt kann sich naturgemäß ausschließlich im Gebieten außerhalb der Lacken auswirken. Eine andere mögliche Erklärung wäre, daß der Grundwasserspiegel im Bereich der Lacken durch das Lackenwasser gepuffert wird. Dies würde einen intensiven Kontakt von Grundwasser und Lackenwasser voraussetzen.

In diesem Zusammenhang ist folgender Sachverhalt von Bedeutung: Durch die starken Niederschläge Anfang Juni war im Kanal, der das Gebiet des Xixsee nach Süden entwässert, eine verstärkte Wasserführung festzustellen. Wie durch Isotopenmessungen eindeutig nachweisbar, handelte es sich bei diesem Wasser jedoch nicht um aktuelles Niederschlagswasser, sondern – aufgrund der  $^{18}\text{O}$ -Anreicherung – um Wasser, das einer starken Verdunstung ausgesetzt war.

In den Monaten Jänner bis März '96 kommt es zu einer gegengleichen Entwicklung des Grundwasserspiegels im zentralen bzw. randlichen Bereich des Untersuchungsgebietes mit einem Ansteigen im zentralen Bereich sowie einem Absinken im randlichen Bereich (01-02/96) bzw. umgekehrt (02-03/96).

Aufgrund der charakteristischen Hebungs- bzw. Senkungsmuster des Grundwasserspiegels (vergl. z.B. 11-12/95 und 05-06/96 oder 09-10/96 und 03-04/97), welches als Ausdruck der lokalen hydrologischen Verhältnisse betrachtet werden kann, wurde versucht, mittels Clusteranalyse Meßstellen mit gleichem Verhalten zu gruppieren. Als Ausgangsgrößen der Berechnung wurden die auf den Mittelwert normierten Daten der Grundwasserspiegeländerungen verwendet. Es wurde sowohl das agglomerative Verfahren des Complete Linkage als auch das K-means-Verfahren angewandt, welche beide nahezu übereinstimmende Ergebnisse lieferten. Aus diesem Grund wurden die nur aus dem Complete Linkage Verfahren zu bestimmenden Verwandtschaftsbeziehungen zwischen den Clustern in Abb. 5, wo die Ergebnisse des K-means Verfahrens dargestellt sind, farblich ähnlich dargestellt. Es könne folgende Gruppen unterschieden werden:

Cluster	Anzahl d. Meßpkte.	Brunnen/Meßpunkt	Lage
1	12	4, 26, 37, 41, 44, 105, 109, 110, B1128, K8, K11, K-M	SW Lange Lacke, E Lange Lacke / Östl. Wörtenlacke
2	9	2, 27, 28, 47, 50, 53, 114, K2, K10	S Lange Lacke, S Sechsmahdlacke
3	7	14, 18, 19, 20, 23, 232, K9	Randbereich N Lange Lacke, Wörtenlacken
4	7	13, 16, 104, K1, K3, K15, K16	Ufernäher Bereich Lange Lacke, Westl. Wörtenlacke
5	5	82, 85, 249, K7, 22	W Westl. Wörtenlacke, Br 22
6	3	72, 75, 507	N Wörtenlacken

Tab. 2: Clusteranalyse der Brunnen

Abb. 6 zeigt einen Vergleich der Mittelwerte der einzelnen Cluster über den Beobachtungszeitraum.

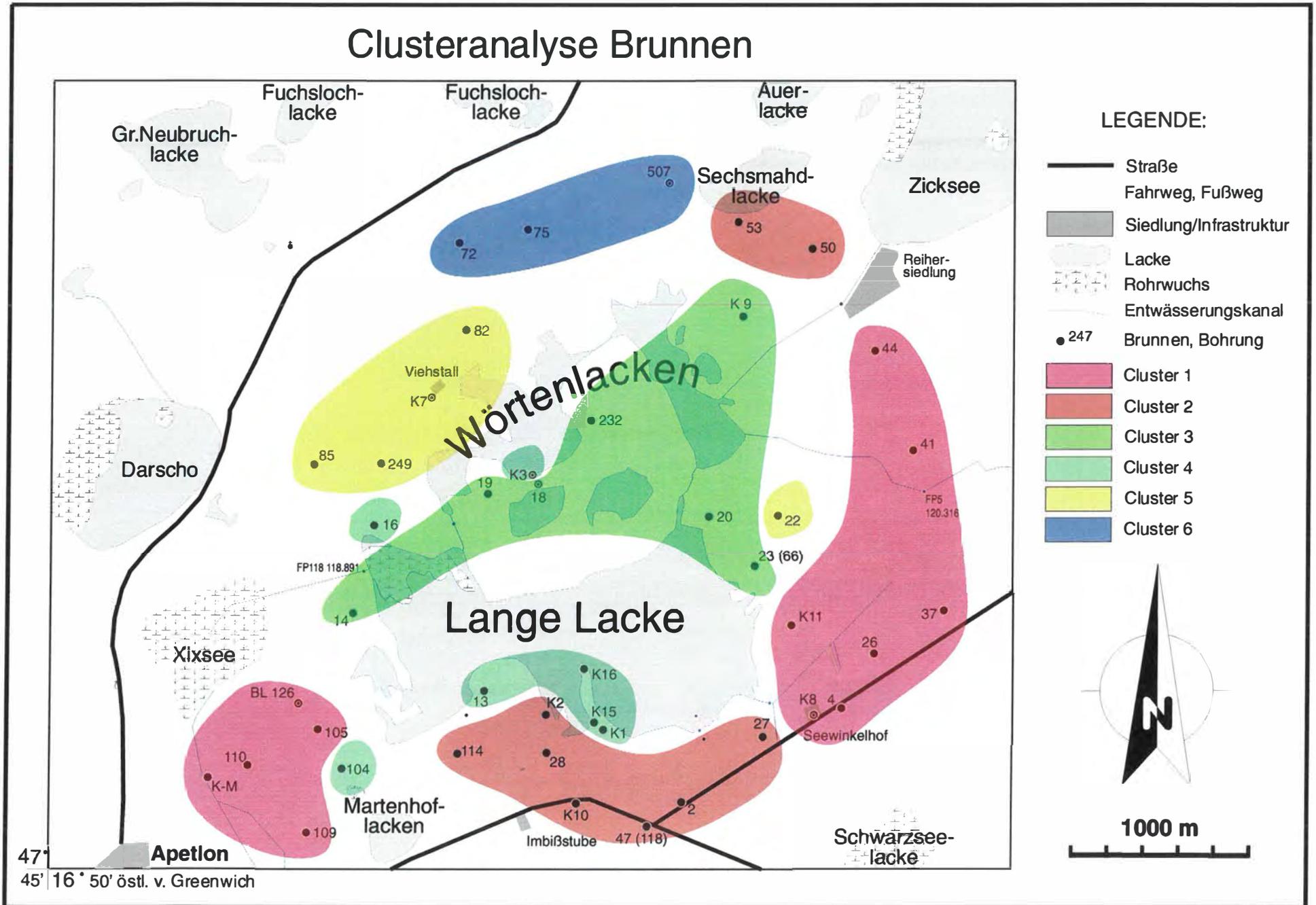
Ähnlichkeiten bestehen zwischen den Clustern 1 und 2, also das randliche Gebiet von NE bis SW, sowie zwischen Cluster 3 und 4, die das zentrale Gebiet der Lacken überdecken.

Die Brunnen der Gruppe 1 zeigen ein durchschnittliches Verhalten und können somit als Vergleichsgruppe herangezogen werden. Die Gruppe 6 zeigt die stärksten Amplituden und steht in antagonistischer Beziehung zur Gruppe 3, d.h. wenn der Grundwasserspiegel in den zu Gruppe 6 gehörigen Brunnen (N Wörtenlacken) überdurchschnittlich ansteigt oder abfällt, weisen die Brunnen der Gruppe 3 (Randbereich N Lange Lacke, Wörtenlacken) ein unterdurchschnittliches Steigen bzw. Fallen auf. Dies könnte als Hinweis auf einen Störungsvorgang oder einen Druckausgleich im Grundwasserleiter gedeutet werden.

Eine ähnliche Beziehung besteht zwischen den Brunnen der Gruppe 4 (Ufernäher Bereich Lange Lacke, Westl. Wörtenlacke) und Gruppe 5 (W Westl. Wörtenlacke, Br 22).

Die Brunnen der Gruppe 2 (S Lange Lacke, S Sechsmahdlacke) weisen während des Jahres 1995 ein vergleichbares Verhalten mit der Gruppe 6 auf, also überdurchschnittliche Grundwasserspiegelschwankungen, im Jahr 1996 dagegen treten nur mehr relativ geringe Amplituden, vergleichbar denen der Gruppe 1, auf.

Abb. 5: Regionale Darstellung der Ergebnisse der Clusteranalyse



# Clusteranalyse Brunnen

Mittelwerte für jeden Cluster

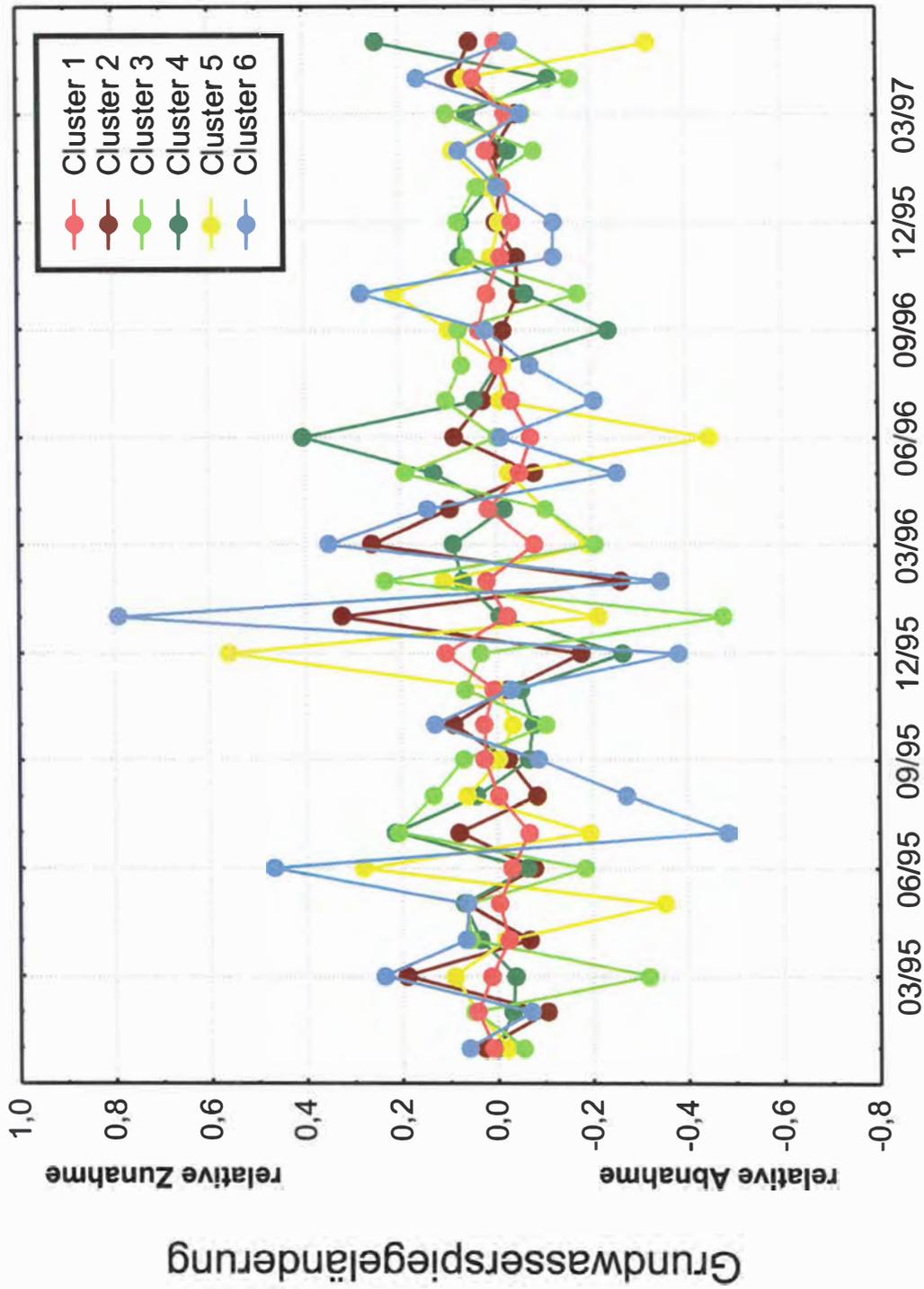


Abb. 6: Graphische Darstellung der Clustermittelwerte

**4.2. Ergebnisse der Grundwasserspiegelbeobachtung**

- Grundwasser-Niedrigstand:  
Gleichmäßiges Gefälle des Grundwasserspiegels von N nach S
- Grundwasser-Hochstand:  
Im N kommt es zu einer Verstärkung des Gefälles, im Bereich des Kanals Zicksee – Wörtenlacken bildet sich ein Grundwassertal aus, im Bereich der Langen Lacke kommt es zur Verebnung des Grundwasserspiegels und im S zur Drehung des Gefälles in Richtung Hauptkanal
- Grundwasser-Rückgang:  
Im N kommt es zu einer Verflachung des Gefälles; die Verebnung des Grundwasserspiegels im Bereich der Langen Lacke verlagert sich nach N, im S erfolgt eine deutliche Verstärkung des Gefälles in Richtung Hauptkanal
- Das aufgespiegelte Grundwasser liegt über dem Niveau des Lackenbodens
- Eine Grundwasserentnahme zur Bewässerung hat eine deutliche Auswirkung auf den Grundwasserspiegel

### 4.3. Die Wasserstände der Lacken

Abb. 7 zeigt die relativen Wasserstände der beobachteten Lacken, Bezugszeitpunkt ist März 1995. Generell verlaufen die Ganglinien der Wasserstände der drei Lacken im Jahr 1995 auffallend parallel. 1996 ist zwischen März und April ein extremes Ansteigen des Wasserspiegels der Langen Lacke um fast 30 cm zu beobachten, das von den Wörtenlacken nicht mitgemacht wird. Die schmale Halbinsel im S der Langen Lacke mit den beiden Handbohrungen K15 und K16 ist seither vollständig überflutet. Der Wasserstand der Langen Lacke war so hoch, daß das Wehr am W-Ufer am Beginn des Kanals zum Xixsee von April bis Juni überflossen wurde. Zu diesem Zeitpunkt steigt der Wasserspiegel der Westlichen Wörtenlacke nur leicht, bei der Östlichen Wörtenlacke ist sogar ein deutlicher Abfall des Wasserstandes zu beobachten, der bereits im Feber einsetzt, während die anderen Lacken bis im April (Lange Lacke) bzw. Mai (Westliche Wörtenlacke) steigenden Wasserstand zeigen.

Ein ähnliches Phänomen - d.h. ein Ansteigen oder Gleichbleiben des Wasserspiegels der Langen Lacke bei sinkendem Wasserstand in den Wörtenlacken - , nur in geringerem Ausmaß ist ebenfalls im Zeitraum April bis Mai 1995 sowie Juni bis Juli 1996 zu beobachten.

Da eine selektive Niederschlagsbeeinflussung der einzelnen Lacken nicht zu erwarten ist, muß man zur Erklärung dieser Tatsache vor allem den Wasseraustausch zwischen den Lacken über die Verbindungskanäle sowie möglicherweise die Entwicklung des Grundwasserspiegels einbeziehen (siehe das folgende Kapitel 4.4).

Ab Juli '96 bis zum Ende der Beobachtungsperiode im Mai '97 entwickeln sich die Wasserstände aller Lacken parallel, wobei die Lange Lacke einen deutlich höheren Wasserstand als 1995 aufweist.

### 4.4. Die Wasserführung der Kanäle

Während 1995 alle Kanäle mit Ausnahme des Hauptkanals S Xixsee während des ganzen Jahres trocken waren oder stehendes Wasser führten, war im Abflußkanal der Östlichen Wörtenlacke bis in den Juli hinein eine beträchtlicher Abfluß zu beobachten. Allerdings versickerte der weitaus überwiegende Teil dieses Wassers, bevor es die Lange Lacke erreichte.

Eine direkte Verbindung zwischen Grundwasser und Lackenwasser besteht über die Fischteiche nordnordöstlich vom Seewinkelhof, die vom Grundwasser gespeist werden und die Lange Lacke als Vorfluter benutzen. Der Kanal Fischteiche - Lange Lacke führte bis Juli und ab Oktober 1995 stehendes Wasser.

-

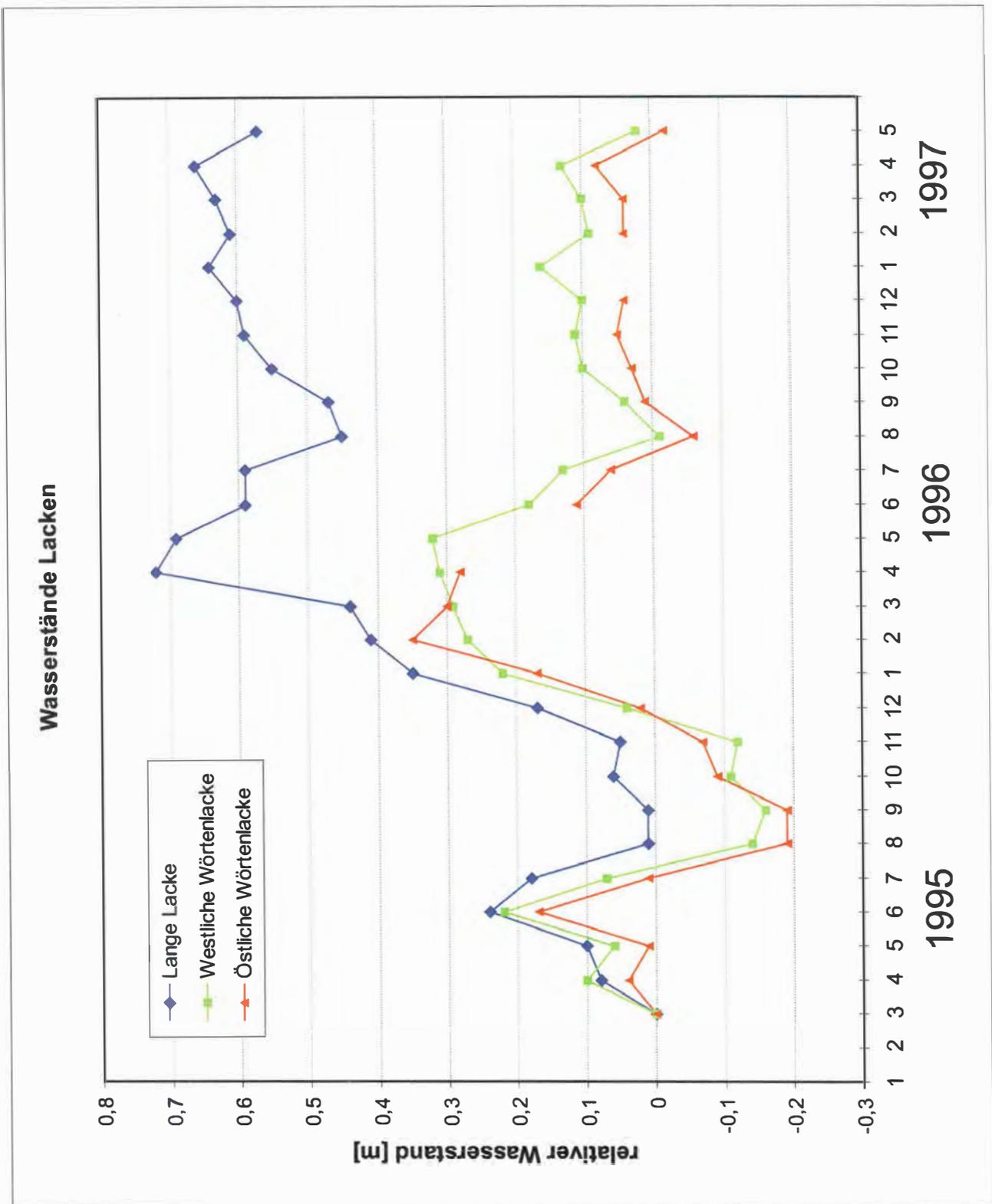


Abb .7: Entwicklung der relativen Wasserstände der Lacken

Um den Einfluß der Entwässerungskanäle auf den Wasserhaushalt der Lacken quantifizieren zu könne, wurden an allen bedeutenden Kanälen bei Hochstand (29.3.96, 26.4.97) bzw. Tiefstand (29.7.96) von Grund- und Lackenwasser Abflußmessungen durchgeführt.

Da in den Kanälen großteils mit äußerst geringen Fließgeschwindigkeiten und teilweise geringen Wassertiefen zu rechnen ist, wurden die Abflußmessungen nicht mit einer konventionellen Flügelradsonde, sondern mittels eines nach dem Prinzip der elektromagnetischen Induktion (Bewegung eines Leiters, d.h. des Wassers, in einem Magnetfeld) arbeitenden Gerätes ("FLOWMATE") ohne bewegliche Teile gemessen. Die Messungen erfolgten in mehreren Profilen über den gesamten durchströmten Querschnitt verteilt.

Im Arbeitsgebiet liegen folgende Kanäle:

Kanal	Wasserführung 1995	Wasserführung 1996
Kanal vom Xixsee nach S ("Hauptkanal")	ganzjährig	ganzjährig, meistens abgedämmt, dann relativ geringer Abfluß (Mai - Juli offen)
Kanal vom Zicksee zur Östlichen Wörtenlacke ("Kanal Zicksee")	Jänner – Juli, Oktober - Dezember	Ganzjährig
Kanal von der Östlichen Wörtenlacke zur Langen Lacke ("Abfluß Östliche Wörtenlacke")	Jänner – Juli, Dezember	Ganzjährig
Kanal von der Westlichen Wörtenlacke zur Langen Lacke ("Abfluß Westliche Wörtenlacke")	Jänner – Juli, Dezember	Ganzjährig
Kanal von den Fischteichen N Seewinkelhof zur Langen Lacke ("Kanal Fischteich")	Jänner – Juli, Oktober - Dezember	Ganzjährig
Kanal von der Langen Lacke zum Xixsee ("Abfluß Lange Lacke")	Ganzjährig	Ganzjährig (April – Juni: Wehr von Langer Lacke überströmt)
Kanal von der Östlichen zur Westlichen Wörtenlacke ("Verbindung Wörtenlacken")	Jänner – Juli, Oktober - Dezember	Ganzjährig
Kanal im SE der Östlichen Wörtenlacke ("Kanal Huldenlacke")	Dezember	Jänner - Mai

Tab. 3: Wasserführung der Kanäle

	Datum	29.3.96	29.7.96	26.4.97
Hauptkanal (Straße Apetlon)	Querschnittsfläche [m <sup>2</sup> ]	0,042	0,13	0,15
	Wasserhöhe [cm]	7	15	17
	Mittl. Geschw. [m/s]	1,279	0,046	0,722
	Durchfluß [l/s]	53,7	5,98	108,3
Hauptkanal (bei Pegel K-M)	Querschnittsfläche [m <sup>2</sup> ]			0,22
	Wasserhöhe [cm]	n.b.	n.b.	26
	Mittl. Geschw. [m/s]			0,406
	Durchfluß [l/s]			89,3
Abfluß Lange Lacke	Querschnittsfläche [m <sup>2</sup> ]			2,01
	Wasserhöhe [cm]	n.b.	n.b.	70
	Mittl. Geschw. [m/s]			0,05
	Durchfluß [l/s]			100,5
Abfluß Östliche Wörtenlacke	Querschnittsfläche [m <sup>2</sup> ]	0,23	0,18	0,33
	Wasserhöhe [cm]	23	18	35
	Mittl. Geschw. [m/s]	0,017	0,053	0,187
	Durchfluß [l/s]	3,91	9,54	61,7
Kanal Zicksee	Querschnittsfläche [m <sup>2</sup> ]	0,717	0,295	1,05
	Wasserhöhe [cm]	36	18	45
	Mittl. Geschw. [m/s]	0,003	0,05	0,07
	Durchfluß [l/s]	2,15	14,75	69,3
Abfluß Westliche Wörtenlacke	Querschnittsfläche [m <sup>2</sup> ]	0,46	0,14	0,23
	Wasserhöhe [cm]	34	19	28
	Mittl. Geschw. [m/s]	0,031	0,045	0,021
	Durchfluß [l/s]	14,26	6,3	4,80
Kanal Fischteich	Querschnittsfläche [m <sup>2</sup> ]	0,26	0,26	0,26
	Wasserhöhe [cm]	Rohr voll	Rohr voll	Rohr voll
	Mittl. Geschw. [m/s]	0,02	0,03	0,03
	Durchfluß [l/s]	5,2	7,8	7,8
Kanal Huldenlacke	Querschnittsfläche [m <sup>2</sup> ]	0,02	-	-
	Wasserhöhe [cm]	5	0	0
	Mittl. Geschw. [m/s]	0,006	-	-
	Durchfluß [l/s]	0,12	-	-

Tab. 4: Abflußmessungen an den Kanälen

Die Abflußmenge in den Kanälen zu den Meßzeitpunkten weisen unterschiedliche Tendenzen auf. Beispielsweise betrug der Abfluß im Kanal Zicksee im März '96 bei einer Querschnittsfläche im Meßprofil von ca. 0,7 m<sup>2</sup> nur etwas über 2 l/s, während im Juli '96 bei nur 0,3 m<sup>2</sup> Querschnittsfläche beinahe 15 l/s abflossen. Wahrscheinlich kam es im März aufgrund des hohen Lackenwasserspiegels der Östlichen Wörtenlacke zu einem Rückstau in den Kanal und dadurch zu einem verminderten Zufluß. Ähnliche Verhältnisse können im Kanal Fischteich

sowie beim Abfluß der Östlichen Wörtenlacke in Bezug auf die Lange Lacke beobachtet werden.

Unter Berücksichtigung der Abflüsse in den Kanäle können auch die Wasserstandsganglinien der Lacken im Frühjahr '96 besser erklärt werden: Bis zum Jänner zeigen alle 3 Lacken einen gleichmäßigen starken Anstieg des Wasserstandes. Mit Februar vermindert sich der Anstieg in Langer Lacke und Westlicher Wörtenlacke deutlich, läuft aber in diesen beiden Lacken bis zum März weiter parallel. In der Östlichen Wörtenlacke hält der starke Anstieg des Wasserspiegels im Februar noch an, um dann ab März plötzlich abzusinken. Der Anstieg von Langer Lacke und Westlicher Wörtenlacke bei gleichzeitigem Abfall des Wasserspiegels in der Östlichen Wörtenlacke weist darauf hin, daß die beiden erstgenannten Lacken über die Kanäle von der Östlichen Wörtenlacke massiv mit Wasser dotiert werden, während der Zufluß zur Östlichen Wörtenlacke über den Kanal Zicksee diesen Verlust nicht ausgleichen kann.

#### **4.5. Ergebnisse der Wasserstandsmessungen der Oberflächengewässer**

- Die Wasserspiegel der Lacken gehen in gedämpfter Form parallel mit den Ganglinien des Grundwassers
- Ein Anstieg der Wasserspiegel ist vor allem auf die Frühjahrsniederschläge zurückzuführen
- Aus den Wasserständen in den Kanälen kann infolge von Rückstaueffekte nicht direkt auf den Abfluß geschlossen werden

## 5. ISOTOPENHYDROLOGIE

Lackenwasser, in dem sich als Folge der starken Verdunstung die schweren Isotope  $^2\text{H}$  und  $^{18}\text{O}$  anreichern, unterscheidet sich isotopisch deutlich von Grundwasser, das vor allem durch versickertes Niederschlagswasser gebildet wird. Dieses liegt in seiner isotopischen Zusammensetzung im  $\delta^2\text{H}$ - $\delta^{18}\text{O}$ -Diagramm auf der meteorischen Geraden. Ein Abstrom von Lackenwasser ins Grundwasser sollte sich deshalb durch eine Änderung der Isotopenzusammensetzung des davon betroffenen Grundwassers in Form einer Anreicherung der schweren Isotope von Wasserstoff und Sauerstoff bemerkbar machen.

Tritiumanalysen erlauben Aussagen über die zeitliche Komponente der Wechselwirkung Grundwasser – Lackenwasser. Der  $^3\text{H}$ -Gehalt des Lackenwassers liegt im Bereich des Jahresmittels des Niederschlages, während die oberflächennahen Grundwässer des Seewinkels relativ heterogene Tritiumwerte aufweisen, wobei die Verweilzeiten durchwegs im Bereich einiger Jahre bis Jahrzehnte liegen (BVFA ARSENAL 1991).

Isotopenanalysen von aus Kernbohrungen schichtweise extrahiertem Wasser geben Aufschluß über die vertikale Verteilung des von Lackenwasser beeinflussten Grundwassers (innerhalb des obersten Grundwasserleiters).

### 5.1. Sauerstoff-18

#### 5.1.1. Oberflächenwasser

Abb. 8 zeigt die enge Beziehung zwischen Niederschlagswasser und Lackenwasser. Aus den Werten vom Frühjahr 1993 ist deutlich abzulesen, daß die (ausgetrocknete) Lacke mit aktuellem Niederschlagswasser gefüllt wird. Die Isotopenverhältnisse der Lackenwässer zeigen den zu erwartenden typischen Verlauf von stehenden Gewässern, die einer starken Verdunstung ausgesetzt sind (Abb. 9). In der Periode stärkster Verdunstung im Sommer und Herbst ist eine deutliche Anreicherung der schweren Isotope zu beobachten.

Das starke Niederschlagsereignis Anfang Juni '95 ist deutlich durch einen Knick in der Anreicherungskurve zu erkennen. Zwischen den zwei Probenahmestellen im Norden und im Süden der Langen Lacke ist trotz der dort unterschiedlichen Wassertiefen kein Unterschied festzustellen. Augenscheinlich ist die Durchmischung des Lackenwassers ausreichend, die zu vermutenden Unterschiede auszugleichen. Westliche und Östliche Wörtenlacke zeigen einen der Langen Lacke vergleichbaren Verlauf, beim Zicksee hingegen ist der Jahrgang

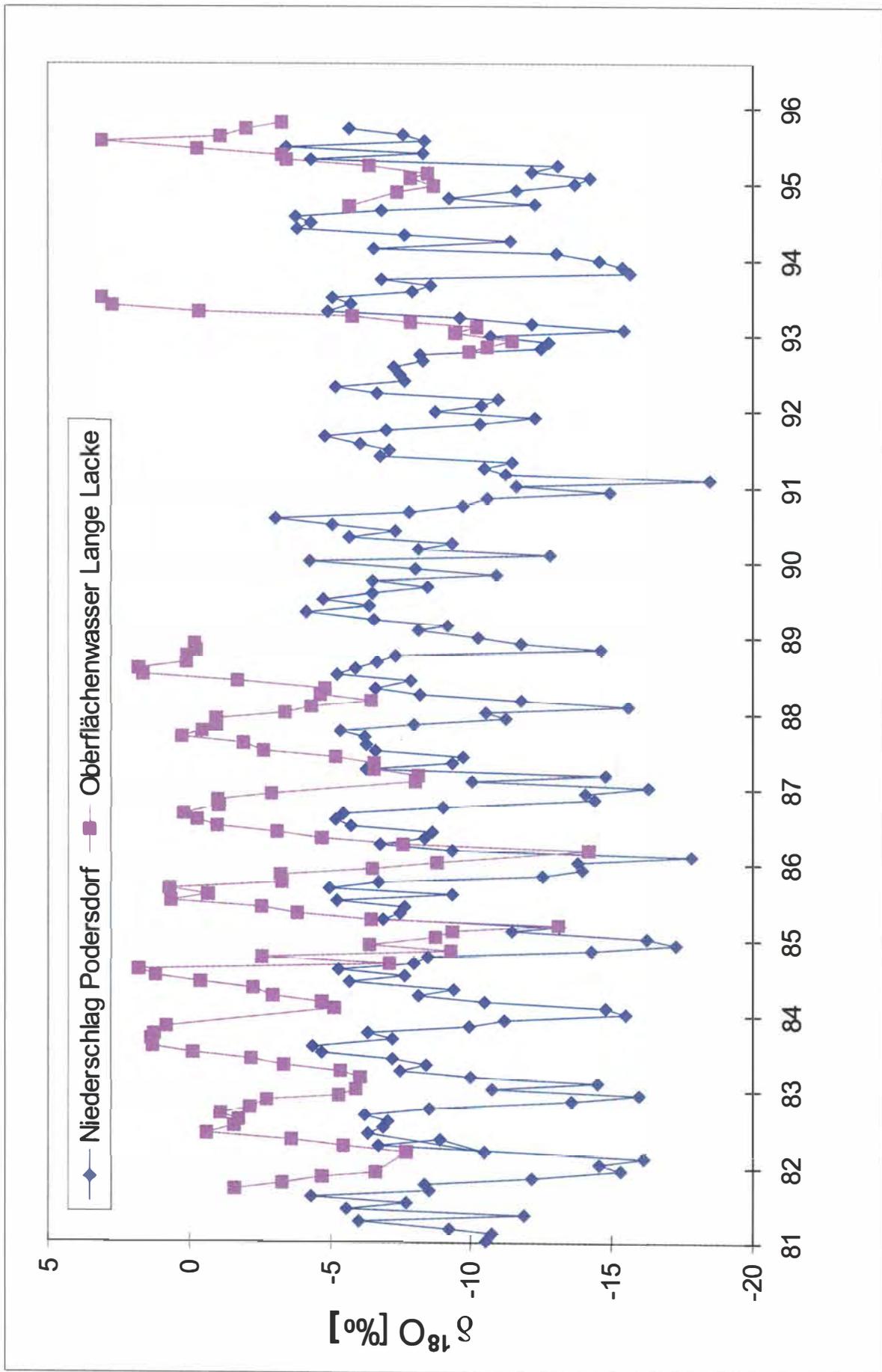


Abb. 8: Vergleich der  $^{18}\text{O}$ -Gehalte Niederschlag - Lackenwasser

# $^{18}\text{O}$ -Gehalt des Oberflächenwassers

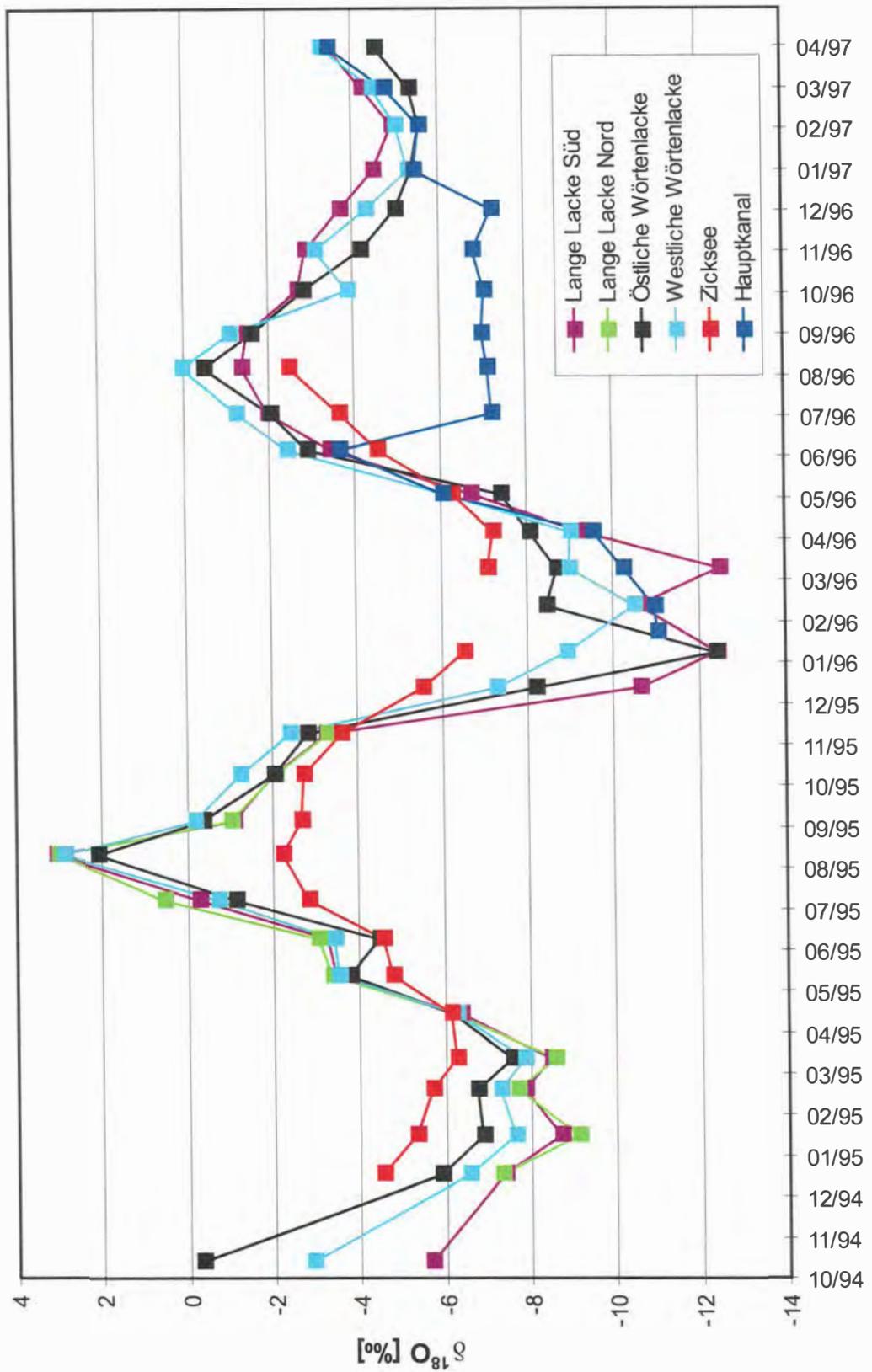


Abb. 9: Variation der  $^{18}\text{O}$ -Gehalte der Oberflächenwässer

deutlich gedämpft, was auf eine längere Verweilzeit des Wassers und Grundwassereinfluß hinweist.

Im Feber '96 steigt der  $^{18}\text{O}$ -Gehalt der Östlichen Wörtenlacke stark an. Dies könnte auf einen Zustrom von Wasser aus dem Zicksee zurückzuführen sein.

Der Hauptkanal zeigt von Jänner bis Mai '96 Isotopenverhältnisse vergleichbar denen der Lacken bzw. des Niederschlags, d. h. daß über den Hauptkanal während dieses Zeitraumes aktuelles Niederschlagswasser abgeführt wurde. Ab Juni bzw. Juli '96 liegen die Isotopenverhältnisse  $\pm$  konstant bei ca.  $-7\text{‰}$   $\delta^{18}\text{O}$ . Die Konstanz dieses Wertes läßt auf Grundwasser schließen, während der Absolutwert auf von Lackenwasser beeinflusstes Grundwasser hinweist. Ab Jänner '97 führt der Hauptkanal wieder aktuelles Niederschlagswasser ab.

### **5.1.2. Grundwasser**

#### 5.1.2.1. Übersichtsprobenahmen

Übersichtsbeprobungen, d.h. die zeitgleiche Entnahme von Grundwasserproben an einer möglichst großen Anzahl von Probenahmepunkten im gesamten Untersuchungsgebiet wurden bei tiefem Grundwasserstand im Oktober 1992 (36 Brunnen) sowie bei Grundwasserhochstand im Mai 1995 (29 Brunnen) durchgeführt. Dabei zeigte sich eine charakteristische Anreicherung von  $^2\text{H}$  und  $^{18}\text{O}$  in einigen lokal begrenzten Bereichen. Im  $\delta^2\text{H}$ - $\delta^{18}\text{O}$ -Diagramm (Abb. 10) liegen diese Grundwässer auf derselben Anreicherungsgeraden, wie sie durch langjährige Meßreihen für die Lange Lacke ermittelt wurde. Dies deutet darauf hin, daß es sich hierbei um versickertes Lackenwasser bzw. von versickertem Lackenwasser beeinflusstes Grundwasser handelt. Ein weitere Hinweis darauf ist die Tatsache, daß sich das isotopisch angereicherte Wasser nur in Bereichen findet, die in Bezug auf das Grundwassergefälle in Abströmrichtung der Langen Lacke bzw. der Westlichen Wörtenlacke liegen. Das angereicherte Wasser im E des Untersuchungsgebietes ist vermutlich auf den Einfluß der Sechsmahdlacke bzw. des St. Andräer Zicksees zurückzuführen.

Die Ergebnisse vom Herbst '92, die sich auf Grundwassertiefstand beziehen (Abb. 11), können für das Frühjahr 1995 (Grundwasserhochstand) vollinhaltlich bestätigt werden (Abb. 12). Die von Lackenwasser beeinflussten Grundwasserkörper südlich der Westlichen Wörtenlacke und südöstlich des Zicksees sind sowohl bezüglich ihrer Ausdehnung als auch dem Ausmaß der Lackenwasserbeeinflussung identisch. Im Bereich südlich und südöstlich der Langen Lacke hat sich der von Lackenwasser beeinflusste Grundwasserkörper sowohl bezüglich der Intensität der Lackenwasserbeeinflussung als auch bezüglich seiner Ausdehnung leicht verändert. Beeinflussung durch Lackenwasser ist jetzt auch weiter im

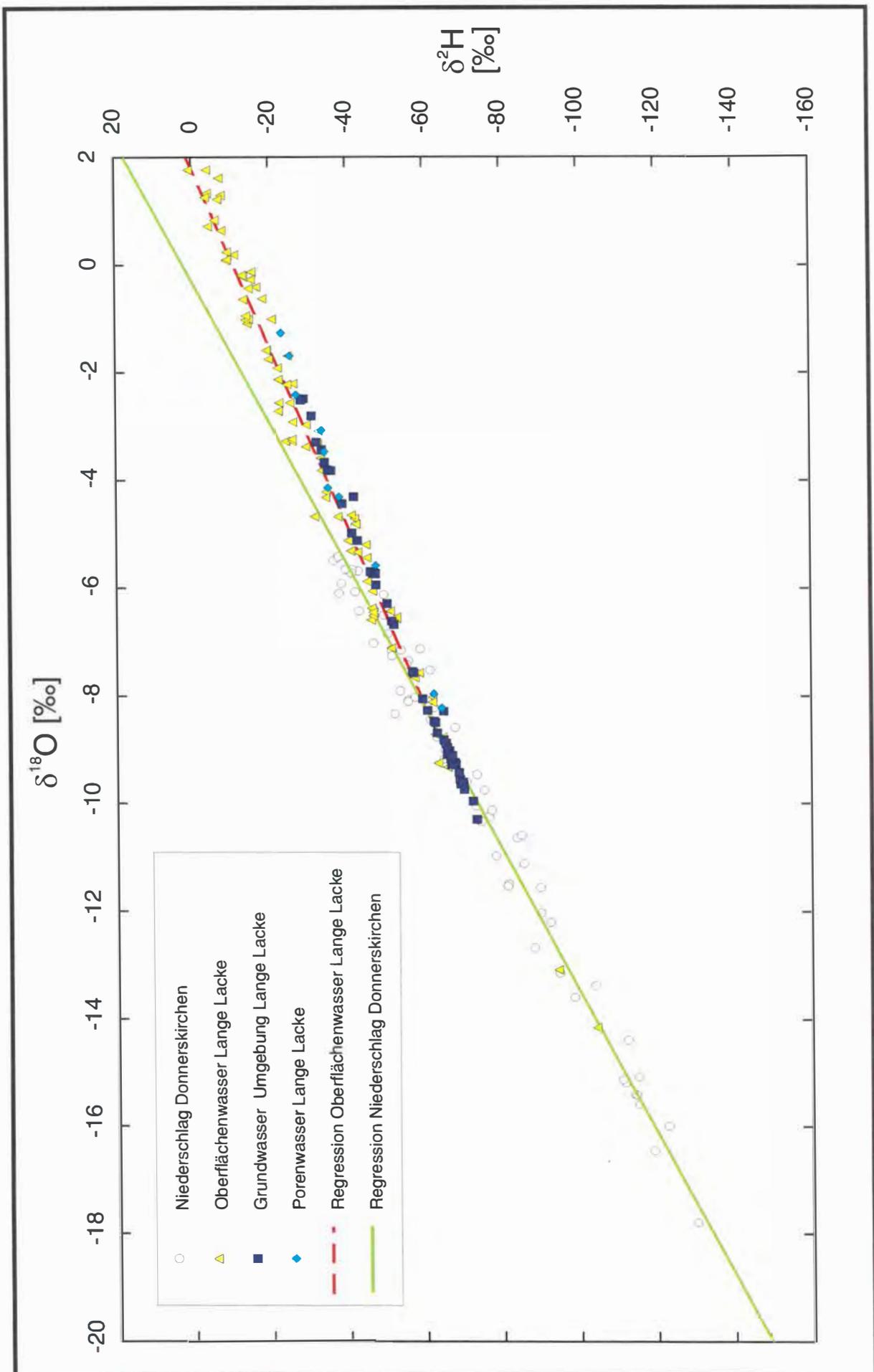
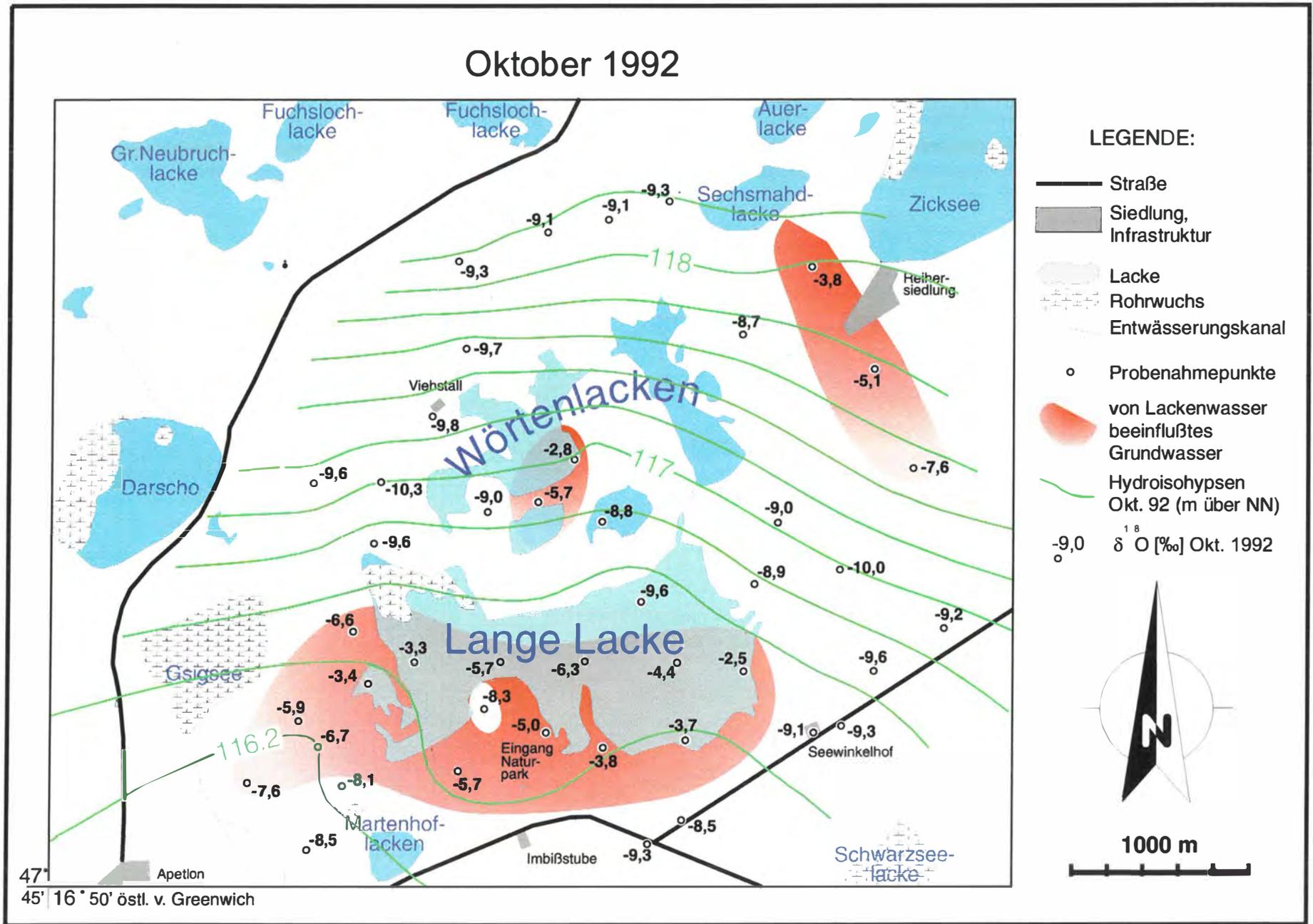


Abb. 10: Vergleich der Gehalte von  $^2\text{H}$  und  $^{18}\text{O}$  in Grundwasser, Oberflächenwasser und Niederschlag

Abb. 11: Regionale Verteilung lackenwasserbeeinflussten Grundwassers im Oktober 1992





Südosten (Brunnen 109) festzustellen, sowie im Süden im Brunnen K10; dieser wurde allerdings im Herbst '92 nicht beprobt. Bei allen Probenahmestellen mit Vergleichswerten aus beiden Jahren hat der Lackenwassereinfluß - außer bei Brunnen 109 - deutlich abgenommen. Dies könnte - in Verbindung mit niedrigeren Tritiumwerten (siehe Kapitel Tritium) und vorbehaltlich einer Verifizierung durch längerdauernde Meßreihen - auf eine durch Anhebung des Grundwasserspiegels kontinuierlich verlangsamte Versickerung von Lackenwasser in Verbindung mit einem zunehmenden Zustrom von nicht von Lackenwasser beeinflusstem Grundwasser zu den Brunnen aufgrund des hohen Grundwasserspiegels in diesem Gebiet interpretiert werden.

Für die graphische Darstellung in den Abb. 11 und Abb. 12 wurde zur Veranschaulichung der Verhältnisse als Grenzwert für lackenwasserbeeinflusstes Grundwasser ein Wert  $\geq -8,0$  ‰  $\delta^{18}\text{O}$  festgelegt. Es besteht ein gradueller Übergang zum lackenwasserfreien Grundwasser ( $\delta^{18}\text{O}$  von  $-9$  bis  $-10$  ‰).

Im von Lackenwasser beeinflussten Grundwasserkörper S der Langen Lacke bilden die Brunnen 13 und 28, die normales Grundwasser führen, eine Ausnahme. Dies ist durch die an diesen Lokalitäten spezifischen Untergrundverhältnisse zu erklären, worauf im Kapitel Geologie und Geophysik näher eingegangen wird.

#### 5.1.2.2. Bohrungen

Abb. 13 zeigt die  $\delta^{18}\text{O}$ -Tiefenprofile der Kernbohrungen LL11-LL13. Die am Lackenrand gelegene Bohrung LL11 zeigt eine deutliche Anreicherung von  $^{18}\text{O}$  in der ungesättigten Zone. Dies ist vermutlich auf eine Kombination des Einflusses von Verdunstung und versickerndem Lackenwasser zurückzuführen. Der Grundwasserkörper zeigt mit  $-7,2$  ‰  $\delta^{18}\text{O}$  eine homogene Verteilung von Lackenwasser bis zum Grundwasserstauer, der durch niedrigeren  $^{18}\text{O}$ -Gehalte charakterisiert ist ( $\delta^{18}\text{O}$  von  $-8,5$  ‰ bis  $-10$  ‰).

Bei den Bohrungen LL12 und LL13 ist in der ungesättigten Zone ein niedrigerer  $^{18}\text{O}$ -Gehalt als im Grundwasser festzustellen. Dies ist auf das Versickern von Niederschlagswasser zurückzuführen. Der Grundwasserleiter zeigt mit  $-4$  bzw.  $-5$  ‰ eine deutliche Anreicherung. Auch hier dürfte der Lackenwassereinfluß über die gesamte Mächtigkeit des Grundwasserleiters gleichmäßig sein. Der Grundwasserstauer ist wiederum durch niedrigere  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte ( $-8$  bzw.  $-10$  ‰) gekennzeichnet.

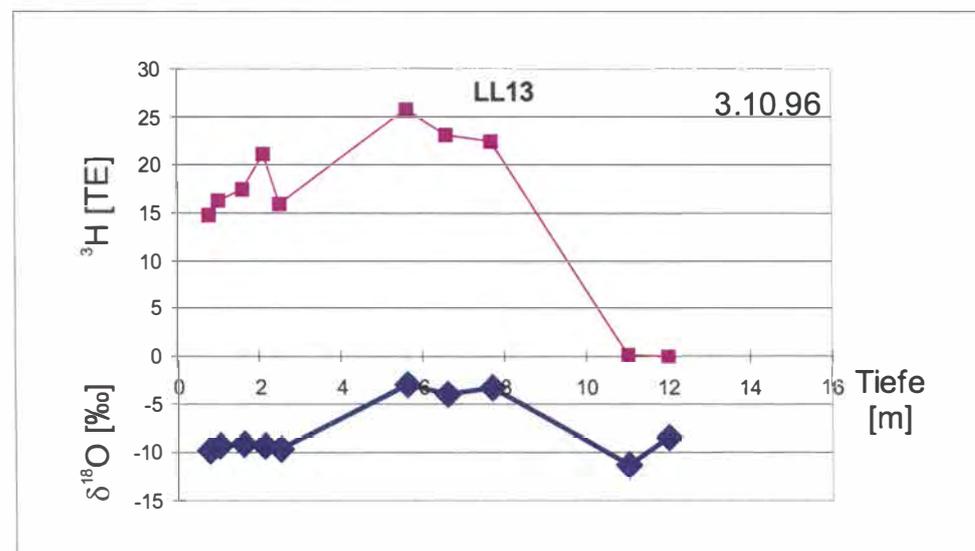
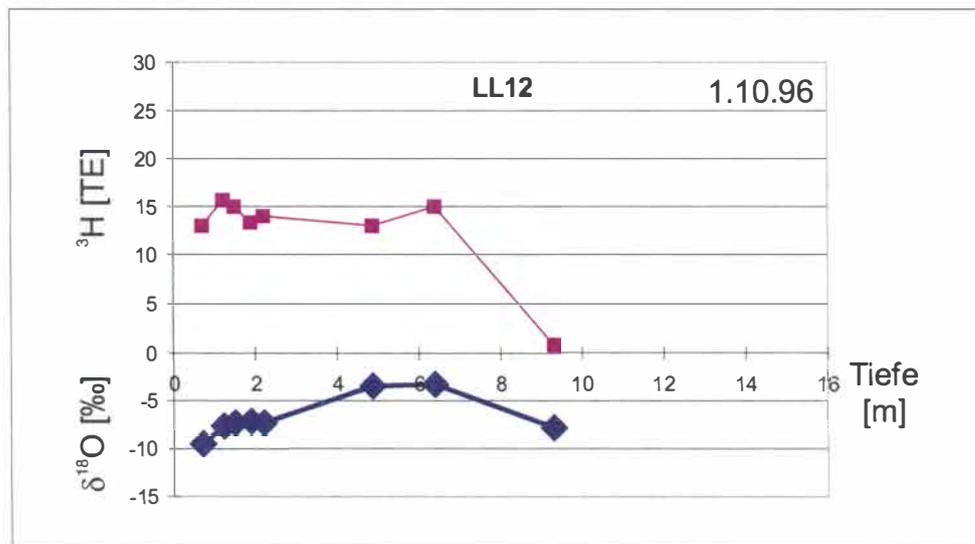
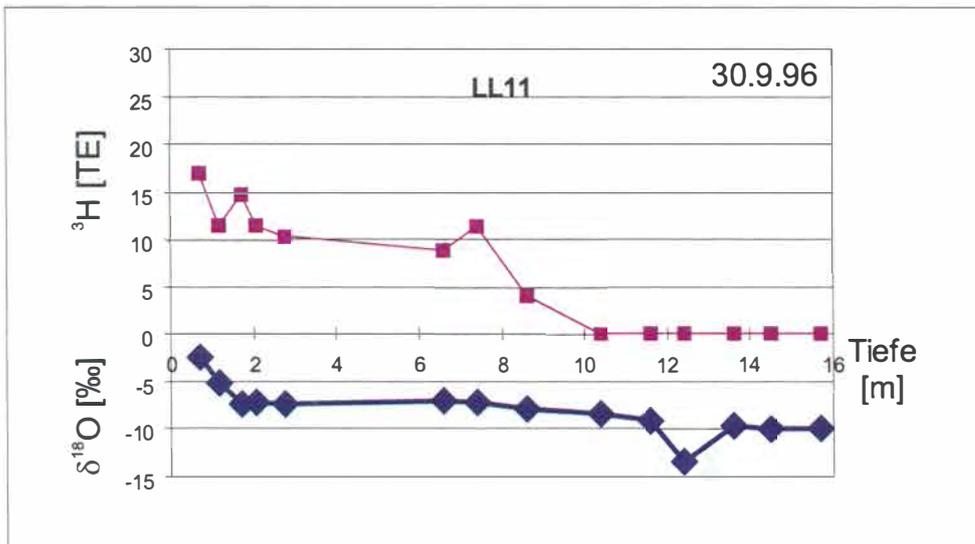


Abb. 13: Isotopische Profile durch den Grundwasserleiter

# $^{18}\text{O}$ -Gehalt des Grundwassers

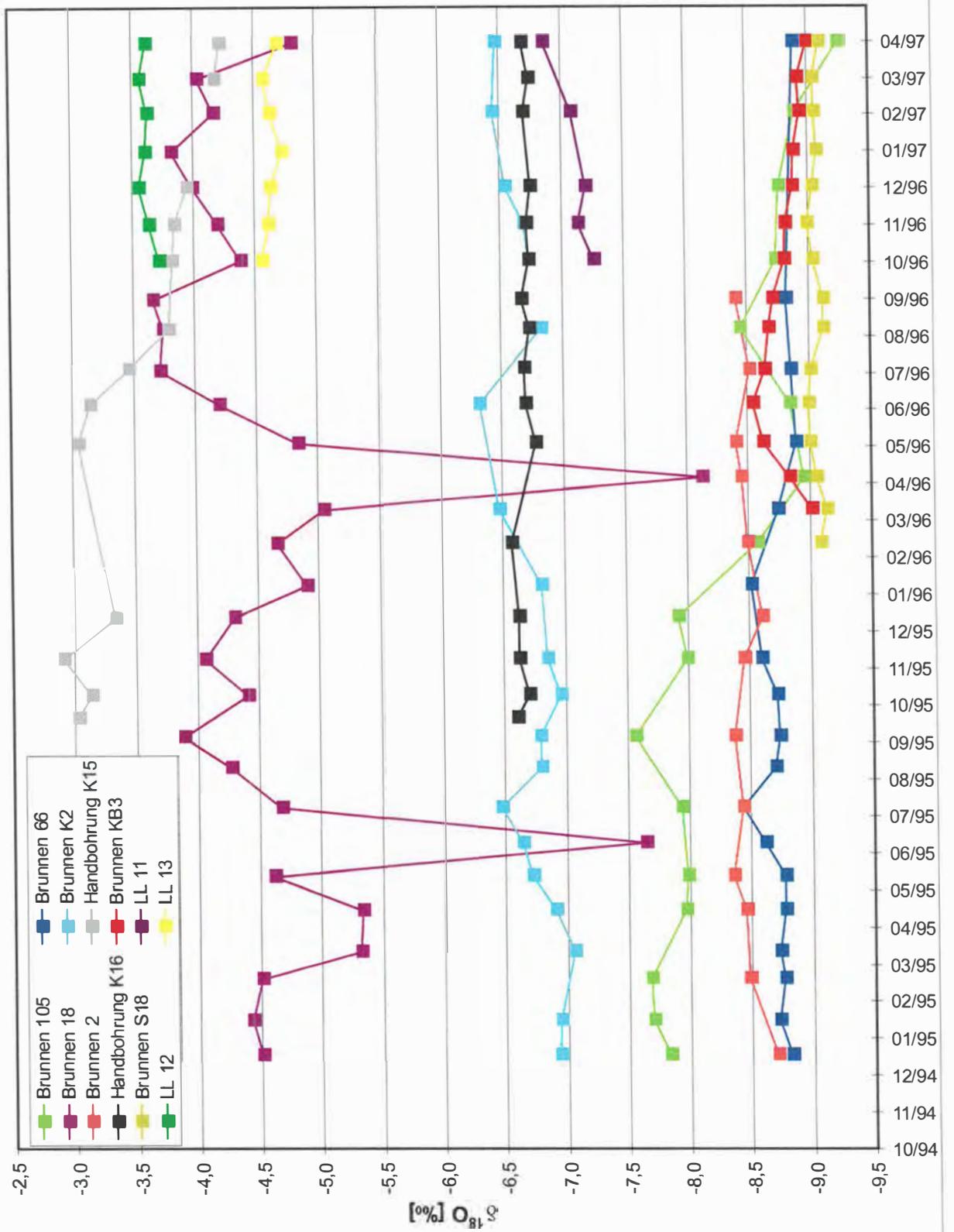


Abb. 14: Zeitliche Entwicklung der  $^{18}\text{O}$ -Gehalte unterschiedlicher Grundwasserprobenahmepunkte

### 5.1.2.3. Zeitreihen

Zur Erfassung der Dynamik des Wasseraustausches zwischen Langer Lacke und dem Grundwasser wurden bei 3 Grundwasserbrunnen mit Lackenwassereinfluß monatlich Isotopenmessungen durchgeführt (Abb. 14). Zum Vergleich wurden auch 2 Brunnen ohne Lackenwassereinfluß untersucht. Während bei den nicht von Lackenwasser beeinflussten Brunnen 2 und 66 kein ausgeprägter Jahresgang zu beobachten ist, weisen die anderen Brunnen, die mehr oder weniger von Lackenwasser beeinflusst sind, einen deutlichen Jahresgang auf. Dieser ist am stärksten beim sehr seichten Brunnen 18 ausgeprägt. Hier fällt auch der deutlich erniedrigte  $^{18}\text{O}$ -Gehalt im Juni '95 und im April '96 auf, was auf einen Niederschlagswassereinfluß infolge der starken Regenfälle Anfang Juni zurückgeführt werden kann.

Der Brunnen 105 zeichnet sich in den Jahren 1995 und 1996 durch einen deutlich sinkenden  $^{18}\text{O}$ -Gehalt aus. Dies ist ein Hinweis auf eine Verdünnung des von Lackenwasser beeinflussten Grundwassers durch lackenwasserfreies Grundwasser. Handbohrung K15 zeigt eine ähnliche Tendenz. Hier kann von einer Verdünnung mit  $^{18}\text{O}$ -armem aktuellem Lackenwasser ausgegangen werden.

## 5.2. Tritium

### 5.2.1. Oberflächenwasser

Der Tritiumgehalt der Lackenwässer zeigt einen ausgeprägten Jahresgang, der auf die jahreszeitliche Variation des Tritiumgehaltes im Niederschlag zurückzuführen ist (Abb. 15, Abb. 16). Dieser Jahresgang ist, ebenso wie bei  $^{18}\text{O}$ , bei der Langen Lacke am stärksten ausgeprägt, beim Zicksee hingegen deutlich abgeschwächt. Daraus läßt sich das Ausmaß des Einflusses des aktuellen Niederschlags auf den Lackenwasserhaushalt ableiten. Aus dem Verlauf des Tritiumgehaltes der Langen Lacke im Herbst '92 und Frühjahr '93 wird deutlich, daß die im Sommer 1992 ausgetrocknete Lange Lacke ausschließlich mit Niederschlagswasser gefüllt wird.

Der Tritiumgehalt der Östlichen Wörtenlacke steigt im Feber '96 plötzlich auf einen mit dem Zicksee vergleichbaren Wert an. Dies deutet, ebenso wie der zeitgleiche Anstieg im  $^{18}\text{O}$ , auf einen Zustrom von Wasser aus dem Zicksee hin. Der im Mittel höhere  $^3\text{H}$ -Gehalt des Zicksees deutet auf eine höhere Verweilzeit des Wassers bzw. auf Grundwassereinfluß hin.

Der Hauptkanal führt bis in den Juni '96 Wasser, das aufgrund des Tritiumgehaltes mit den Lackenwässern bzw. dem aktuellen Niederschlagswasser vergleichbar ist. Ab Juli '96 steigt der Tritiumgehalt stark an auf ca. 27 TE. Dies entspricht einem Grundwasser mit einer mittleren Verweilzeit von mehr als 10 Jahren.

### 5.2.2. Grundwasser

Bei den regelmäßig beprobten Feldbrunnen konnten nur geringfügige jahreszeitliche Schwankungen im Tritiumgehalt festgestellt werden, die über den Meßfehlerbereich hinausgehen (Abb. 17). Am ausgeprägtesten sind diese bei den Brunnen 2 und 105. Der im Mittel leichte Rückgang der  $^3\text{H}$ -Gehalte während des Untersuchungszeitraumes entspricht dem allgemeinen Rückgang des  $^3\text{H}$ -Gehaltes in der Umwelt (siehe auch Abb. 15). Die Tritiumgehalte der in der Übersichtsbeprobung (Abb. 19) untersuchten Grundwässer ergeben ein sehr heterogenes Bild, was die Aussage von 1992 (BVFA ARSENAL 1992) erhärtet, daß es sich im Bereich der Langen Lacke um kleinräumige grundwasserführende Bereiche mit geringer Horizontalbewegung und schlechter Durchmischung handelt, wodurch die ein breites Altersspektrum widerspiegelnde Verteilung der Tritiumwerte erklärt werden kann.

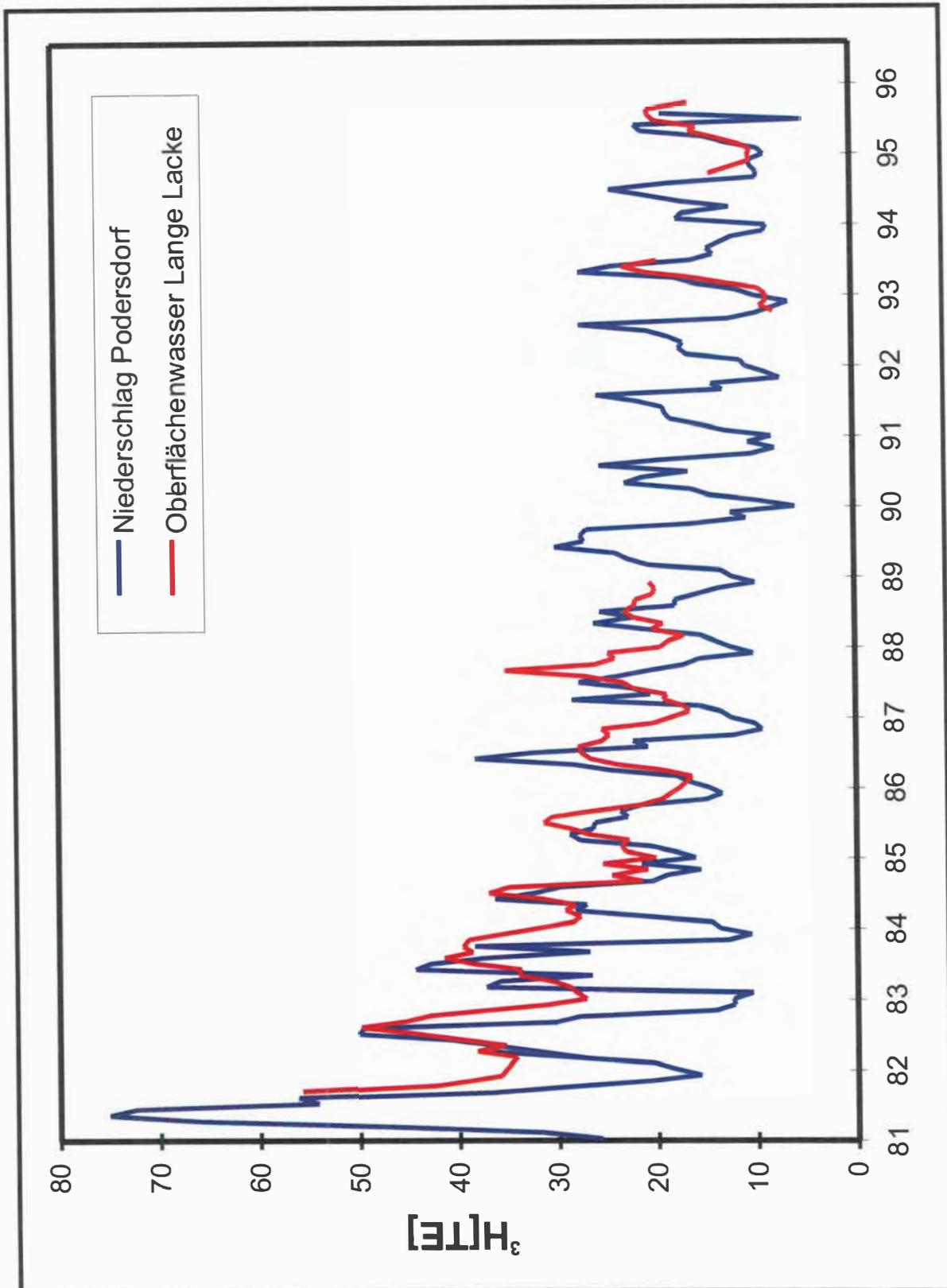


Abb. 15: Vergleich der  $^3\text{H}$ -Gehalte Niederschlag - Lackenwasser

# $^3\text{H}$ -Gehalt des Oberflächenwassers

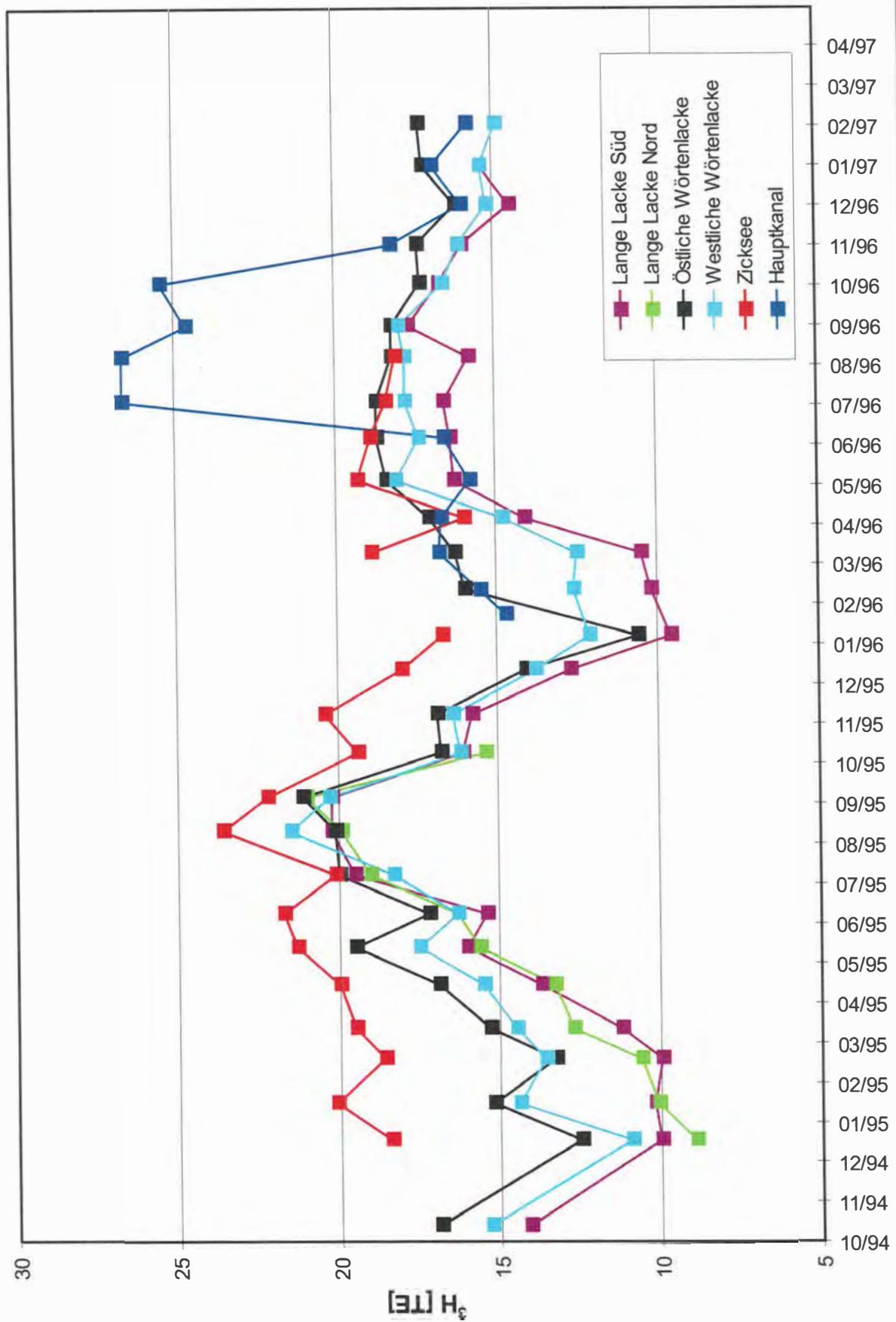


Abb. 16: Variation der  $^3\text{H}$ -Gehalte der Oberflächenwässer

### 5.2.3. Bestimmung der Verweilzeit der Grundwässer

Neben einigen Grundaussagen - z.B.:  $^3\text{H}$ -freies Wasser stammt aus Niederschlägen der "Vorbombenzeit" und ist somit älter als 45 Jahre bzw.  $^3\text{H}$ -reiches Wasser enthält hohe Anteile aus den sechziger Jahren - beruhte die Altersdatierung von Wässern mit Hilfe von  $^3\text{H}$ -Messungen in den letzten drei Jahrzehnten vor allem auf der Anwendung von Modellrechnungen, die sich mit der Abbildung des langzeitlichen Verlaufes des  $^3\text{H}$ -Gehaltes der Niederschläge in hydrologischen Systemen befassen. Diese Aufgabe ist gleichbedeutend mit der Bestimmung der Altersverteilung des Wassers am Ausgang des hydrologischen Systems. Die üblicherweise angewandte Methode besteht darin, daß für ein - oder mehrere - die Strömungs- und Speichervorgänge beschreibende Modelle aus den bekannten Eingangsdaten ( $^3\text{H}$ -Gehalt des Niederschlags) die Ausgangsfunktion (zu erwartender Verlauf des  $^3\text{H}$ -Gehaltes in Abhängigkeit von der mittleren Verweilzeit) berechnet und mit den gemessenen Ausgangsdaten (z.B.  $^3\text{H}$ -Gehalt von Grundwasser) verglichen wird. Das Modell mit der besten Übereinstimmung wird dann zur Beschreibung des Strömungssystems herangezogen. Im allgemeinen wird für eine näherungsweise Abschätzung der Wasseralter ein exponentieller Abfluß angenommen (Exponentialmodell). Wie die Erfahrung zeigt, führt dieses Modell auch dann zu brauchbaren Ergebnissen - groben Abschätzungen der mittleren Verweilzeit - , wenn die Voraussetzungen nur teilweise erfüllt sind.

Als Eingangsgröße für die im vorliegenden Projekt verwendete Version des Exponentialmodells wurden die am ÖFPZ Arsenal vorliegenden  $^3\text{H}$ -Daten der Niederschläge bei der Station Apetlon verwendet, ergänzt durch Daten von Wien und Ottawa (zurückgehend bis 1953).

Die Ergebnisse der Modellrechnung sind in zwei Kurvenscharen (mittlere Verweilzeit  $< 20$  a bzw.  $\geq 20$  a) in Abb. 18 zusammengefaßt. Die beiden Kurvenscharen überschneiden sich. Daher ist für eine eindeutige Entscheidung, welches der beiden möglichen Wasseralter den Meßdaten einer Probenahmestelle zuzuordnen ist, ein längerer Beobachtungszeitraum notwendig. Von einigen Probenahmestellen liegen  $^3\text{H}$ -Daten aus dem Jahr 1992 vor (BVFA ARSENAL 1992), die bei der Abschätzung der Wasseralter berücksichtigt wurden.

Die ermittelten Verweilzeiten sind in Abb. 19 dargestellt. Die am häufigsten im gesamten Gebiet der Langen Lacke auftretenden durchschnittlichen Verweilzeiten des Grundwassers liegen bei 5-10 Jahren. Eine kürzere Verweilzeit weist ausschließlich das Grundwasser im Brunnen 66 auf (2-3 a). Auffallend sind weiters etliche über das gesamte Untersuchungsgebiet

# $^3\text{H}$ -Gehalt des Grundwassers

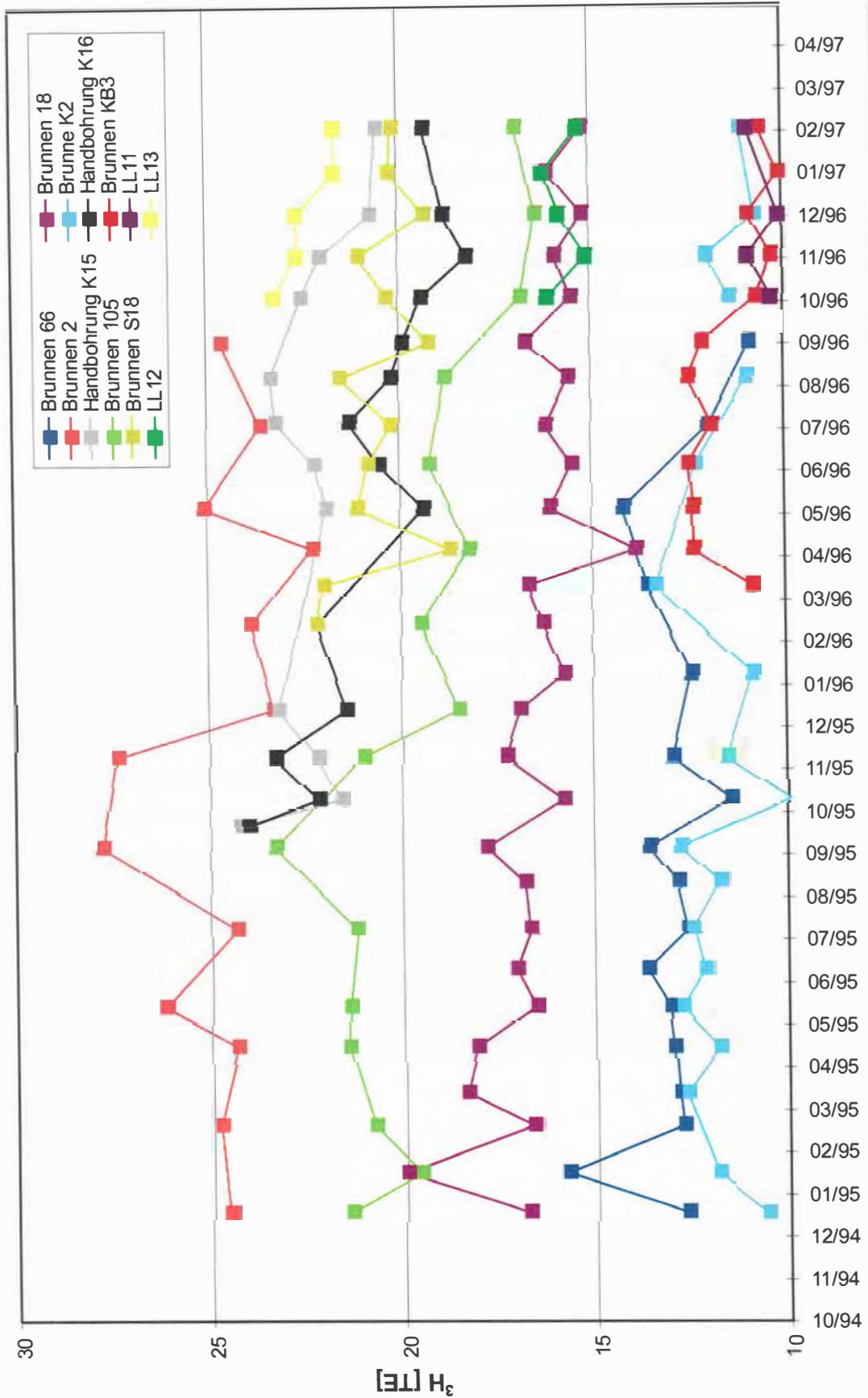


Abb. 17: Zeitliche Entwicklung der  $^3\text{H}$ -Gehalte unterschiedlicher Grundwasserprobenahmepunkte

Abb. 18: Modellkurven zur Bestimmung der mittleren Verweilzeit von Grundwässern

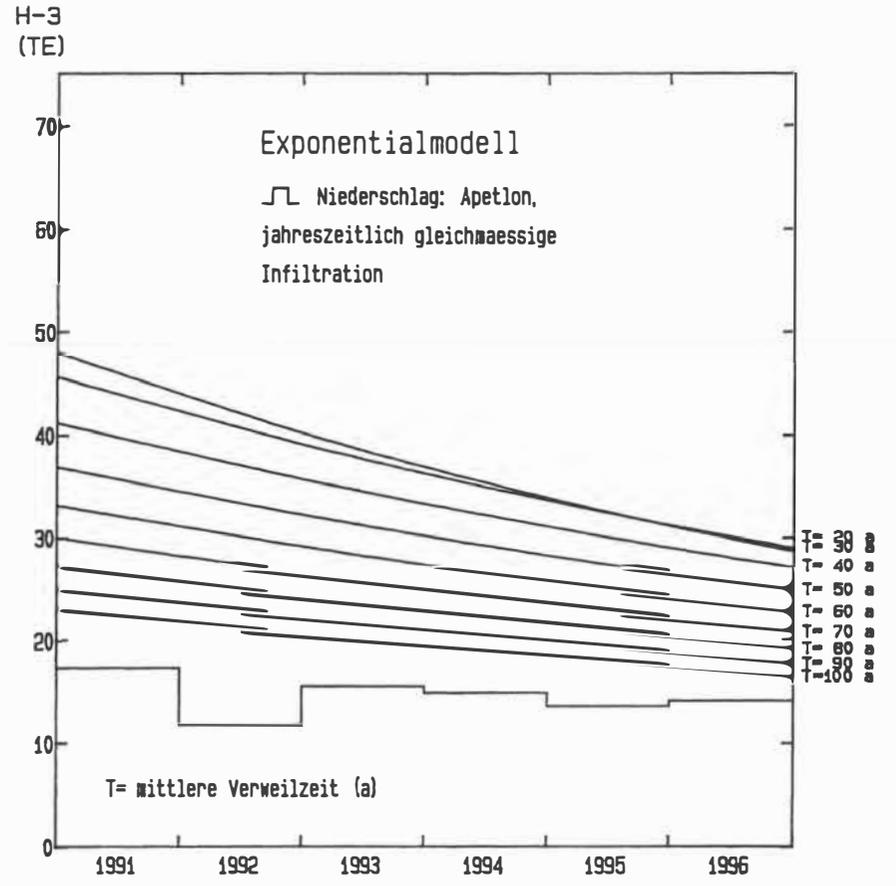
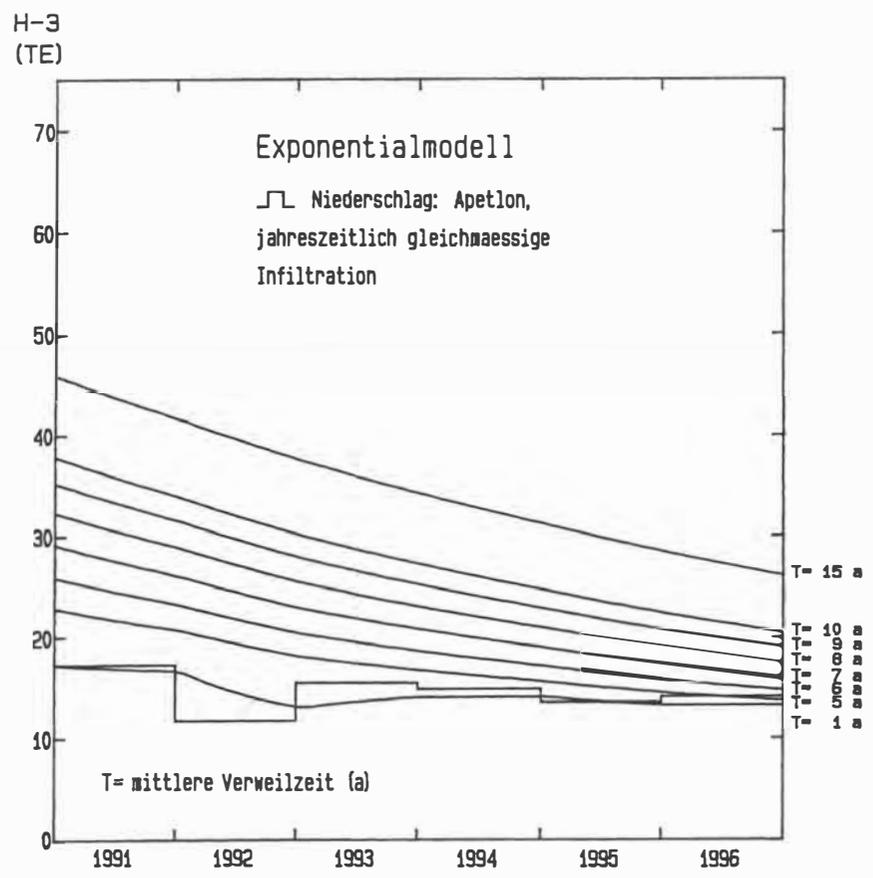
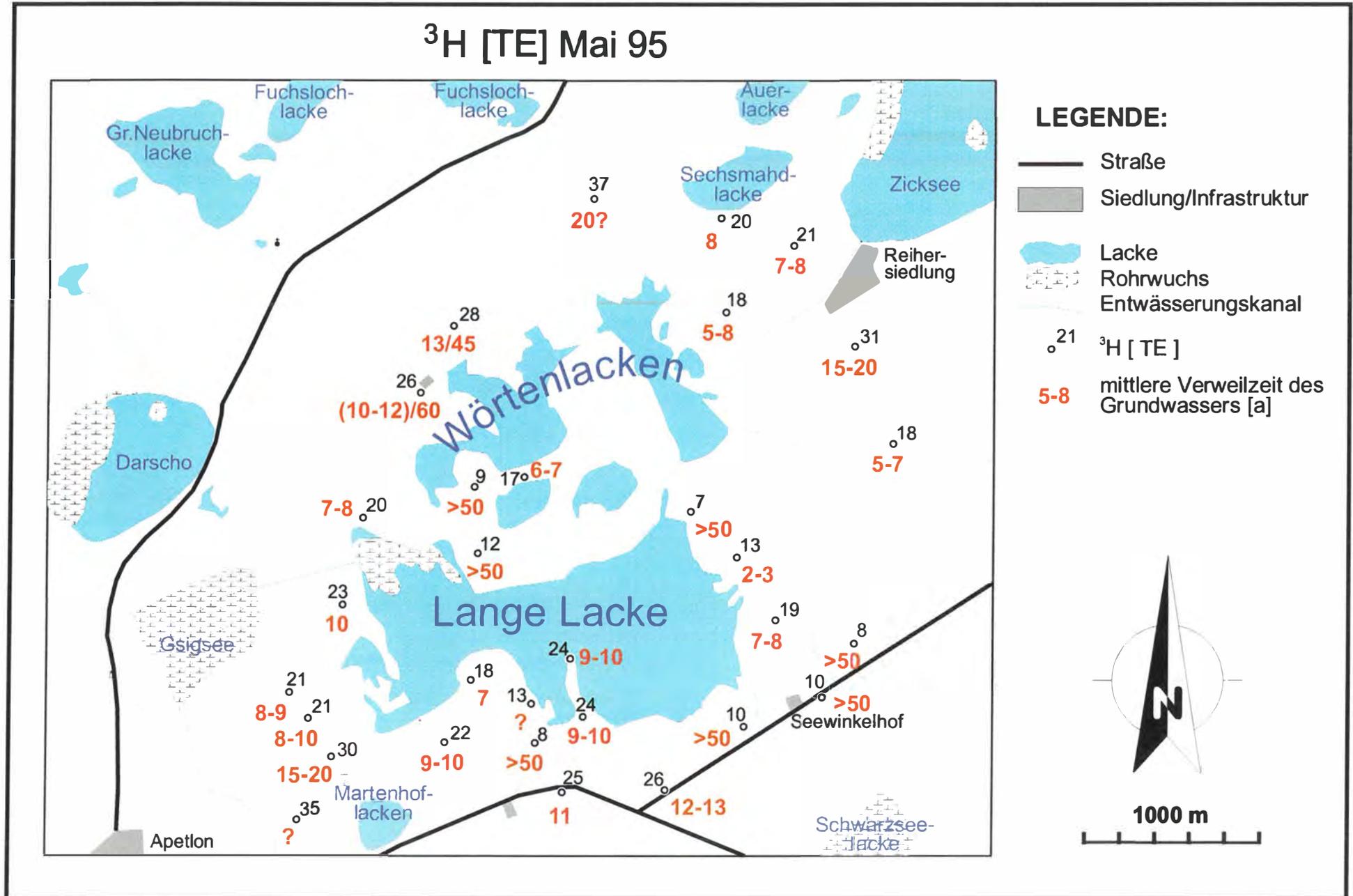


Abb. 19: Mittlere Verweilzeit des Grundwassers im Arbeitsgebiet im Mai 1995



verteilte Brunnen mit Verweilzeiten länger als 50 Jahre. Hierbei handelt es sich um altes  $\pm$  ortsfestes Grundwasser, das von einer kontinuierlichen Grundwasserneubildung nur wenig beeinflusst wird. Solches altes Grundwasser findet man bemerkenswerterweise auch in den zwei Pußtabrunnen südlich der Langen Lacke (Brunnen 27 und 28). Diese sehr seichten Brunnen führten während der letzten trockenen Jahre kaum Wasser. 1995 wurde eine ganzjährige Wasserführung beobachtet, wobei augenscheinlich infolge des regional höheren Grundwasserspiegels altes Wasser in diese Brunnen zutrat. Die mit einem Fragezeichen versehen Brunnen gehorchen nicht dem oben beschriebenen Exponentialmodell. Hier findet unter Umständen eine schubweise Erneuerung des Grundwassers in Abhängigkeit vom Grundwasserstand statt.

Interessant ist, daß das aus den auf der schmalen, jetzt vollständig überfluteten Halbinsel am S-Ufer der Langen Lacke gelegenen Handbohrungen K15 und K16 entnommene Wasser, welches aufgrund des hohen  $^{18}\text{O}$ -Gehaltes eine starke Lackenwasserbeeinflussung aufweist, eine mittlere Verweilzeit von mindestens 10 Jahren zeigt.

Brunnen 105 weist einen deutlich sinkenden Tritiumgehalt auf. Dies steht in Übereinstimmung mit dem zeitlichen Verlauf des  $^{18}\text{O}$ -Gehaltes und dürfte auf eine Mischung mit Wasser mit niedrigerer mittlerer Verweilzeit zurückzuführen sein.

Die Bohrung LL11 (Abb. 13) weist in der ungesättigten Zone deutlich höhere  $^3\text{H}$ -Gehalte auf als im Grundwasser. Der Tritiumgehalt des Grundwassers der fertigen Bohrung ist mit 10,6 TE verhältnismäßig niedrig und deutet auf eine mittlere Verweilzeit von mehr als 50 Jahren hin. Das Porenwasser des Grundwasserstauers ist tritiumfrei und unterliegt demnach keinen Austauschvorgängen mit rezemem Niederschlagswasser. Die mittlere Verweilzeit des Grundwassers in Bohrung LL12 beträgt nach dem Exponentialmodell 6–7 Jahre (es kann allerdings wegen des kurzen Beobachtungszeitraumes die zweite mögliche Verweilzeit von >50 Jahren nicht ganz ausgeschlossen werden), in Bohrung LL13 10 – 15 Jahre.

### **5.3. Ergebnisse der isotopehydrologischen Untersuchungen**

- Die Lacken werden durch Niederschlagswasser gespeist.
- Im Abstrombereich des Grundwassers im Untergrund sowie im S der Langen Lacke, der Westlichen Wörtenlacke sowie SW St. Andräer Zicksee ist das Grundwasser von Lackenwasser beeinflusst, d.h. es strömt Lackenwasser ins Grundwasser ab.
- Das Grundwasser in der Umgebung der Langen Lacke weist eine heterogene Altersverteilung auf, was auf einen kleinräumig inhomogenen Aufbau des Grundwasserleiters, kleine Fließgeschwindigkeiten, sowie eine langsame horizontale Durchmischung des Grundwasserkörpers schließen läßt.
- Das von Lackenwasser beeinflusste Grundwasser ist relativ gleichmäßig über die gesamte Mächtigkeit des Grundwasserleiters verteilt.
- Der Hauptkanal führt während des Sommers und Herbstes '96 älteres Grundwasser ab (mittlere Verweilzeit 10 – 15 Jahre).

## 6. GEOLOGIE

Geologische Tiefenaufschlüsse in Form von Bohrungen dienen zur direkten Charakterisierung von Aufbau, Tiefenlage und Mächtigkeit der Deckschicht, des Grundwasserleiters sowie des Stauers und als Basis für die Interpretation der geophysikalischen Untersuchungen. Die Abb. 20-21 zeigen Beispiele für Bohrprofile durch den Grundwasserleiter sowie einen W-E Schnitt durch die den Boden der Langen Lacke. Sämtliche Bohrprofile befinden sich in den Beilagen 60-84.

### 6.1. Bohrungen

#### 6.1.1. Trockenkernbohrungen

Das primäre Ziel der Kernbohrungen war die Gewinnung von Grundwasser in unterschiedlichen Tiefen zur Erfassung der vertikalen Erstreckung des von Lackenwasser beeinflussten Grundwasserkörpers. Aus diesem Grund wurden die Bohrpunkte wie folgt festgelegt:

- LL11 An der Engstelle im W-Teil der Langen Lacke am S-Ufer zur Erfassung der Verhältnisse unterhalb der Langen Lacke
- LL13 In unmittelbarer Nähe von Bl 126 zur Erfassung der Verhältnisse im Abströmbereich des Grundwassers unter der Langen Lacke
- LL12 S der Westlichen Wörtenlacke zur Erfassung der Verhältnisse im Abströmbereich des Grundwassers unter der Wörtenlacke

Die Ausführung der Bohrungen erfolgte als Schlagkernbohrungen. Zur Gewinnung des Grundwassers wurde während des Bohrens aus den frischen Bohrkernen Material entnommen und in luftdichte Gefäße verpackt. Im Labor wurde aus dem Sediment das Porenwasser extrahiert und das so gewonnene Wasser auf  $^2\text{H}$ ,  $^{18}\text{O}$  und  $^3\text{H}$  analysiert.

Die Bohrungen erfolgten bis zum Grundwasserstauer, der in Form von feinsandig-schluffig-tonigem Material in 7-10 m Tiefe ansteht. Die Oberkante des Grundwasserleiters liegt in 2-3 m Tiefe. Das Grundwasser ist leicht gespannt und spiegelt in der Folge im Bohrloch um 1-1,5 m auf.

Beil. 71-73 und Beil. 84-85 zeigen eine geologische Aufnahme der Bohrungen, wobei zu Vergleichszwecken auch die Daten von 2 Bohrungen des Hydrographischen Dienstes (KB3, S18) angeführt sind.

# Bohrprofile durch den Grundwasserleiter

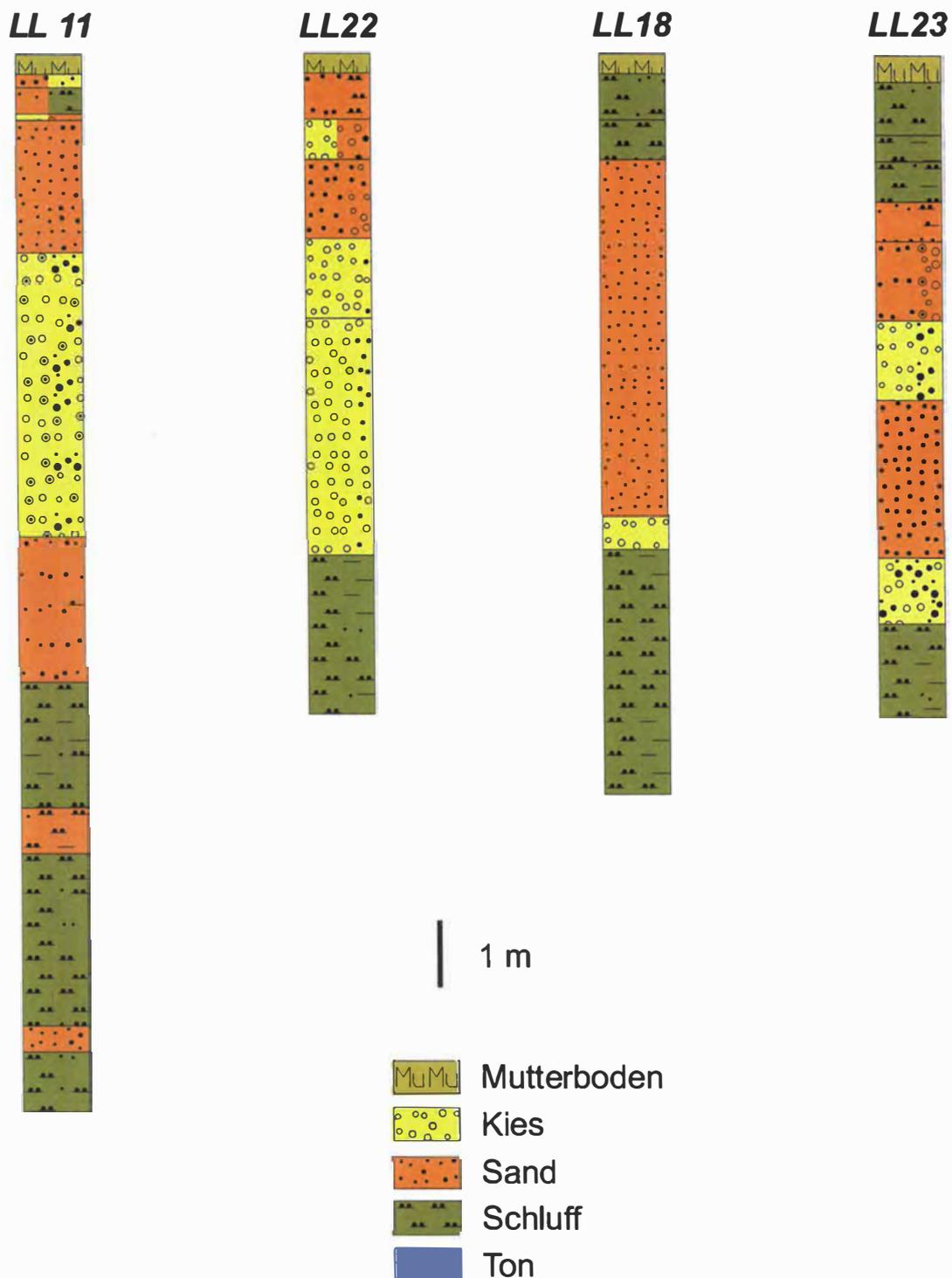


Abb. 20: Bohrprofile durch den Grundwasserleiter

# Bohrprofile Boden Lange Lacke

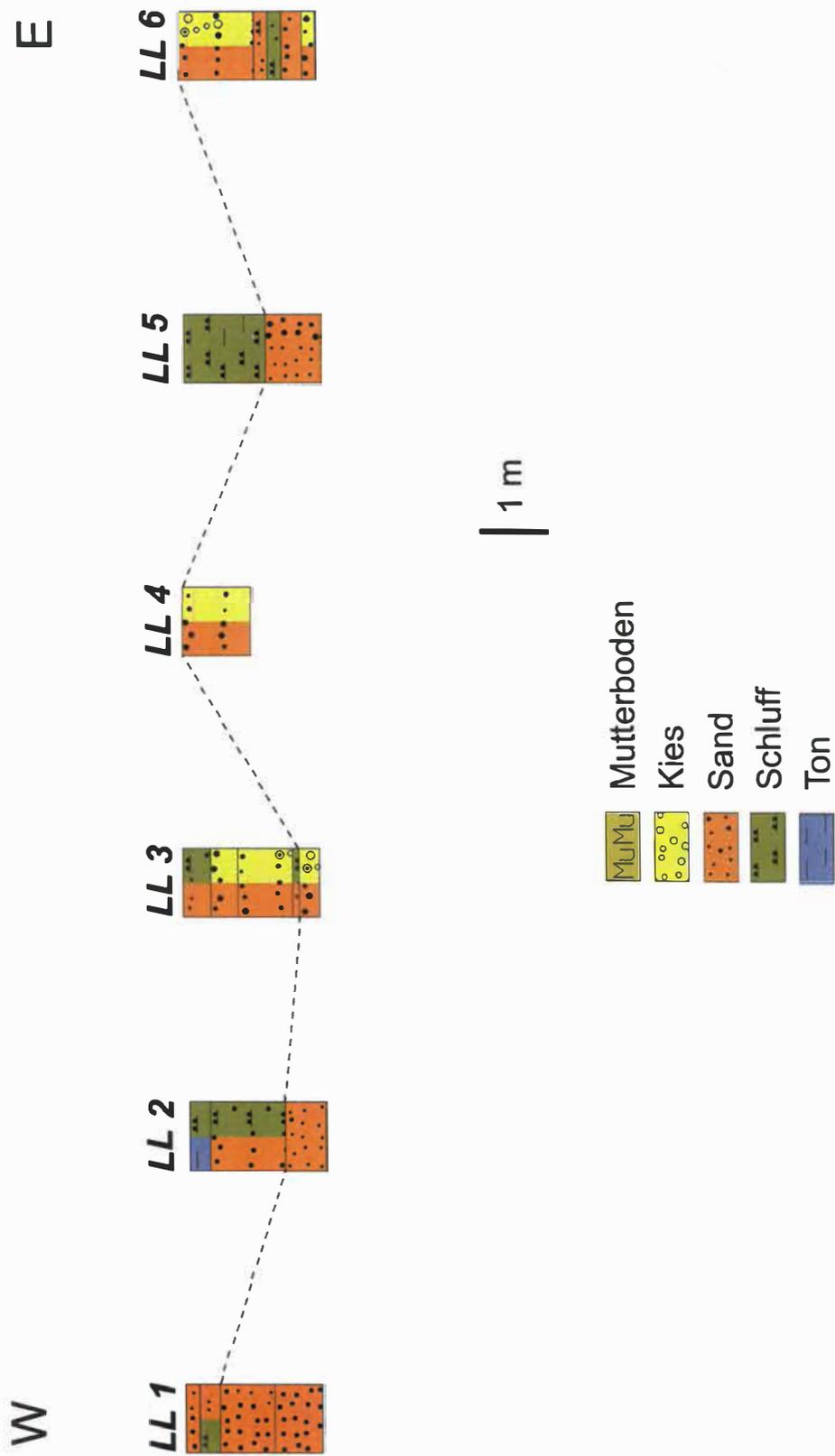


Abb. 21: W-E Profil durch den Untergrund der Langen Lacke

Die Profile dieser 5 Bohrungen sind durchaus vergleichbar. Unter einer unterschiedlich ausgebildeten kiesig-schluffig-sandigen Deckschicht folgt in 1,5-3 m Tiefe der mittelgrobkiesige Grundwasserleiter. In 7-10 m Tiefe folgt der schluffig-tonige, z.T. auch sandig-schluffige Grundwasserstauer.

Die Bohrungen LL11-LL13 wurden mit PVC-Rohren verrohrt und mit SEBA-Kappen versehen. Die Ausbaupläne sind Beil. 89-91 zu entnehmen.

### **6.1.2. Handbohrungen**

Zur Erfassung der Grundwasser- und Sedimentparameter im Untergrund der Lacken wurden im Oktober 1992 zwei Bohrprofile durch das Untersuchungsgebiet gelegt (BVFA ARSENAL 1992) Das erste Profil durchzieht die Lange Lacke (damals ausgetrocknet) in W-E-Richtung, das zweite ist ein NNW-SSE-Profil von der Westlichen Wörtenlacke über die östliche Lacke in den Söllner Feldern bis in die Lange Lacke (LL1-LL10, Beil. 61-70). Gebohrt wurde mittels Handbohrgerät bis zum Grundwasser, wobei zur Aufnahme der Sedimentprofile mit einer Nutstange bis 2 m Tiefe vorsondiert wurde.

Der Untergrund zeigt einen stark heterogenen Aufbau. Schluffig-tonige Horizonte wechseln mit Sandlagen und Kieskörpern. Gemeinsam ist allen Bohrungen bis auf LL4 und LL6, daß der grundwasserführende sandig-(kiesige) Horizont unter einer schwach durchlässigen bis nahezu undurchlässigen Schluff-Ton-Schicht liegt, meist in über 1 m Tiefe. Erst nach Durchteufen dieser Deckschicht spiegelt das leicht gespannte Grundwasser im Oktober 1992 auf eine Tiefe von etwa 50 cm unter Geländeoberkante auf.

Kieshältige Horizonte zeigen oft eine erstaunlich geringe Durchlässigkeit. Beispielsweise wird in Bohrung LL2 das Grundwasser erst in 140 cm Tiefe in einem schwarzen Feinsand angetroffen, wohingegen die grobsandig-kieshältige hangende Schicht aufgrund des hohen Schluffgehaltes praktisch undurchlässig ist. Aus oberflächlich anzutreffenden Kiesflächen kann daher nur sehr bedingt auf die Durchlässigkeit des Untergrundes geschlossen werden, da offensichtlich das Feinmaterial häufig oberflächlich durch den Niederschlag ausgewaschen ist.

In den Bohrungen LL4 und LL6 sowie wahrscheinlich auch LL1 fehlt eine abdichtende schluffig-tonige Sedimentschicht im Lackenuntergrund über dem kiesig-sandigen Grundwasserleiter. Das Grundwasser ist an diesen Bohrpunkten nicht gespannt, der Grundwasserleiter steht direkt im Lackenboden an.

Handbohrungen im Bereich der markanten schmalen Halbinsel am Südufer der Langen Lacke (K15, K16, Beil. 86-87) sollten Aufschlüsse über die Grundwasserverhältnisse unterhalb bzw. im Nahbereich der Lacke geben. Die Bohrprofile zeigen ein für den Lackenbereich gewohntes Bild: Unter einer stark kieshältigen Sandschicht, die bis ca. 1 m Tiefe reicht, folgt ca. ½ m wasserundurchlässiger schluffig-toniger Feinsand. Darunter liegt, in ca. 1,5 m Tiefe, der

grundwasserführende kiesige Feinsand. Nach Durchteufen der schluffig-tonigen Dichtschicht spiegelt das leicht gespannte Grundwasser um über 1 m auf.

In den am südlichen Lackenrand gelegenen Bohrungen LL16 und LL17 ist die Grundwasserleiterdeckschicht sandig ausgebildet. Das nicht gespannte Grundwasser wird innerhalb dieser sandigen Deckschicht erbohrt. In der Bohrung LL16 wird in 2 m Tiefe der Grundwasserleiter in kiesiger Ausbildung angetroffen, während die Bohrung LL17 bis zur Endteufe von 3 m nur sandiges Material führt.

### **6.1.3. Schneckenbohrungen**

Zur Charakterisierung des Grundwasserleiters im von Lackenwasser beeinflussten Bereich im SW der Langen Lacke sowie zur Verifizierung der dort durchgeführten geophysikalischen Messungen wurden insgesamt 6 Bohrungen (Beil. 78-83) bis zum Grundwasserstauer mit dem Bohrgerät der Geologischen Bundesanstalt niedergebracht. Die Ergebnisse dieser Bohrungen bestätigen die Annahme eines im Prinzip im ganzen Gebiet durchstreichenden Grundwasserleiters, der aber aufgrund von lateralen Übergängen zwischen kiesreichen zu kiesarmen sandigen Abschnitten stark gegliedert ist. In den benachbarten Bohrungen LL19, LL20 und LL21 ist der laterale Wechsel von kiesreichem zu kiesarmem sandigem Material direkt zu beobachten. In Bohrung LL18 am S-Ufer der Langen Lacke wurde der Grundwasserleiter praktisch über die gesamte Mächtigkeit in kiesfreier sandiger Ausbildung angetroffen. Die Bohrung LL23 zeigt ebenfalls einen stark reduzierten Kiesanteil. Die Deckschicht des Grundwasserleiters ist in allen Bohrungen ca. 1-1,5 m mächtig und besteht aus kies- und sandhaltigem Schluff.

## 7. GEOPHYSIK

Die geophysikalischen Untersuchungen dienen zur profilmäßigen sowie flächenmäßigen Erfassung des Aufbaus des Grundwasserleiters im von Lackenwasser beeinflussten Teilgebiet als Basisdaten für eine mengenmäßige Bilanzierung des Anteils von Lackenwasser im Grundwasser sowie zur Charakterisierung der lokalen Wegsamkeiten im Grundwasserleiter. Sämtliche geophysikalische Messungen sind in Beil. 92-98 enthalten.

### 7.1. Bohrlochgeophysik

An den oben angeführten Bohrungen wurden bohrlochgeophysikalische Messungen von Gammastrahlung, elektrischer Leitfähigkeit und magnetischer Suszeptibilität vorgenommen.

Wie in Beil. 92-96 zu sehen ist, kann der kiesige Grundwasserleiter sowohl über die Gammastrahlung als auch die Leitfähigkeit eindeutig identifiziert werden. Schluffig-tonige Abschnitte zeichnen sich durch deutlich erhöhte Gammastrahlung und erhöhte Leitfähigkeit aus. Der starke Anstieg der Leitfähigkeit in allen Bohrungen oberhalb 1 m Tiefe ist auf das Metallabschlußrohr der Bohrungen zurückzuführen.

### 7.2. Multielektroden-Geoelektrik

Die Multielektroden-Geoelektrik ("STING") liefert Widerstandsprofile durch den Untergrund, wobei Kies generell hohen Widerstand, Sand mittleren und Schluff niedrigen elektrischen Widerstand aufweist. In Betracht gezogen muß weiters die Leitfähigkeit des Grundwassers, die im Arbeitsgebiet zwischen 1200 und über 6000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  liegt. Darauf ist es wahrscheinlich auch zurückzuführen, daß der Grundwasserstauer mittels Geoelektrik nicht erfaßt werden konnte. Versuchsweise kam die Methode der Induzierten Polarisation ("IRIS") zum Einsatz, brachte aber gegenüber der Geoelektrik speziell im Hinblick auf eine mögliche Abtrennung des schluffigen Grundwasserstauers keine verbesserten Daten. Gute Resultate wurden hingegen bei beiden Methoden in Bezug auf eine Differenzierung des Grundwasserleiters in kiesreiche Partien bzw. kiesarme sandige Abschnitte erzielt, wobei die vorhandenen Bohrprofile die grundlegende Basis für die Interpretation der Daten darstellen.

Die Ergebnisse sind in Beil. 97 dargestellt, wobei das jeweils obere Profil das Ergebnis der Inversionsauswertung darstellt, wohingegen das jeweils untere Profil einen Interpretations-

ansatz zur Identifizierung der kiesreichen Abschnitte und Lagen auf der Basis der geologischen Information aus den Bohrungen darstellt.

Die bereits aus den  $^3\text{H}$ -Analysen vermutete kleinräumige Gliederung des Grundwasserleiters wird durch die geoelektrischen Sondierungen bestätigt. Eine kiesreiche Ausbildung des Grundwasserleiters findet sich von der Langen Lacke aus gesehen im SW (Profil 6), sowie auch im S (Profil 1, Profil 4). Kiesarme Verhältnisse liegen im Iris-Profil 2, Iris-Profil 3, sowie bereichsweise in Profil 1 (W-Ende sowie bei Brunnen 13) vor.

Die geologische Situation bei Brunnen 13 wird im geoelektrischen Tiefenprofil als Fehlen von kiesigem Material korrekt wiedergegeben, Brunnen 28 scheint hingegen in einem isolierten Kiesbereich zu liegen.

### 7.3. Elektromagnetik (EM)

EM-Messungen mit dem Gerät EM31 liefern ein integratives Widerstandsbild des Untergrundes bis in ca. 5 m Tiefe und sind ein geeignetes Werkzeug zur Durchführung einer raschen und kostengünstigen flächenhaften Widerstandskartierung größerer Gebiete. Die Empfindlichkeit der EM-Messungen nimmt mit zunehmender Tiefe ab, d.h. die elektrische Leitfähigkeit oberflächennaher Schichten dominiert das Widerstandsbild und kann den Einfluß tieferliegender Schichten zum Teil maskieren. Zur Interpretation der EM-Messungen ist daher eine gute punktuelle bzw. profilmäßige Information über den Untergrundaufbau in Form von Bohrungen bzw. geoelektrischen Profilen erforderlich, wobei die Information aus diesen Daten mit Hilfe der EM-Messungen flächenhaft erweitert werden kann.

Im vorliegenden Fall müssen bei der Interpretation der EM-Messungen folgende Schichtglieder und deren Ausbildung berücksichtigt werden:

- (1) Grundwasserleiterdeckschicht
  - (a) sandige Ausbildung (mittlerer Widerstand)
  - (b) schluffig/tonige Ausbildung (niedriger Widerstand)
- (2) Grundwasserleiter
  - (a) sandige Ausbildung (mittlerer Widerstand)
  - (b) kiesige Ausbildung (hoher Widerstand)
- (3) Grundwasserstauer  
wird aufgrund seiner Tiefenlage von den EM-Messungen nicht erreicht und beeinflusst diese nicht

Konkret bedeuten die oben dargelegten Verhältnisse, daß im Falle einer über das gesamte Gebiet gleichartigen Mächtigkeit und Ausbildung der Deckschicht durch die EM-Messungen ausschließlich die Unterschiede im Aufbau des Grundwasserleiters erfaßt werden. Ändern

sich Aufbau und/oder Mächtigkeit der Deckschicht bei gleichbleibendem Aufbau des Grundwasserleiters, so wirken sich diese Unterschiede in der relativ geringmächtigen Deckschicht aufgrund deren oberflächennaher Lage relativ stärker auf den gemessenen integrativen Widerstand aus als die Variationen im mächtigeren Grundwasserleiter. Eine mächtige Deckschicht schluffig/toniger Zusammensetzung maskiert den Aufbau des Grundwasserleiters.

Beil. 98 zeigt das Ergebnis der EM-Messungen. Deutlich können mit Hilfe der Bohrungen und der geoelektrischen Sondierungen Areale mit kiesigem Aufbau des Grundwasserleiters von sandigen Bereichen mit schwach und/oder geringmächtig kiesigen Anteilen unterschieden werden.

Einzelne Bereiche mit von der Umgebung abweichender isotopischer Zusammensetzung des Grundwassers, wie Brunnen 13, Brunnen 28, sowie das SW-Ende der Langen Lacke oder das Areal N Martenhoflacke sind deutlich über ihren geringen Widerstand zu erkennen, was auf eine sandige Ausbildung des Grundwasserleiters hinweist, wie sie auch in den Bohrungen nachgewiesen wurde.

Im Feber 1997 wurde der mittlere Teil und der SW-Teil der zugefrorenen Langen Lacke mit EM vermessen, um lokale Widerstandsmaxima als Ausdruck des Fehlens einer abdichtenden Deckschicht am Boden der Langen Lacke zu identifizieren. Solche Verhältnisse wurden in den Handbohrungen LL4 und LL6 nachgewiesen.

Die EM-Messungen über der zugefrorenen Langen Lacke können nicht direkt mit den Daten "an Land" verglichen werden und wurden deshalb in Beil. 98 zusätzlich als Insert mit modifizierter Farbskala dargestellt. Auf die EM-Messungen über der zugefrorenen Lacke hat das Eis als Nichtleiter keinen Einfluß, wohingegen der darunterliegende Wasserkörper bezüglich seiner Leitfähigkeit mit einem schluffig/tonigem Sediment zu vergleichen ist. Dies bedeutet also, daß die integrativen Widerstände aus den EM-Messungen primär die Wassertiefe wiedergeben. So tritt beispielsweise die Spitze der schmalen nur seicht überfluteten Halbinsel im SE-Teil als relatives Widerstandmaximum hervor, während der zentrale Bereich der Lackenwanne aufgrund der dortigen größten Wassertiefe ein Widerstandsminimum darstellt.

Insofern sind bei der Interpretation der EM-Daten Bereiche von Interesse, wo es zu einer Abweichung von den aufgrund der Wassertiefe zu erwartenden Werten kommt. Ein solcher Bereich liegt NNE der schmalen Halbinsel, wo aufgrund der zunehmenden Wassertiefe eine gleichmäßige Abnahme des Widerstandes von der Spitze der Halbinsel nach N zu erwarten wäre. Das statt dessen auftretende relative Widerstandsmaximum ist ein Hinweis auf das Fehlen der schluffig/tonigen Dichtschicht in diesem Bereich, was auch durch die Bohrung LL4 bestätigt wird. Ähnliche Verhältnisse herrschen wahrscheinlich am E-Rand der Langen

Lacke, wo dem Lackenrand ein Gebiet relativ hohen Widerstands vorgelagert ist. Diese Vermutung wird durch das Bohrprofil LL6 erhärtet.

#### **7.4. Ergebnisse der geologischen-geophysikalischen Untersuchungen**

- Im gesamten Untersuchungsgebiet existiert ein durchgehender schluffig/toniger Grundwasserstauer ab einer Tiefe von 7-10 m, der eine Mächtigkeit von über 6 m aufweist. Eine Verbindung zu einem tieferen Grundwasserstockwerk ist äußerst unwahrscheinlich.
- Der Grundwasserleiter ist 5-8 m mächtig und besteht aus sandigem Mittelkies mit lagen- und bereichsweise wechselndem Sandgehalt. Stellenweise treten auch mittelsandige, kiesfreie Bereiche auf. Die Oberkante des Grundwasserleiters liegt in 1-3 m Tiefe.
- Die Deckschicht des Grundwasserleiters ist 1-3 m mächtig und besteht aus stark schluffigem, kiesig-sandigen Material. Stellenweise treten auch reine Schluffe auf. Die Deckschicht ist über weite Bereiche als schlecht durchlässig bis undurchlässig einzustufen.
- Das Grundwasser ist leicht gespannt und spiegelt nach Durchteufen der Deckschicht um 0,5-1,5 m auf.
- Kleinräumige Bereiche, in denen das Grundwasser deutlich von der Umgebung abweichende Verweilzeiten und/oder Lackenwassergehalt aufweist, sind auf einen lokal schlechter durchlässigen, kiesfreien Grundwasserleiter zurückzuführen.
- Der Wasserkörper der Langen Lacke ist über weite Bereiche durch den schluffig/tonigen Aufbau des Lackenbodens vom Grundwasserkörper getrennt.
- Innerhalb der Langen Lacke existieren kleinräumige Areale, in denen die schluffig/tonige Dichtschicht fehlt, der Lackenboden also als durchlässig einzustufen ist.

## 8. DER WASSERHAUSHALT DER LACKEN

Aus den in den vorhergehenden Abschnitten dargelegten Ergebnissen der Hydrologie, Isotopenhydrologie, Geologie und Geophysik geht hervor, daß die Lange Lacke sowie die Westliche Wörtenlacke mit dem Grundwasser in Verbindung stehen. Das Grundwasser in S und im SW der Langen Lacke sowie S der Westlichen Wörtenlacke ist von Lackenwasser beeinflusst. Bei der Östlichen Wörtenlacke ist eine Beziehung zum Grundwasser nicht nachweisbar.

Die Lacken werden primär durch Niederschläge gespeist. Ein Grundwasserzutritt bei der Füllung der Lacken im Winterhalbjahr ist isotopisch nicht nachweisbar. Bei hohen Wasserständen spielt der oberflächliche Zufluß über die Kanäle eine wichtige Rolle.

Generell muß betont werden, daß die Ergebnisse der nachfolgenden Berechnungen nicht als Absolutwerte angesehen werden können, sondern Näherungen darstellen, da die Randbedingungen z.T nicht exakt bekannt sind. Dies trifft insbesondere auf die Wasserführung der Kanäle zu, da hier die vorhandenen Meßwerte für eine genaue Jahresbilanz nicht ausreichen. Dennoch erlauben die Berechnungen eine größenmäßige Abschätzung der relevanten Einflußfaktoren auf den Wasserhaushalt der Lacken.

Als Grundlage für weitere Überlegungen zum Wasserhaushalt der Lacken wurde eine Quantifizierung der Lackenvolumina durchgeführt. Diese basieren auf der Approximation des Wasserkörpers der jeweiligen Lacke durch die Kalotte eines Rotationsellipsoid mit gleich großen langen Achsen  $b$  sowie der kurzen Achse  $a$ , wobei  $a$  gleich der doppelten Wassertiefe gesetzt wurde (Ableitungen siehe Anhang).

	Lange Lacke	Westliche Wörtenlacke	Östliche Wörtenlacke
Fläche [km <sup>2</sup> ]	1,7	0,5	0,3
Maximale Wassertiefe [m]	1,3	1	1
Volumen [10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ]	1,23	0,28	0,17

Tab. 5: Abschätzung des Wasservolumens der Lacken

### 8.1. Die Beziehung Lacken - Grundwasser

Der Grundwasserkörper unterhalb der Langen Lacke sowie der Westlichen Wörtenlacke steht mit dem Wasserkörper der Lacken über durchlässige Bereiche im Lackenboden in Verbindung. Bei normalem Grundwasserstand liegt der aufgespiegelte Grundwasserspiegel innerhalb des Lackenwasserkörpers (Abb. 22a). Der Wasserkörper der Lacken wird sozusagen durch das Grundwasser gestützt. Ein Zustrom von Grundwasser in die Lacken ist unter diesen

Bedingungen nicht zu erwarten. Dies wäre nur bei einem hohen Grundwasserstand bei gleichzeitig extrem niedrigem Lackenwasserstand möglich (Abb. 22b). Solche Verhältnisse treten aber in der Praxis kaum auf, da durch die Niederschläge sowohl Grundwasser- als auch Lackenwasserspiegel ansteigen. Keinesfalls kann von einer Durchströmung der Lacken durch das Grundwasser gesprochen werden. Ein Versickern von Lackenwasser ist nur möglich, wenn der Grundwasserspiegel auf ein Niveau in der Höhe des Lackenbodens bzw. darunter absinkt (Abb. 22c).

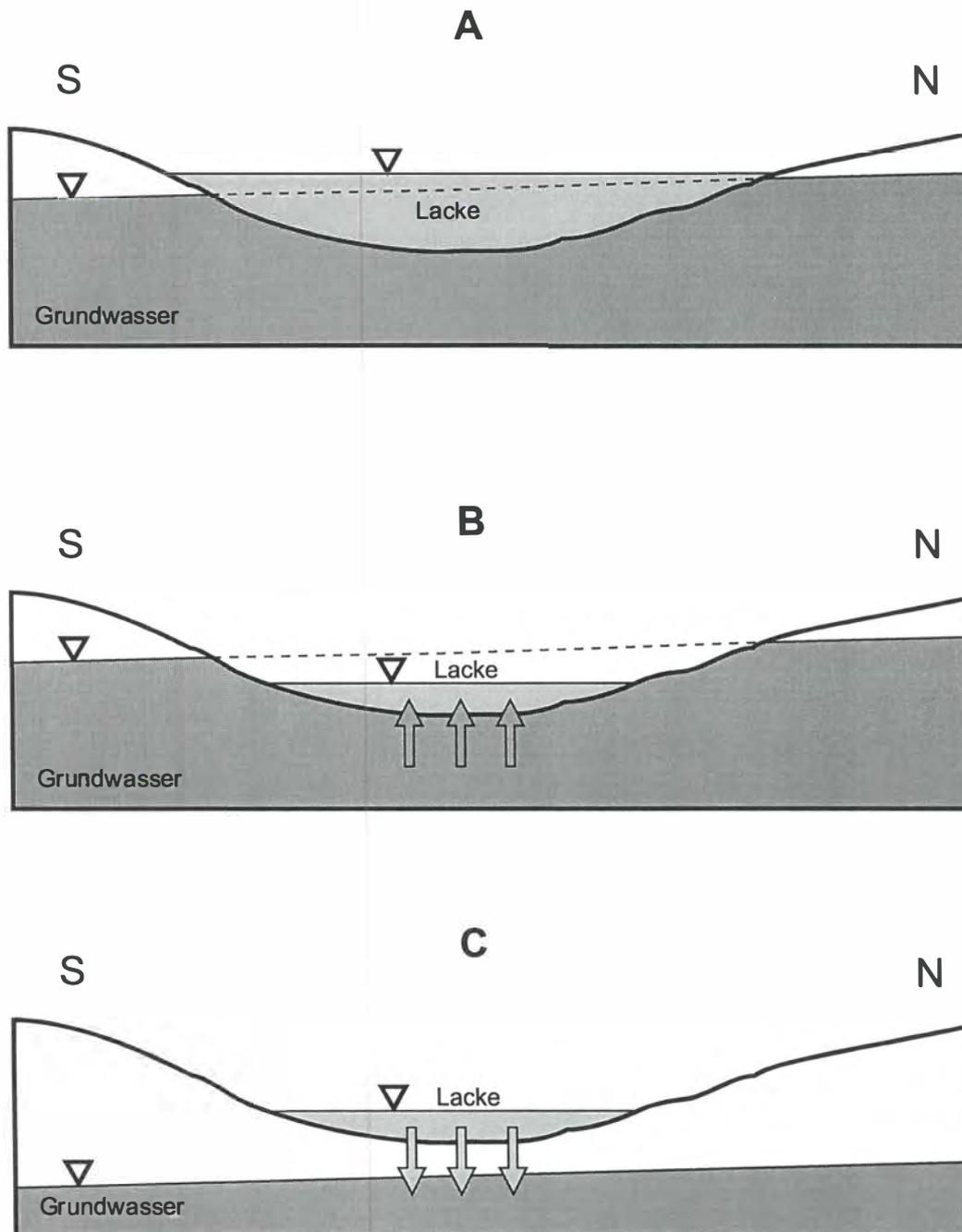


Abb: 22: Schemaskizzen zur möglichen Interaktion zwischen Lacken- und Grundwasser

### 8.1.1. Quantifizierung des Wasserverlustes der Lacken durch Versickerung

Das ursprünglich geplante Arbeitsprogramm beinhaltete als wesentlichen Punkt eine geologische Kartierung des Lackenbodens mittels Nutstangensondierung bis 2 m Tiefe zur flächenmäßigen Erfassung durchlässiger Bereiche, über die ein Grundwasserkontakt stattfinden könnte. Aufgrund des hohen Wasserstandes war dies während der Laufzeit dieses Projektes nicht möglich, sodaß alternativ dazu versucht wurde, zu einer Quantifizierung der jährlichen Versickerungsmenge mit Hilfe der isopenhydrologischen Daten über das Grundwasser sowie der geologisch-geophysikalischen Daten in Bezug auf den Grundwasserleiter zu gelangen.

Ausgangsgrößen für die Berechnungen waren Verbreitung und die durchschnittlichen  $^{18}\text{O}$ - bzw.  $^3\text{H}$ -Gehalte des lackenwasserfreien Grundwassers, sowie die  $^{18}\text{O}$ -Gehalte des von Lackenwasser beeinflussten Grundwassers und des versickernden Lackenwassers. Eine Versickerung von Lackenwasser in größerem Ausmaß ist nur bei tiefliegendem Grundwasserspiegel möglich. Da solche Grundwasserverhältnisse bisher ausschließlich während des Sommers bzw. Herbstes auftraten, wurde von einem dieser Jahreszeit entsprechenden  $^{18}\text{O}$ -Gehalt des versickernden Lackenwassers ausgegangen. Die geologisch-geophysikalischen Daten wurden zu Abschätzung der Mächtigkeit sowie der durchschnittlichen Porosität des Grundwasserleiters herangezogen.

	Lange Lacke	Westliche Wörtenlacke
Durchschnittlicher $^{18}\text{O}$ -Gehalt des lackenwasserfreien Grundwassers	-9,5 ‰	-9,5 ‰
Durchschnittlicher $^{18}\text{O}$ -Gehalt des von Lackenwasser beeinflussten Grundwassers	-7,5 ‰	-4,5 ‰
Durchschnittlicher $^{18}\text{O}$ -Gehalt des versickernden Lackenwassers	-2,0 ‰	-2,0 ‰
Durchschnittliche mittlere Verweilzeit des lackenwasserbeeinflussten Grundwassers	9 Jahre	10 Jahre
Fläche des von Lackenwasser beeinflussten Grundwasserleiters	3,06 km <sup>2</sup>	0,2 km <sup>2</sup>
Durchschnittliche Mächtigkeit des Grundwasserleiters	6,5 m	6,5 m
Durchschnittliche nutzbare Porosität des Grundwasserleiters	15 %	15 %
<b>Lackenwasseranteil im von Lackenwasser beeinflussten Grundwasser</b>	<b>25 %</b>	<b>65 %</b>
<b>Gesamtvolumen des versickerten Lackenwassers im Grundwasserkörper</b>	<b>0,75 · 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup></b>	<b>0,13 · 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup></b>
<b>Durchschnittliche jährliche Versickerungsmenge</b>	<b>83.000 m<sup>3</sup>/a</b>	<b>13.000 m<sup>3</sup>/a</b>

Tab. 6 Berechnung der jährlichen Versickerungsmenge

Wie aus dem Vergleich mit Tab. 5 hervorgeht, beträgt die durchschnittliche Wassermenge, die jährlich durch Versickerung verloren geht, bei der Langen Lacke 83.000 m<sup>3</sup> oder 7 % des Gesamtvolumens, bei der Westlichen Wörtenlacke 13.000 m<sup>3</sup> oder 5 % des Gesamtvolumens der Lacke (Volumen der Lacken siehe Tab. 5).

Lange Lacke			Westliche Wörtenlacke		
Wassertiefe [m]	Volumen [%]	Fläche [%]	Wassertiefe [m]	Volumen [%]	Fläche [%]
1,3	100	100	1	100	100
1,2	87	95	0,9	83	93
1,1	74	89	0,8	67	85
1	62	83	0,7	52	77
0,9	51	76	0,6	39	68
0,8	41	69	0,5	28	58
0,7	32	62	0,4	18	48
0,6	24	54	0,3	10	37
0,5	17	46	0,2	5	25
0,4	11	38	0,1	1	13
0,3	6	29	0	0	0
0,2	3	20			
0,1	1	10			
0	0	0			

Tab 7: Beziehung zwischen Wassertiefe, Wasservolumen und Fläche (Berechnung siehe Anhang)

Tab. 7 zeigt die Beziehung zwischen Wassertiefe, Wasservolumen und Wasserfläche am Beispiel der Langen Lacke bzw. der Westlichen Wörtenlacke, berechnet als Kalotte eines Rotationsellipsoids (Formeln siehe Anhang). Beispielsweise bewirkt bei der Langen Lacke ein Fallen des Wasserstandes auf die Hälfte (50 %) eine Restwasserfläche von 58 %, jedoch ein Restvolumen von nur 28 %. Ein Restvolumen von 7 %, wie es der durchschnittlichen jährlichen Versickerungsmenge entspricht, bedeutet eine Restwasserfläche von ca. 30 % und einen Restwasserstand von ca. 30 cm, der durchschnittlich im Jahr über den unterirdischen Abfluß verloren geht. Bei der Westlichen Wörtenlacke wirkt sich ein Restvolumen von 5 %, welches durch Versickerung verloren geht, als Restwasserstand von 20 cm bzw. als Restwasserfläche von 25 % aus. Es ist dabei allerdings zu berücksichtigen, daß der Abfluß von Lackenwasser ins Grundwasser abhängig vom jeweiligen Grundwasserstand ist, somit die Versickerung nicht jedes Jahr gleichmäßig vor sich geht. Dies bedeutet, daß in trockenen Jahren die Versickerungsmenge bedeutend höher liegen kann.

## 8.2. Niederschlag und Verdunstung

Die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge gemessen an der Station Apetlon des Hydrographischen Dienstes beträgt 570 mm/Jahr. Dem gegenüber steht eine mittlere jährliche Verdunstung von 900 mm (KRACHLER 1992). Im folgenden wird näherungsweise davon ausgegangen, daß der Niederschlag mehr oder minder unabhängig vom Wasserstand der Lacke jeweils auf die gesamte Lackenoberfläche fällt. Dies erscheint insofern zulässig, da das Einzugsgebiet der Lacken etwas größer als deren eigentliche Fläche ist, und bei starken Niederschlägen ein Abfließen des aktuellen Niederschlagswassers in Richtung der Lacken zu beobachten ist. Demgegenüber nimmt die für die Verdunstung zur Verfügung stehende Lackenoberfläche bei sinkendem Wasserstand deutlich ab (vergl. Tab. 7).

	Lange Lacke	Westliche Wörtenlacke	Östliche Wörtenlacke
Niederschlag [ $10^6 \text{ m}^3/\text{a}$ ] auf die gesamte Lackenfläche	0,97	0,29	0,17
Verdunstung [ $10^6 \text{ m}^3/\text{a}$ ] unter Berücksichtigung der Flächenverminderung	1,1	0,27	0,17

Tab. 8: Niederschlags- bzw. Verdunstungsmenge der Lacken

Wie aus Tab. 8 zu sehen ist, halten sich unter obigen Voraussetzungen Niederschlag und Verdunstung ungefähr die Waage, eine Voraussetzung für das Entstehen und Bestehen der Lacken in der Zeit vor anthropogenen Eingriffen in den Wasserhaushalt.

## 8.3. Die oberflächlichen Zu- und Abflüsse

In Tab. 9 sind die oberflächlichen Zu- und Abflüsse auf jährliche Wassermengen hochgerechnet.

Wie aus den Tabellen 5 und 9 ersichtlich ist, liegen die jährlichen Durchflüsse der Kanäle von der Größenordnung her in einem Bereich, der für den Wasserhaushalt der Lacken nicht zu vernachlässigen ist. Beispielsweise wurde in den Monaten Mai bis Juli '96, in denen der Hauptkanal nicht abgedämmt war, eine Wassermenge von  $>50 \text{ l/s}$  abgeführt, das entspricht berechnet über die 3 Monate beispielsweise fast 40 % des Volumens der Langen Lacke. Diesen Berechnungen liegt zugrunde, daß die Messung des Abflusses am Hauptkanal im März '96 noch bei abgedämmtem Kanal erfolgte, wobei der Abfluß im April, wie aus dem Wasserstand im damals noch vorhandenen Meßprofil abzuschätzen ist, etwa das Vierfache

vom März betrug. Im Juli '96 betrug der Durchfluß am inzwischen wieder abgedämmten Hauptkanal nur mehr ca. 6 l/s, also etwa 10 % der Menge im Frühjahr.

	Datum	29.3.96	29.7.96	26.4.97
Hauptkanal	Durchfluß [l/s]	53,7	5,98	108,3
(Straße Apetlon)	[10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /a]	1,69	0,19	3,42
Hauptkanal	Durchfluß [l/s]			89,3
(bei Pegel K-M)	[10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /a]			2,82
Abfluß	Durchfluß [l/s]			100,5
Lange Lacke	[10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /a]			3,17
Abfluß Östl.	Durchfluß [l/s]	3,91	9,54	61,7
Wörtenlacke	[10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /a]	0,12	0,30	1,95
Kanal Zicksee	Durchfluß [l/s]	2,15	14,75	69,3
	[10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /a]	0,07	0,47	2,19
Abfluß Westl.	Durchfluß [l/s]	14,26	6,3	4,80
Wörtenlacke	[10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /a]	0,45	0,20	0,15
Kanal	Durchfluß [l/s]	5,2	7,8	7,8
Fischteich	[10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /a]	0,16	0,25	0,25
Kanal	Durchfluß [l/s]	0,12	-	-
Huldenlacke	[10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /a]	0,004	-	-

Tab. 9: Abflußmenge an den Kanälen berechnet als theoretische jährliche Abflußmenge.

Die Zuflußmenge in die Lange Lacke über die Kanäle von den Wörtenlacken betrug im Jahr 1996 etwa 500.000 m<sup>3</sup>, dies entspricht ca. 40 % des Volumens der Langen Lacke.

Aus den Fischteichen NNE Seewinkelhof wird die Lange Lacke bei hohem Grundwasserstand mit ca. 200.000 m<sup>3</sup>/a dotiert, das entspricht ca. 15 % des Wasservolumens.

Der Abfluß über den Hauptkanal betrug im Jahr 1996 ca. 880.000 m<sup>3</sup>, was von der Größenordnung her bei über 70 % des Volumens der Langen Lacke liegt; dabei ist das in den Monaten Juli – Oktober 1996 abgeflossene Grundwasser in einer Gesamtmenge von 62000 m<sup>3</sup> bereits abgezogen.

#### 8.4. Das “Grundwasserwirtschaftskonzept Seewinkel”

Im Rahmen einer großangelegten Studie hat die GRUPPE WASSER in den Jahren 1990-1996 unter dem Titel “Grundwasserwirtschaft Seewinkel” im Auftrag der Burgenländischen Landesregierung ein Konzept für die Bewirtschaftung des Grundwassers im Seewinkel erarbeitet. Ziel dieses Projektes ist, “durch ein Grundwasserbewirtschaftungskonzept ein weiteres Absinken des Grundwasserspiegels zu verhindern und dadurch eine Übernutzung des natürlichen Grundwasserdargebotes in diesem Gebiet zu verhindern bzw. das ökologische Gleichgewicht langfristig zu erhalten.” (GRUPPE WASSER 1996)

Es wurde mittels Zeitreihenanalysen der Wasserstandsganglinien von Grundwassermeßstellen für jede Meßstelle ein Grenzwasserstand (niedrig), ein Warnwasserstand (mittel) und ein Entwarnwasserstand (höher) ermittelt. Anhand dieser Wasserstandswerte wurden synthetische Hydroisohypsenpläne gezeichnet, aus denen die jeweiligen Grenz-, Warn- bzw. Entwarnwasserstände für die in den einzelnen administrativen Einheiten gelegenen Grundwasserbeobachtungsstellen ermittelt wurden.

Das ursprüngliche Konzept der Gruppe Wasser sah vor, bei Erreichen des Warnwasserstandes zu warnen und bei Erreichen des Grenzwasserstandes restriktive Maßnahmen einzuleiten, die bis zur Erreichung des Entwarnwasserstandes in Kraft bleiben sollten. Von der Burgenländischen Landesregierung, Abt. XIII/3, wurde diese Vorgangsweise dahingehend modifiziert, daß eine Vormerkphase eingeführt wurde, die beim erstmaligen Unterschreiten des Warnwasserstandes eingeleitet wird und bis zum Ablauf des darauffolgenden Jahres gilt. Eine Warnphase kann im selben Jahr nur dann eingeleitet werden, wenn der Wasserstand das mittlere Niveau zwischen Warn- und Grenzwasserstand unterschreitet. Die restriktive Phase beginnt mit dem Unterschreiten des Grenzwasserstandes und endet mit dem Überschreiten des mittleren Niveaus zwischen Warn- und Grenzwasserstand.

Der Grenzwasserstand wurde in der Form festgelegt, daß die fallende Trendgerade der Wasserstandsganglinie des Beobachtungszeitraumes 1982-1991 parallel verschoben wurde in den in den Herbst 1990 projizierten niedrigsten jemals aufgetretenen Grundwasserstand. Dieser Tiefstwert entsprach in den meisten Fällen ohnehin dem Stand im Herbst 1990. Die dementsprechend parallel verschobene fallende Trendgerade wurde nun mit der vertikalen Grenzlinie zwischen den Jahren 1994 und 1995 geschnitten. Das Niveau dieses Schnittpunktes wurde als Grenzwasserstand festgelegt.

Die Verlängerung des fallenden Wasserstandstrends bis Ende 1994 wurde aus folgenden Überlegungen gewählt (GRUPPE WASSER 1996):

- Zeitgewinn für die administrative Abwicklung der Behördenverfahren
- Übergangszeitraum für eine Anpassung der Bewässerungstechnologien an allfällige Restriktionen
- Schaffung eines Datensatzes für jene Referenz- und Ersatzmeßstellen, die noch nicht im Meßnetz des hydrographischen Dienstes enthalten sind.

Nach Auskunft der Burgenländischen Landesregierung, Abt. XIII/3, ist dieses Konzept zur Zeit in Umsetzung begriffen.

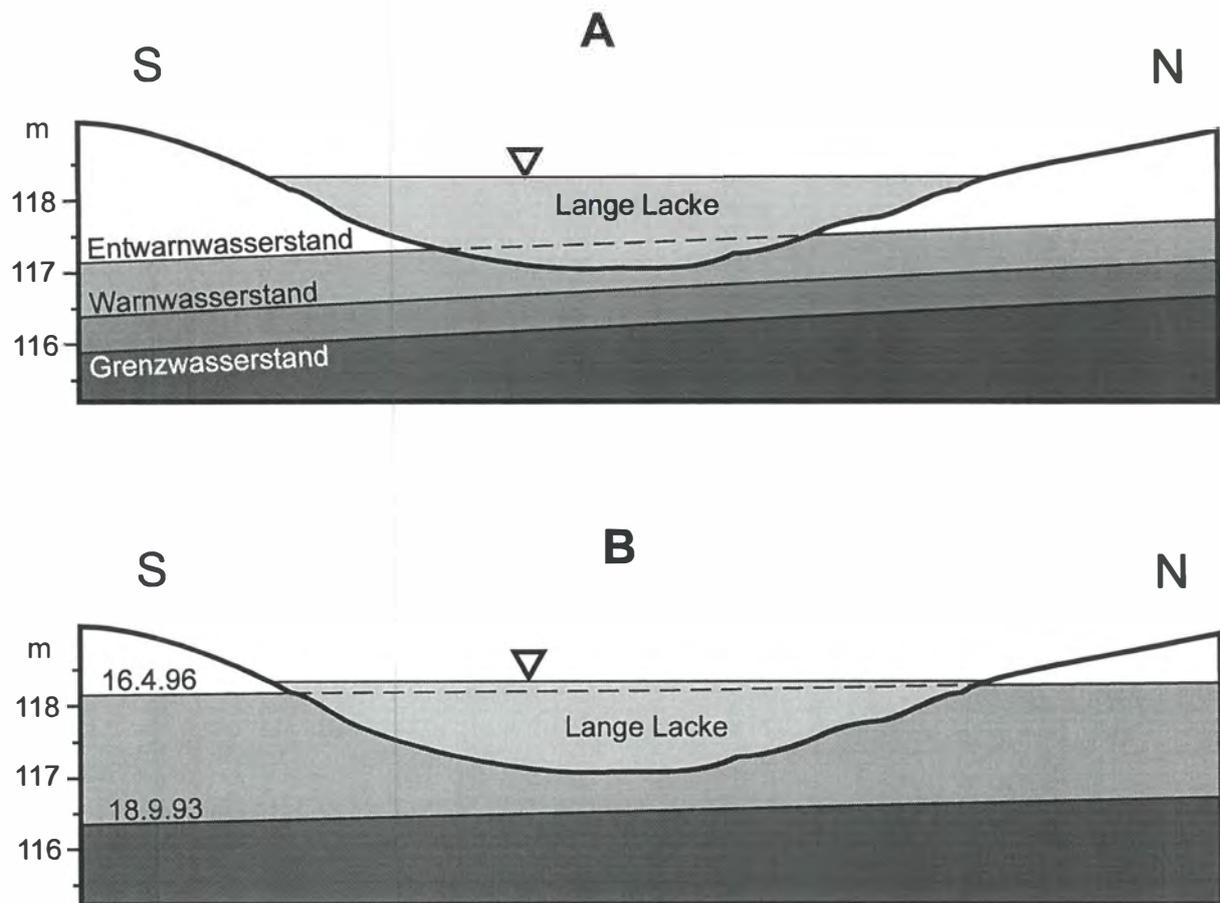


Abb. 23: A) Synthetische Wasserstände gemäß dem Grundwasserwirtschaftskonzept Seewinkel. – B) In den letzten Jahren beobachteter Hoch- bzw. Tiefstand des Grundwassers.

Abb. 23a zeigt einen N-S Schnitt durch die Lange Lacke mit den aus den synthetischen Isolinienplänen (GRUPPE WASSER 1996) entnommenen Grenz-, Warn- und Entwarnwasserständen. Im Vergleich dazu sind in Abb. 23b der bisher beobachtete niedrigste Wasserstand vom 18.9.93 (STEINER 1994) sowie der in den letzten Jahren beobachtete Höchststand des Grundwassers (16.4.96) eingetragen. Der Grenzwasserstand liegt also deutlich unterhalb des Lackenbodens und ca. 0,5 m unter dem bisher beobachteten tiefsten Grundwasserstand. Eine Aufhebung etwaiger – nach dem vorliegenden Konzept viel zu spät eingeleiteter - restriktiver Maßnahmen würde bereits bei einem Wasserstand erfolgen, der ungefähr dem tiefsten bisher beobachteten Grundwasserstand (Herbst 1993) entspricht.

Nach den nunmehr vorhandenen Daten kann davon ausgegangen werden, daß eine Umsetzung des Konzeptes "Grundwasserwirtschaft Seewinkel" in der vorliegenden Form zu keiner entscheidenden Verbesserung der Wasserführung der Lacken führt, sondern im Gegensatz dazu durch die Ermöglichung des weiteren Absinkens des Grundwasserspiegels unter den

bisherigen Tiefstand ein Austrocknen der Lacken in niederschlagsarmen Jahren maßgeblich beschleunigen könnte.

Weiters bringt die GRUPPE WASSER 1996 die beobachteten höheren mittleren Grundwasseraufspiegelungshöhen im Raum N Apetlon mit einer vermuteten tektonischen Bruchlinie ("Mönchhofer Bruch"?) in Zusammenhang, was für diesen Bereich eine Alimentierung des Grundwasserleiters aus dem Tertiär nahelegt. Dieser Ansicht muß entgegengehalten werden, daß diese Zone erhöhter Grundwasseraufspiegelungsraten sehr gut mit dem Einzugsbereich des Hauptkanals vom Zicksee bis in den Neusiedlersee übereinstimmt. Dieser Kanal führt besonders in der trockenen Jahreszeit massiv Grundwasser ab, was zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels in dessen Einzugsbereich führt. Dagegen kommt es in einer Zeit hohen Wasserdargebots infolge der begrenzten Kapazität des Kanals zu einer starken Wiederaufspiegelung des Grundwassers.

### **8.5. Die hydrologische Situation der Lacken**

- Die Lacken werden hauptsächlich durch Niederschlagswasser gespeist.
- Bei der Annahme eines durch anthropogene Maßnahmen unbeeinflussten Zustandes der Lacken ist deren Wasserbilanz ausgeglichen. Die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge sowie die durchschnittliche jährliche Verdunstungsmenge halten sich, da Niederschlag bzw. Verdunstung auf unterschiedlichen Flächen wirksam werden, ungefähr die Waage.
- Ein Grundwasserzutritt über den Lackenboden in relevantem Ausmaß ist nicht nachzuweisen.
- Die Wörtenlacken werden bei hohem Wasserstand über den Hauptkanal vom Zicksee aus mit Lackenwasser sowie teilweise auch mit Grundwasser, das in diesen Kanal zuströmt, alimentiert.
- Die Lange Lacke wird bei hohem Wasserstand von den Wörtenlacken sowie von den Fischteichen NNE Seewinkelhof alimentiert.
- Der Abfluß von Wasser aus der Langen Lacke erfolgt über den Hauptkanal und den Xixsee in den Neusiedlersee
- Die Zu- bzw. Abflüsse durch die Kanäle bilden bei hohem Wasserstand mengenmäßig eine nicht zu vernachlässigende Größe für den Wasserhaushalt der Lacken.
- Bei niedrigem Wasserstand erfolgt keine Alimentation der Lacken durch die Kanäle.
- Der Boden der Langen Lacke sowie der Westlichen Wörtenlacke ist stellenweise durchlässig, sodaß Lackenwasser versickern kann.
- Eine Versickerung von Lackenwasser ist nur bei niedrigem Grundwasserstand möglich.
- Geht man von der Grundwassersituation der letzten 10 Jahre aus, so läßt sich die Versickerung von Lackenwasser mengenmäßig mit ungefähr 5-7 % des Lackenvolumens pro Jahr abschätzen. Dies ist im Hinblick auf eine ganzjährige Wasserführung der Lacken nicht zu vernachlässigen, da es einem Restwasserstand von 20-30 cm bzw. einer Restwasserfläche von 25-30 % entspricht.
- Die Maßnahmen im Rahmen des Konzeptes zur Grundwasserbewirtschaftung im Seewinkel sind zur Verhinderung eines Austrocknens der Lacken nicht hinreichend und lassen bei entsprechend niederschlagsarmen Jahren mittelfristig auch ein regelmäßiges jährliches Trockenfallen der Lacken zu.

## 8.6. Maßnahmen zur dauerhaften Sicherung der Wasserführung der Lacken

Die Wasserführung der Lacken ist naturgemäß nur in niederschlagsarmen Jahren gefährdet. Nur in solchen Jahren kommt es sowohl zu einem niedrigen Grundwasserstand als auch zu einem niedrigen Wasserstand in den Lacken. Eine natürliche Dotation der Lacken über die Kanäle ist in solchen Jahren nicht möglich, da diese unter diesen Bedingungen kein Wasser führen.

Eine Dotation der Lacken über den Zicksee, dessen Wasserstand durch Pumpbetrieb mittels Grundwasser reguliert wird, ist eine kurzfristig mögliche Maßnahme, die aber einer langfristigen Sicherstellung der Wasserführung der Lacken entgegensteht, da durch diesen Pumpbetrieb der Grundwasserspiegel regional zusätzlich abgesenkt wird.

Eine Anhebung des maximalen Wasserstandes der Langen Lacke durch Regulierung des Wehrs am Abfluß der Langen Lacke zum Xixsee würde eine Wasserreserve für trockene Jahre schaffen, die allerdings nur in extrem niederschlagsreichen kühlen Jahren angelegt werden kann.

Eine Anhebung des Grundwasserspiegels stellt die wirkungsvollste Maßnahme zur Sicherung der ganzjährigen Wasserführung der Lacken dar.

Der Entwässerungskanal vom Xixsee zum Neusiedlersee bewirkt eine bedeutende Grundwasserspiegelabsenkung im Nahbereich der Langen Lacke. Dieser Kanal ist zwar nur bei normalem Grundwasserstand wirksam, bewirkt aber durch diese "Vorabsenkung", daß generell weniger Grundwasser als Reserve für trockene Jahre zur Verfügung steht.

Eine generelle Anhebung des Grundwasserspiegels erfordert regionale Maßnahmen im Rahmen eines Grundwasserbewirtschaftungskonzeptes.

### Maßnahmen zur dauerhaften Sicherung der Wasserführung der Lacken

- Verhinderung des Abflusses von Grundwasser über den Hauptkanal.
- Dauerhafte Anhebung des Grundwasserspiegels zumindest auf das durchschnittliche Niveau der 70er Jahre.
- Anhebung des maximalen Wasserstandes der Langen Lacke durch Regulierung des Wehrs am Abfluß der Langen Lacke zum Xixsee zur Schaffung einer Wasserreserve für trockene Jahre.

**Es wird nochmals darauf hingewiesen, daß sich die vorliegende Studie ausschließlich mit dem Gebiet Lange Lacke – Wörtenlacken mit dem Schwerpunkt Lange Lacke befaßt und eine Extrapolation der Ergebnisse auf andere Lacken ohne weitere spezifische Untersuchungen nur sehr bedingt möglich ist.**

## 9. LITERATUR

BVFA ARSENAL 1991: GWW Seewinkel: Isotopenuntersuchungen. – BVFA Arsenal, 14 S., 8 Beil.

BVFA ARSENAL 1992: Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Lacken- und Grundwasser im Seewinkel auf der Basis von Isotopenanalysen. - BVFA Arsenal Wien, 9 S, 21 Beil.

BFPZ ARSENAL 1996: Hydrologie und Hydrogeologie des Gebietes Lange Lacke - Wörtenlacken unter besonderer Berücksichtigung der Wechselwirkung zwischen Lacken- und Grundwasser - 2. Statusbericht Jänner 1996. - BFPZ Arsenal Wien, 3 S., 52 Beil.

BOROVICZÉNY F., DÉAK J., LIEBE P., MAHLER H., NEPPEL F., PAPESCH W., PINCZÉS J., RAJNER V., RANK D., REITINGER J., SCHMALFUSS R. & TAKÁTS T. 1992: Wasserhaushaltsstudie für den Neusiedlersee mit Hilfe der Geophysik und Geochemie 1980-1990. – Inst. f. Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft, TU Wien, Forschungsbericht 16, 214 S.

GRUPPE WASSER 1990: Grundwasserwirtschaft Seewinkel, I. Bearbeitungsstufe, Einlage 1. – Gruppe Wasser Wien, 61 S.

GRUPPE WASSER 1992: Grundwasserwirtschaft Seewinkel, III. Bearbeitungsstufe, Einlage 1. – Gruppe Wasser Wien, 35 S.

GRUPPE WASSER 1996: Grundwasserwirtschaft Seewinkel, Grenzgebiet Bezirk Neusiedl, V. Bearbeitungsstufe, Einlage 10. – Gruppe Wasser Wien, 14 S.

HAAS P., HAIDINGER G., MAHLER H., REITINGER J. & SCHMALFUSS R. 1992: Grundwasserhaushalt Seewinkel. - Inst. f. Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft, TU Wien, Forschungsbericht 14, 62 S

HUSZ 1962: Zur Bodenkartierung im Salzbodenbereich des Seewinkels. – Wiss. Arb. a. d. Burgenland 29, Eisenstadt

KRACHLER R. 1992: Beiträge zu Chemismus und Wasserhaushalt der Lacken des Burgenländischen Seewinkels. - Unveröff. Diss. Formal- u. Naturwiss. Fak. Univ. Wien, 86 S., 44 Abb., 8 Tab.

STEINER K.-H. 1994: Hydrogeologische Untersuchungen zur Beurteilung des Wasserhaushaltes ausgewählter Salzlacken im Seewinkel (Burgenland). - Unveröff. Dipl.-Arb. Formal- u. Naturwiss. Fak. Univ. Wien, 95 S., 39 Abb., 2 Tab., 5 Beil.

## **ANHANG**

### **Formeln**

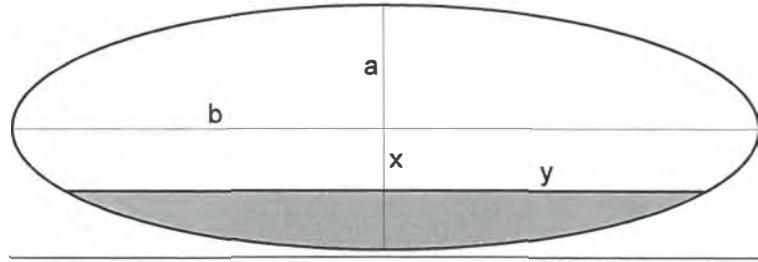
### **Meßwerte**

### **Beilagen**

Beilage 1:	Niederschlag – Wasserstände Oberflächenwasser und Grundwasser
Beilage 2-31:	Grundwasserspiegellagen Dezember 1994 bis Mai 1997
Beilage 32-60:	Grundwasserspiegeldifferenzenpläne Jänner 1995 bis Mai 1997
Beilage 61-87:	Bohrprofile
Beilage 88:	Legende Bohrprofile
Beilage 89-91:	Ausbaupläne
Beilage 92-96:	Bohrlochgeophysik
Beilage 97:	Multielektrode-Geoelektrik
Beilage 98:	Elektromagnetik

**FORMELN**Ellipse

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Volumen der Kalotte eines Rotationsellipsoid

$$V(x) = \pi \cdot \int_x^a y^2 \cdot dx = \pi \cdot \frac{b^2}{a^2} \cdot \int_x^a (a^2 - x^2) \cdot dx = \pi \cdot \frac{b^2}{a^2} \cdot \left( \frac{2a^3}{3} - a^2 x + \frac{x^3}{3} \right)$$

Oberfläche der Kalottenschnittfläche eines Rotationsellipsoids

$$O(x) = \pi \cdot y^2 = \pi \cdot \frac{b^2}{a^2} \cdot (a^2 - x^2)$$

Ableitung der Verdunstung in Relation zur verbleibenden freien Wasserfläche  
 V Lackenvolumen [m<sup>3</sup>], O Lackenoberfläche [m<sup>2</sup>], E Verdunstung [m/t]

$$E = E(V, O, t)$$

$$x = x(t)$$

$$\frac{dV}{dt} = -E \cdot O$$

$$\pi \cdot \frac{b^2}{a^2} \cdot \left( -a^2 \dot{x} + \frac{3x^2 \dot{x}}{3} \right) = -E \cdot \pi \cdot \frac{b^2}{a^2} \cdot (a^2 - x^2)$$

$$\dot{x} \cdot (x^2 - a^2) = -E \cdot (a^2 - x^2)$$

$$\frac{dx}{dt} = E$$

$$x(t) = x_0 + E \cdot t$$

Restvolumen bei Verdunstung in Abhängigkeit von der Zeit

$$V(t) = \pi \cdot \frac{b^2}{a^2} \cdot \left( \frac{2a^3}{3} - a^2 \cdot (x_0 + E \cdot t) \right) + \frac{(x_0 + E \cdot t)^3}{3}$$

**MESSWERTE**

# Wasserstandsmessungen

Brunnen Nr.	X	Y	Höhe	20.12.94				17.1.95			
				m		°C	µS	m		°C	µS
2	144095	15779	120,097	3,04	117,057	12,5	1509	2,97	117,127		
4	180947	36416	119,498	2,17	117,328			2,15	117,348		
13	98733	40845	118,792	1,73	117,062			1,66	117,132		
14	69077	58223	119,296	2,03	117,266			2,05	117,246		
16	73825	78430	119,128	1,70	117,428			1,68	117,448		
18	110829	87882	120,134	2,59	117,544	9,8	2600	2,48	117,654	7,4	2600
19	99209	86000	119,013	1,38	117,633			1,39	117,623		
20				1,48				1,49			
22				1,66				1,56			
23(66)	160866	69210	119,872	2,34	117,532	11,1	1964	2,30	117,572	8,8	2030
24	180294	72522	119,424	1,55	117,874						
26	188107	49273	119,341	1,87	117,471			1,82	117,521		
27				1,89				1,88			
28				1,63				2,64			
37	204131	58853	119,912	2,36	117,552			2,29	117,622		
41	196959	95514	119,918	1,84	118,078			1,74	118,178		
44	187772	118345	120,414	2,08	118,334			2,02	118,394		
47(118)	135717	9673	120,248	3,25	116,998			3,18	117,068		
50	173659	141991	121,239	2,75	118,489			2,69	118,549		
53	156647	148101	120,376	1,68	118,696			1,63	118,746		
72	92798	142764	121,892	3,35	118,542			3,27	118,622		
75											
76	112802	149497	121,587	3,23	118,357			3,10	118,487		
78				3,20							
79?											
80				3,49				3,41			
82	94430	122840	120,120	1,83	118,290			1,95	118,170		
85	59508	92130	119,329	1,72	117,609						
104	66841	22194	118,845	2,11	116,735			1,98	116,865		
105	61218	31795	119,387	2,62	116,767	12,0	1720	2,55	116,837	11,0	1635
109	58978	8360	117,970	1,35	116,620			1,27	116,700		
110	45138	23738	118,334	1,63	116,704			1,57	116,764		
114	93111	26217	119,324	2,30	117,024			2,22	117,104		
232	123052	102566	118,897	1,01	117,887			1,03	117,867		
249	72916	94306	119,922	2,16	117,762			2,06	117,862		
507	140771	157166	121,551	2,85	118,701			2,80	118,751		
BI 126	56802	37648	119,317	2,33	116,987			2,29	117,027		
K-M				1,63				1,59			
K10	118443	15103	119,368	2,47	116,898			2,40	116,968		
K11	169187	56854		2,49				2,46			
K15	124593	32927	118,603								
K16	121769	45784	118,467								
K1	126230	31835	118,702					1,43	117,272		
K2	113145	35134	119,311	2,23	117,081	11,8	1948	2,20	117,111	8,7	1986
K3	109739	89846	119,128								
K7	86841	107484	119,828	1,92	117,908			1,87	117,958		
K8	174363	35082	119,817	2,45	117,367			2,43	117,387		
K9	157828	126369	120,104	1,70	118,404			1,68	118,424		
BI148 (KB 3)											
LL11											
LL12											
LL13											
S18											
LL-Nord						1,1	2170			0,0	4020
LL-Süd			118,490			3,0	1936			1,5	3100
LL-K1			118,702								
LL-K15			118,603								
LL-K16			118,467								
WWL			119,128							2,8	3600
ÖWL			118,353							1,2	2950
Zicksee						1,8	1203			2,0	1466
Kanal Reihersiedlung			120,588								
Rohr Fischreich											
Kanal ÖWL - LL			118,963								
Kanal KB3											
Hauptkanal											
Kanal WWL											

# Wasserstandsmessungen

Brunnen Nr.	21.2.95				16.3.95				19.4.95			
	m		°C	µS	m		°C	µS	m		°C	µS
2	2,73	117,367	11,1	1480	2,34	117,757			2,43	117,667	11,8	1470
4	1,85	117,648			1,60	117,898			1,63	117,868		
13	1,44	117,352			1,17	117,622			1,17	117,622		
14	1,70	117,596			1,73	117,566			1,70	117,596		
16	1,42	117,708			1,31	117,818			1,30	117,828		
18	2,20	117,934	8,8	2600	2,12	118,014	8,0	2590	2,08	118,054	8,3	2510
19	1,10	117,913			1,00	118,013			0,94	118,073		
20	1,18				1,09				1,10			
22	1,24				0,95				1,00			
23(66)	2,03	117,842	9,5	1917	1,96	117,912	8,9	1917	1,90	117,972	8,7	1900
24	1,20	118,224			0,96	118,464			0,98	118,444		
26	1,52	117,821			1,31	118,031			1,33	118,011		
27	1,62				1,32				1,35			
28	2,37				2,03				1,96			
37	2,10	117,812			1,74	118,172			1,70	118,212		
41	1,50	118,418			1,20	118,718			1,17	118,748		
44					1,60	118,814			1,59	118,824		
47(118)	2,95	117,298			2,54	117,708			2,63	117,618		
50	2,55	118,689			2,30	118,939			2,31	118,929		
53	1,45	118,926			1,15	119,226			1,15	119,226		
72	3,07	118,822			2,66	119,232			2,51	119,382		
75					2,64				2,64			
76												
78	2,96											
79?					2,63				2,60			
80	3,16				2,89							
82	1,55	118,570			1,42	118,700			1,35	118,770		
85					0,79	118,539			0,85	118,479		
104	1,73	117,115			1,27	117,575			1,30	117,545		
105	2,25	117,137	12,1	1650	1,94	117,447			1,98	117,407	11,1	1540
109	1,03	116,940			0,72	117,250			0,75	117,220		
110	1,23	117,104			1,01	117,324			1,03	117,304		
114	2,02	117,304			1,68	117,644			1,68	117,644		
232	0,77	118,127			0,68	118,217			0,65	118,247		
249	1,77	118,152			1,45	118,472			1,46	118,462		
507	2,61	118,941			2,27	119,281			2,24	119,311		
BI 126	1,90	117,417			1,74	117,577			1,75	117,567		
K-M	1,27				1,11				1,03			
K10	2,17	117,198			1,79	117,578			1,84	117,528		
K11	2,17				2,00				2,02			
K15												
K16												
K1	1,24	117,462			1,12	117,582			1,10	117,602		
K2	1,95	117,361			1,67	117,641	9,4	1940	1,67	117,641	11,2	1970
K3	1,23	117,898			1,14	117,988			1,08	118,048		
K7	1,73	118,098			1,26	118,568			1,23	118,598		
K8	2,15	117,667			1,91	117,907			1,94	117,877		
K9	1,46	118,644			1,36	118,744			1,36	118,744		
BI148 (KB 3)	2,50				2,11				2,06			
LL11												
LL12												
LL13												
S18												
LL-Nord			11,8	1990			1,9	1804			18,7	2020
LL-Süd			8,3	1905	1,12	117,370	1,5	1770	1,04	117,450	13,2	1980
LL-K1												
LL-K15												
LL-K16												
WWL			9,0	2330	1,04	118,088	2,3	2080	0,94	118,188	13,7	2020
ÖWL			10,2	1990	0,27	118,083	2,1	1741	0,23	118,123	16,1	1750
Zicksee			8,4	1213			4,5	1178			12,8	1220
Kanal Reiherriedlung												
Rohr Fischreich												
Kanal ÖWL - LL												
Kanal KB3												
Hauptkanal												
Kanal WWL												

# Wasserstandsmessungen

Brunnen Nr.	18.5.95				14.6.95				14.7.95			
	m		°C	µS	m		°C	µS	m		°C	µS
2	2,62	117,477	10,7	1560	2,33	117,767			2,79	117,307	12,9	1470
4	1,84	117,658			1,60	117,898			2,36	117,138		
13	1,30	117,492			0,99	117,802			1,34	117,452		
14	1,86	117,436			1,67	117,626			2,03	117,266		
16	1,48	117,648			1,27	117,858			1,61	117,518		
18	2,25	117,884	11,0	2660	1,98	118,154	13,6	1570	2,32	117,814		
19	1,09	117,923			0,85	118,163			1,17	117,843		
20	1,34				1,05				1,47			
22	1,32				0,91				1,48			
23(66)	2,11	117,762	10,8	1850	1,81	118,062	12,2	1990	2,25	117,622	14,0	1920
24	1,24	118,184										
26	1,55	117,791			1,28	118,061			1,75	117,591		
27	1,54				1,28				1,77			
28	2,20				1,87				2,30			
37	1,89	118,022			1,62	118,292			2,11	117,802		
41	1,43	118,488			1,16	118,758			1,71	118,208		
44	1,82	118,594			1,51	118,904			1,94	118,474		
47(118)	2,78	117,468			2,52	117,728			2,95	117,298		
50	2,51	118,729			2,16	119,079			2,54	118,699		
53	1,36	119,016			1,00	119,376			1,53	118,846		
72	2,72	119,172			2,08	119,812			2,83	119,062		
75	2,76				2,14				2,99			
76												
78												
79?												
80	3,03											
82	1,68	118,440			1,19	118,930			1,77	118,350		
85	1,38	117,949			0,84	118,489			1,45	117,879		
104	1,49	117,355			0,96	117,885			1,61	117,235		
105	2,18	117,207	12,9	1570	1,70	117,687			2,31	117,077	12,8	1540
109	0,92	117,050			0,58	117,390			1,10	116,870		
110	1,22	117,114			0,83	117,504			1,37	116,964		
114	1,86	117,464			1,49	117,834			1,91	117,414		
232	0,84	118,057			0,52	118,377			0,93	117,967		
249	1,86	118,062			1,38	118,542			1,94	117,982		
507	2,45	119,101			1,93	119,621			2,60	118,951		
BI 126	1,98	117,337			1,54	117,777	11,8	1950	2,13	117,187		
K-M	1,16				0,94				1,42			
K10	1,98	117,388			1,70	117,668			2,09	117,278		
K11	2,21				1,95				2,39			
K15												
K16												
K1	1,26	117,442			0,96	117,742			1,21	117,492		
K2	1,80	117,511	10,3	2010	1,50	117,811	11,7	2030	1,86	117,451	13,0	2060
K3	1,24	117,888			0,99	118,138			1,30	117,828		
K7	1,60	118,228			1,10	118,728			1,71	118,118		
K8	2,15	117,667			1,90	117,917			2,36	117,457		
K9	1,57	118,534			1,35	118,754			1,70	118,404		
BI148 (KB 3)	2,29				2,01				2,55			
LL11												
LL12												
LL13												
S18												
LL-Nord			17,5	2370			21,7	2090			32,8	2530
LL-Süd	1,02	117,470	13,3	2340	1,59	117,760	19,7	2070	1,53	117,700	28,0	2150
LL-K1												
LL-K15												
LL-K16												
WWL	0,98	118,148	15,1	2130	0,82	118,308	22,6	1690	0,97	118,158	30,0	1770
ÖWL	0,26	118,093	19,0	1730	0,10	118,253	24,6	1290	0,26	118,093	32,9	1475
Zicksee			15,9	1210			23,2	1180			30,6	1220
Kanal Reihersiedlung					1,60	118,988			1,97	118,618		
Rohr Fischreich												
Kanal ÖWL - LL												
Kanal KB3												
Hauptkanal												
Kanal WWL												

# Wasserstandsmessungen

Brunnen Nr.	17.8.95				12.9.95				17.10.95			
	m		°C	µS	m		°C	µS	m		°C	µS
2	3,32	116,777			3,22	116,877	13,6	1560	2,89	117,207		
4	2,54	116,958			2,41	117,088			2,10	117,398		
13	1,69	117,102			1,64	117,152			1,48	117,312		
14	2,32	116,976			2,15	117,146			2,01	117,286		
16	1,90	117,228			1,73	117,398			1,56	117,568		
18	2,60	117,534	16,2	2900	2,50	117,634	16,0	2950	2,38	117,754	14,8	2860
19	1,44	117,573			1,38	117,633			1,25	117,763		
20	1,81				1,65				1,45			
22	1,89				1,73				1,46			
23(66)	2,61	117,262	15,4	1930	2,46	117,412	16,0	1900	2,23	117,642	14,8	1840
24									1,40	118,024		
26	2,18	117,161			2,05	117,291			1,75	117,591		
27	2,22				2,11				1,80			
28	2,68				2,62				2,43			
37	2,53	117,382			2,45	117,462			2,12	117,792		
41	1,97	117,948			1,91	118,008			1,62	118,298		
44	2,22	118,194			2,12	118,294			1,87	118,544		
47(118)	3,45	116,798			3,39	116,858			3,07	117,178		
50	2,86	118,379			2,75	118,489			2,53	118,709		
53	1,83	118,546			1,70	118,676			1,50	118,876		
72	3,40	118,492			3,34	118,552			3,12	118,772		
75	3,48				3,40				3,10			
76												
78												
79?	3,40				3,22				2,92			
80												
82	2,12	118,000			2,02	118,100			1,90	118,220		
85	1,77	117,559			1,74	117,589			1,49	117,839		
104	2,13	116,715			2,10	116,745			1,84	117,005		
105	2,80	116,587			2,67	116,717	14,3	1700	2,49	116,897		
109	1,52	116,450			1,44	116,530			1,20	116,770		
110	1,81	116,524			1,68	116,654			1,50	116,834		
114	2,28	117,044			2,22	117,104			2,05	117,274		
232	1,18	117,717			1,08	117,817			0,97	117,927		
249	2,25	117,672			2,16	117,762			1,95	117,972		
507	3,05	118,501			3,02	118,531			2,66	118,891		
BI 126	2,53	116,787			2,40	116,917			2,23	117,087		
K-M	1,80				1,68				1,50			
K10	2,50	116,868			2,49	116,878			2,25	117,118		
K11	2,81				2,66				2,60			
K15									1,20	117,403	14,0	5030
K16									1,02	117,447	15,4	2470
K1	1,63	117,072			1,59	117,112			1,40	117,302		
K2	2,19	117,121	13,8	2030	2,13	117,181	14,8	2030	1,97	117,341	14,3	2080
K3	1,53	117,598			1,50	117,628			1,37	117,758		
K7	2,02	117,808			1,94	117,888			1,78	118,048		
K8	2,84	116,977			2,69	117,127			2,37	117,447		
K9	1,98	118,124			1,84	118,264			1,62	118,484		
BI148 (KB 3)	2,86				2,81				2,50			
LL11												
LL12												
LL13												
S18												
LL-Nord			19,9	3810			25,3	3310			14,2	2920
LL-Süd	1,36	117,530	16,7	3560	1,36	117,530	18,0	3220	1,41	117,580	12,6	2700
LL-K1												
LL-K15												
LL-K16												
WWL	1,18	117,948	18,6	2590	1,20	117,928	23,1	2450	1,15	117,978	14,5	2250
ÖWL	0,46	117,893	21,1	2200	0,46	117,893	26,3	2040	0,36	117,993	14,8	1850
Zicksee			20,6	1360			21,9	1320			14,7	1310
Kanal Reihersiedlung									1,93	118,658		
Rohr Fischreich									0,46			
Kanal ÖWL - LL												
Kanal KB3												
Hauptkanal												
Kanal WWL												

# Wasserstandsmessungen

Brunnen Nr.	16.11.95				21.12.95				16.1.96			
	m		°C	µS	m		°C	µS	m		°C	µS
2	2,91	117,187	12,8	1590	2,49	117,607	11,3	1540	1,99	118,107		
4	2,1	117,398							1,26	118,238		
13	1,5	117,292							0,73	118,062		
14	1,95	117,346			1,37	117,926			1,43	117,866		
16	1,54	117,588			1,12	118,008			1,09	118,038		
18	2,37	117,764	11,8	2940	1,82	118,314	8,7	2900	1,82	118,314	6,5	2700
19	1,23	117,783			0,66	118,353			0,67	118,343		
20	1,4				0,80				0,75			
22	1,5				0,64				0,5			
23(66)	2,22	117,652	12,9	1850	1,57	118,302			1,47	118,402	8,5	1830
24	1,42	118,004			0,62	118,804			0,51	118,914		
26	1,77	117,571			1,10	118,241			0,92	118,421		
27	1,81				1,35				1			
28	2,49				1,99				1,6			
37	2,15	117,762			1,62	118,292			1,16	118,752		
41	1,64	118,278			0,97	118,948			0,62	119,298		
44	1,89	118,524			1,27	119,144			1,07	119,344		
47(118)	3,11	117,138			2,73	117,518			2,18	118,068		
50	2,54	118,699			2,12	119,119			1,82	119,419		
53	1,5	118,876			1,00	119,376			0,6	119,776		
72	3,13	118,762			2,88	119,012			2,1	119,792		
75	3,12				2,85				2,15			
76												
78												
79?												
80												
82	1,88	118,240			1,10	119,020			1	119,120		
85	1,51	117,819			0,66	118,669			0,33	118,999		
104	1,9	116,945			1,40	117,445			0,8	118,045		
105	2,5	116,887	13,8	1580	1,87	117,517	12,0	1590	1,5	117,887		
109	1,22	116,750			0,69	117,280			0,38	117,590		
110	1,5	116,834			0,92	117,414			0,65	117,684		
114	2,08	117,244			1,65	117,674			1,19	118,134		
232	0,92	117,977			0,36	118,537			0,37	118,527		
249	1,96	117,962			1,20	118,722			1,01	118,912		
507	2,67	118,881			2,33	119,221			1,73	119,821		
BI 126	2,22	117,097							1,36	117,957		
K-M	1,51				1,04				0,87			
K10	2,28	117,088			1,89	117,478			1,42	117,948		
K11	2,39											
K15	1,28	117,323	9,5	5100	1,03	117,573	6,2	6200				
K16	1,07	117,397	9,2	2500	0,88	117,587	5,7	2800	0,68	117,787		
K1	1,43	117,272							0,74	117,962		
K2	2	117,311	13,8	2110	1,68	117,631			1,26	118,051	10,1	2000
K3	1,34	117,788			0,88	118,248			0,82	118,308		
K7	1,78	118,048			0,97	118,858			0,9	118,928		
K8	2,39	117,427			1,79	118,027			1,57	118,247		
K9	1,61	118,494			1,09	119,014			1,04	119,064		
BI148 (KB 3)	2,65								1,5			
LL11												
LL12												
LL13												
S18									1,8			
LL-Nord			8,8	2950								
LL-Süd	1,4	117,570	6,9	2920	1,52	117,690	0,8	1900	1,69	117,860	2,5	2500
LL-K1												
LL-K15												
LL-K16												
WWL	1,16	117,968	8,6	2330	1,00	118,128	1,1	1800	0,82	118,308	2,6	2060
ÖWL	0,34	118,013	9	1940	0,25	118,103	3,7	1600	0,1	118,253	2	1340
Zicksee			6,8	1350			0,5	1210			2	1290
Kanal Reihersiedlung	1,97				1,64				1,8	118,788		
Rohr Fischreich	0,49				0,16				0,09			
Kanal ÖWL - LL					1,04				0,95			
Kanal KB3					1,30				1,14			
Hauptkanal												
Kanal WWL												

# Wasserstandsmessungen

Brunnen Nr.	20.2.96				20.3.96				29.3.96			
	m		°C	µS	m		°C	µS	m		°C	µS
2	2,23	117,867	10	1570	2,09	118,007			2,13	117,967		
4	1,33	118,168										
13	0,75	118,042			0,75	118,042						
14	1,23	118,066			1,52	117,776			1,41	117,886		
16	1,01	118,118			1	118,128			1,02	118,108		
18	1,71	118,424	6,4	2670	1,86	118,274	5,7	2610	1,87	118,264		
19	0,55	118,463			0,7	118,313			0,72	118,293		
20	0,66				0,83				0,88			
22	0,5				0,66							
23(66)	1,38	118,492			1,57	118,302	7,4	1720	1,6	118,272		
24	0,46	118,964			0,63	118,794						
26	0,89	118,451				119,341						
27	1,13				1,04							
28	1,55				1,67							
37	1,19	118,722			1,18	118,732			1,24	118,672		
41	0,63	119,288			0,69	119,228			0,77	119,148		
44	1,11	119,304			1,22	119,194			1,32	119,094		
47(118)	2,41	117,838			2,27	117,978			2,32	117,928		
50	2,04	119,199			2	119,239			2,05	119,189		
53	0,8	119,576			0,71	119,666			0,8	119,576		
72	2,23	119,662			2,07	119,822			2,12	119,772		
75	2,39				2,21							
76												
78												
79?												
80												
82	0,88	119,240			1,08	119,040			1,14	118,980		
85	0,38	118,949			0,47	118,859			0,56	118,769		
104	0,97	117,875			1,06	117,785			1,11	117,735		
105	1,62	117,767	9,7	1470	1,81	117,577			1,86	117,527		
109	0,47	117,500			0,59	117,380			0,64	117,330		
110	0,66	117,674			0,91	117,424			0,95	117,384		
114	1,25	118,074			1,27	118,054			1,3	118,024		
232	0,25	118,647			0,47	118,427			0,45	118,447		
249	1,14	118,782			1,18	118,742						
507	1,97	119,581			1,77	119,781			1,86	119,691		
BI 126	1,33	117,987			1,59	117,727						
K-M	0,88				0,98							
K10	1,53	117,838			1,48	117,888			1,51	117,858		
K11					1,75							
K15	0,78	117,823							0,64	117,963		
K16	0,58	117,887	2,3	2420					0,49	117,977		
K1	0,81	117,892			0,69	118,012						
K2	1,28	118,031			1,27	118,041	8,9	2130	1,3	118,011		
K3	0,75	118,378			0,76	118,368			0,76	118,368		
K7	0,68	119,148			0,99	118,838			1,03	118,798		
K8	1,62	118,197			1,65	118,167			1,68	118,137		
K9	0,98	119,124			1,23	118,874						
BI148 (KB 3)					1,53							
LL11												
LL12												
LL13												
S18	1,6		9,6	1630	1,62		8,9	1690				
LL-Nord												
LL-Süd	1,75	117,920	2,5	2720	1,78	117,950	3,2	1020				
LL-K1					0,75	117,952						
LL-K15									0,66	117,943		
LL-K16									0,52	117,947		
WWL	0,77	118,358	2,5	2240	0,75	118,378	9,3	1700	0,73	118,398		
ÖWL	-0,08	118,433	3,5	1910	-0,03	118,383	9,3	1990	0,04	118,313		
Zicksee							5,7	1220				
Kanal Reihersiedlung	1,85	118,738			1,95	118,638						
Rohr Fischreich	-0,01				0							
Kanal ÖWL - LL	0,94						0,93		1,01			
Kanal KB3	1,16				1,23		11,2	1270				
Hauptkanal			0,3	2360								
Kanal WWL	-0,2				0,26							

# Wasserstandsmessungen

Brunnen Nr.	16.4.96				15.5.96				17.6.96			
	m		°C	µS	m		°C	µS	m		°C	µS
2	1,84	118,257			2	118,097	11,3	1550	2,35	117,747		
4												
13	0,48	118,312			0,56	118,232			0,88	117,912		
14	1,28	118,016			1,24	118,056			1,74	117,556		
16	0,8	118,328			0,85	118,278			1,17	117,958		
18	1,72	118,414	7	1840	1,69	118,444	10,1	2700	2,11	118,024	13,5	2900
19	0,58	118,433			0,54	118,473			0,97	118,043		
20	0,65				0,76				1,22			
22	0,46				0,71				1,28			
23(66)	1,33	118,542			1,41	118,462	10,1	1650	1,9	117,972		
24												
26	0,78	118,561			0,85	118,491			1,37	117,971		
27	0,82				0,92				1,25			
28	1,47				1,5				1,85			
37	0,8	119,112			1,06	118,852			1,67	118,242		
41	0,45	119,468			0,63	119,288			1,27	118,648		
44	0,97	119,444			1,17	119,244			1,68	118,734		
47(118)	2	118,248			2,19	118,058			2,59	117,658		
50	1,73	119,509			1,99	119,249			2,31	118,929		
53	0,51	119,866			0,75	119,626			1,2	119,176		
72	1,76	120,132			1,99	119,902			2,46	119,432		
75	1,93				2,17				2,63			
76												
78												
79?												
80												
82	0,99	119,130			0,94	119,180			1,66	118,460		
85	0,25	119,079			0,6	118,729			1,33	117,999		
104	0,71	118,135			1,03	117,815			1,41	117,435		
105	1,52	117,867	8,8	1390	1,86	117,527			2,21	117,177	11	1350
109	0,4	117,570			0,62	117,350			1,07	116,900		
110	0,7	117,634			0,96	117,374			1,39	116,944		
114	0,96	118,364			1,11	118,214			1,49	117,834		
232	0,37	118,527			0,36	118,537			0,83	118,067		
249	0,92	119,002			1,15	118,772			1,76	118,162		
507	1,53	120,021			1,83	119,721			2,29	119,261		
BI 126	1,34	117,977			1,55	117,767			1,99	117,327		
K-M	0,91				1,1				1,5			
K10	1,2	118,168			1,33	118,038			1,65	117,718		
K11					1,55				1,98			
K15					0,42	118,183		2510	0,56	118,043		2470
K16					0,27	118,197		5190	0,41	118,057		5500
K1	0,42	118,282			0,5	118,202			0,74	117,962		
K2	1	118,311			1,08	118,231			1,4	117,911	10,6	2200
K3	0,71	118,418			0,72	118,408			0,86	118,268		
K7	0,9	118,928			0,92	118,908			1,6	118,228		
K8	1,42	118,397			1,5	118,317			1,93	117,887		
K9	0,98	119,124			1,13	118,974			1,59	118,514		
BI148 (KB 3)	1,25		10,4	1290	1,47		11,7	1250	2,07		13,3	1300
LL11												
LL12												
LL13												
S18	1,42		8,3	1650	1,5		10,7	1700	2,12		13,1	1660
LL-Nord												
LL-Süd			5,1	1610			16,6	1650	1,94	118,110	21,2	1780
LL-K1	0,47	118,232			0,5	118,202			0,6	118,102		
LL-K15					0,43	118,173			0,52	118,083		
LL-K16					0,28	118,187			0,38	118,087		
WWL	0,73	118,398	5,5	1370	0,72	118,408	16,5	1380	0,86	118,268	22,5	1470
ÖWL	-0,01	118,363	5,9	1250			20,8	1170	0,16	118,193	23,8	1260
Zicksee			6,5	1100			18,1	1150			26	1170
Kanal Reihersiedlung	1,58	119,008	6,8	1140	1,71	118,878			1,86	118,728		
Rohr Fischreich	-0,25				-0,18				-0,12			
Kanal ÖWL - LL	0,82				0,76	118,203			0,88	118,083		
Kanal KB3	1,07		7,6	970	1,09							
Hauptkanal			5,4	1470	1,62		14,6	1650	1,67		19,2	2130
Kanal WWL	0,21				0,36				0,45			

# Wasserstandsmessungen

Brunnen Nr.	14.7.96				19.8.96				13.9.96			
	m		°C	µS	m		°C	µS	m		°C	µS
2	2,37	117,727	12,8	1540	2,54	117,557			2,37	117,727	12	1580
4												
13	0,9	117,892			1,06	117,732			0,95	117,842		
14	1,7	117,596			1,78	117,516			1,49	117,806		
16	1,18	117,948			1,31	117,818			1,14	117,988		
18	2,09	118,044	15,8	3020	2,21	117,924	15,9	3110	1,98	118,154	14,4	3210
19	0,95	118,063			1,07	117,943			0,87	118,143		
20	1,19				1,31				1,07			
22					1,37				1,12			
23(66)	1,88	117,992	14	1790	1,98	117,892			1,74	118,132	13,6	1830
24												
26	1,37	117,971			1,48	117,861			1,25	118,091		
27	1,3				1,46				1,26			
28	1,84				2,05				1,9			
37	1,76	118,152			1,89	118,022			1,7	118,212		
41	1,34	118,578			1,51	118,408			1,26	118,658		
44	1,7	118,714			1,87	118,544			1,53	118,884		
47(118)	2,51	117,738			2,68	117,568			2,51	117,738		
50	2,35	118,889			2,52	118,719			2,33	118,909		
53	1,28	119,096			1,39	118,986			1,01	119,366		
72	2,69	119,202			2,94	118,952			2,76	119,132		
75	2,77				2,93				2,73			
76												
78												
79?												
80												
82	1,71	118,410			1,89	118,230			1,65	118,470		
85	1,42	117,909			1,6	117,729			1,34	117,989		
104	1,52	117,325			1,75	117,095			1,55	117,295		
105	2,34	117,047			2,48	116,907	13,2	1390	2,31	117,077		
109	1,17	116,800			1,35	116,620			1,15	116,820		
110	1,5	116,834			1,63	116,704			1,43	116,904		
114	1,49	117,834			1,66	117,664			1,52	117,804		
232	0,82	118,077			0,93	117,967			0,65	118,247		
249	1,79	118,132			1,92	118,002			1,65	118,272		
507	2,4	119,151			2,51	119,041			2,22	119,331		
Bl 126	2,03	117,287			2,17	117,147			1,95	117,367		
K-M	1,59				1,69				1,43			
K10	1,69	117,678			1,87	117,498			1,72	117,648		
K11	1,97				2,1				1,86			
K15	0,59	118,013		6080	0,72	117,883		6900	0,68	117,923		7150
K16	0,44	118,027		2580	0,56	117,907		2570	0,51	117,957		2520
K1	0,77	117,932			0,93	117,772			0,83	117,872		
K2	1,4	117,911			1,56	117,751	14	2160	1,45	117,861		
K3	0,91	118,218			1,05	118,078			0,99	118,138		
K7	1,63	118,198			1,79	118,038			1,53	118,298		
K8	1,93	117,887			2,07	117,747			1,82	117,997		
K9	1,55	118,554			1,71	118,394			1,41	118,694		
Bl148 (KB 3)	2,19		12,9	1250	2,34		13,2	1250	2,15		12,2	1260
LL11												
LL12												
LL13												
S18	2,28		14,7	1650	2,54		15,1	1640	2,29		14,3	1610
LL-Nord												
LL-Süd	1,92	118,090	30,8	1710	1,79	117,960	19,8	1950	1,8	117,970	13,9	1860
LL-K1	0,6	118,102			0,74	117,962			0,72	117,982		
LL-K15	0,55	118,053			0,66	117,943			0,64	117,963		
LL-K16	0,41	118,057			0,52	117,947			0,5	117,967		
WWL	0,91	118,218	26,1	1470	1,05	118,078	24,4	1800	1	118,128	14,6	1780
ÖWL	0,21	118,143	29,5	1240	0,33	118,023	25	1390	0,26	118,093	14,7	1380
Zicksee			28,7	1150			22,9	1230			14,7	1220
Kanal Reihersiedlung	1,86	118,728			2,12	118,468			2,07	118,518		
Rohr Fischreich	-0,1				0,03				-0,02			
Kanal ÖWL - LL	0,93	118,033			1,14	117,823			0,97	117,993		
Kanal KB3												
Hauptkanal	1,76		20,4	1800	1,77		19	1890	1,75		14	1710
Kanal WWL	0,45				0,61				0,57			

# Wasserstandsmessungen

Brunnen Nr.	30.9.96 Bohrungen		16.10.96				15.11.96			
	°C	µS	m		°C	µS	m		°C	µS
2			2,22	117,877			2,34	117,757		
4										
13			0,81	117,982			0,81	117,982		
14							1,52	117,776		
16			1,05	118,078			1,05	118,078		
18			1,97	118,164	14	2980	1,96	118,174	12,1	3040
19			0,85	118,163			0,85	118,163		
20							0,97			
22			0,89							
23(66)			1,64	118,232			1,68	118,192		
24										
26			1,16	118,181			1,22	118,121		
27			1,14				1,21			
28			1,69				1,73			
37			1,44	118,472			1,57	118,342		
41			1,02	118,898			1,12	118,798		
44			1,48	118,934			1,48	118,934		
47(118)			2,39	117,858			2,5	117,748		
50			2,13	119,109			2,18	119,059		
53			0,91	119,466			1,02	119,356		
72			2,37	119,522			2,46	119,432		
75			2,4				2,51			
76										
78										
79?										
80										
82			1,45	118,670			1,44	118,680		
85			0,91	118,419			0,98	118,349		
104			1,3	117,545			1,4	117,445		
105			2,06	117,327	13,5	1380	2,15	117,237		
109			0,97	117,000			1	116,970		
110			1,24	117,094			1,3	117,034		
114			1,57	117,754			1,43	117,894		
232			0,64	118,257			0,67	118,227		
249			1,4	118,522			1,47	118,452		
507			2	119,551			2,12	119,431		
BI 126			1,8	117,517			1,85	117,467		
K-M			1,41				1,41			
K10			1,56	117,808			1,64	117,728		
K11			1,82							
K15			0,58	118,023		2510	0,56	118,043		7330
K16			0,42	118,047		7180	0,4	118,067		2680
K1			0,7	118,002			0,74	117,962		
K2			1,3	118,011	14,2	2260	1,33	117,981	13,7	2250
K3			0,94	118,188			0,91	118,218		
K7			1,33	118,498			1,36	118,468		
K8			1,77	118,047			1,81	118,007		
K9			1,35	118,754			1,33	118,774		
BI148 (KB 3)			1,84		13	1230	1,97		12,6	1260
LL11			1,47		14,4	2490	1,49		13,9	2600
LL12			1,66		13,4	3110	1,66		12,4	3060
LL13			2,12		12,6	2530	2,16		12,4	2530
S18			1,98		14,2	1630	2,02		13,1	1660
LL-Nord										
LL-Süd			1,89	118,060	13,8	1830	1,94	118,110	8,7	1850
LL-K1			0,64	118,062			0,6	118,102		
LL-K15			0,56	118,043			0,52	118,083		
LL-K16			0,42	118,047			0,38	118,087		
WWL			0,94	118,188	15,6	1690	0,93	118,198	9,5	1760
ÖWL			0,24	118,113	16,1	1390	0,22	118,133	12	1270
Zicksee					14,7	1200			10	1230
Kanal Reihersiedlung			1,97	118,618			1,92	118,668		
Rohr Fischreich			-0,07				-0,12			
Kanal ÖWL - LL			0,95	118,013			0,9	118,063		
Kanal KB3										
Hauptkanal			1,75		12,9	1840	1,76		8,7	1810
Kanal WWL			0,49							

# Wasserstandsmessungen

Brunnen Nr.	16.12.96				15.1.97				17.2.97			
	m		°C	µS	m		°C	µS	m		°C	µS
2	2,38	117,717			2,4	117,697			2,3	117,797		
4												
13	0,85	117,942			0,82	117,972			0,76	118,032		
14	1,5	117,796			1,43	117,866			1,42	117,876		
16	1,03	118,098			1	118,128			0,94	118,188		
18	1,89	118,244	9,1	3120	1,96	118,174	7,2	3160	1,92	118,214	6,1	3010
19	0,85	118,163			0,81	118,203			0,79	118,223		
20	0,98				0,97				0,89			
22									0,84			
23(66)	1,73	118,142			1,7	118,172	8,5	1715	1,59	118,282		
24												
26	1,23	118,111			1,24	118,101			1,15	118,191		
27	1,27				1,25				1,18			
28	1,69				1,7				1,6			
37	1,64	118,272			1,66	118,252			1,53	118,382		
41	1,17	118,748			1,19	118,728			1,05	118,868		
44	1,52	118,894			1,59	118,824			1,47	118,944		
47(118)	2,56	117,688			2,57	117,678			2,52	117,728		
50	2,2	119,039			2,25	118,989			2,17	119,069		
53	1,07	119,306			1,11	119,266			0,95	119,426		
72	2,56	119,332			2,6	119,292			2,47	119,422		
75	2,6				2,6				2,52			
76												
78												
79?												
80												
82	1,49	118,630			1,5	118,620			1,4	118,720		
85	1,04	118,289			1,05	118,279			0,83	118,499		
104	1,57	117,275			1,51	117,335			1,35	117,495		
105	2,2	117,187	11,8	1480	2,19	117,197			2,07	117,317	9,7	1430
109	1,09	116,880			1,15	116,820			0,98	116,990		
110	1,35	116,984			1,34	116,994			1,23	117,104		
114	1,44	117,884			1,43	117,894			1,33	117,994		
232	0,68	118,217			0,67	118,227			0,62	118,277		
249	1,52	118,402			1,49	118,432			1,32	118,602		
507	2,17	119,381			2,23	119,321			2,06	119,491		
BI 126	1,88	117,437			1,97	117,347			1,78	117,537		
K-M	1,44				1,44				1,39			
K10	1,68	117,688			1,69	117,678			1,59	117,778		
K11									1,42			2560
K15	0,55	118,053		7100		118,603			0,52	118,083		6210
K16	0,38	118,087		2530		118,467			0,35	118,117		2840
K1	0,74	117,962			0,76	117,942			0,62	118,082		
K2	1,38	117,931	11	2260					1,37	117,941	9,1	2350
K3	0,93	118,198			0,93	118,198			0,94	118,188		
K7	1,39	118,438			1,4	118,428			1,28	118,548		
K8	1,82	117,997			1,83	117,987			1,76	118,057		
K9	1,36	118,744							1,33	118,774		
BI148 (KB 3)	2,03		11,9	1240	2,06		11,1	1300	1,91		10,8	1200
LL11	1,82		11,4	2640								
LL12	1,65		11,3	3040	1,63		11,1	3050	1,6		9,7	3070
LL13	2,18		11,2	2550	2,17		10,6	2510	2,1		9,7	2500
S18	2,1		10,7	1650	2,16		9,5	1660	2,02		8,6	1650
LL-Nord												
LL-Süd	1,95	118,120	1,7	1800			0,3	2180			1,8	1040
LL-K1					0,54	118,162			0,57	118,132		
LL-K15					0,47	118,133			0,5	118,103		
LL-K16									0,34	118,127		
WWL	0,94	118,188	3,2	1760	0,88	118,248	0,1	2230	0,95	118,178	3,5	1740
ÖWL	0,23						0,1	1652	0,23		2,3	1340
Zicksee			2,6	1220			0,9	1490				
Kanal Reihersiedlung	1,81	118,778			1,97	118,618			1,9	118,688		
Rohr Fischreich	-0,15								-0,1			
Kanal ÖWL - LL	0,91	118,053			0,92	118,043			0,91	118,053		
Kanal KB3												
Hauptkanal	1,73		3,3	1945	1,73				1,73		1,9	1440
Kanal WWL	0,46								0,48			

# Wasserstandsmessungen

Brunnen Nr.	17.3.97		°C	µS	17.4.97		°C	µS	16.5.97		°C	µS
	m				m				m			
2	2,33	117,767			2,19	117,907			2,41	117,687	11	1570
4												
13	0,8	117,992			0,68	118,112			0,9	117,892		
14	1,32	117,976			1,33	117,966			1,7	117,596		
16	1	118,128			0,93	118,198			1,2	117,928		
18	1,89	118,244		3100	1,89	118,244	7,3	2820	2,14	117,994	10,5	2970
19	0,79	118,223			0,76	118,253			1,01	118,003		
20					0,86				1,2			
22					0,81				1,25			
23(66)	1,6	118,272			1,54	118,332	7,7	1640	1,87	118,002	10,1	1630
24												
26	1,17	118,171			1,08	118,261			1,38	117,961		
27					1,08				1,31			
28	1,57				1,55				1,78			
37	1,63	118,282			1,41	118,502			1,73	118,182		
41	1,15	118,768			0,92	118,998			1,28	118,638		
44	1,56	118,854			1,37	119,044			1,69	118,724		
47(118)	2,51	117,738			2,36	117,888			2,58	117,668		
50	2,22	119,019			2,07	119,169			2,33	118,909		
53	1,07	119,306			0,9	119,476			1,22	119,156		
72	2,52	119,372			2,27	119,622			2,59	119,302		
75	2,57				2,38				2,66			
76												
78												
79?												
80												
82	1,45	118,670			1,3	118,820			1,7	118,420		
85	0,99	118,339			0,75	118,579			1,34	117,989		
104	1,42	117,425			1,23	117,615			1,52	117,325		
105	2,25	117,137			1,96	117,427	9,1	1380	2,22	117,167	11,2	1360
109	1,01	116,960			0,85	117,120			1,13	116,840		
110					1,11	117,224			1,41	116,924		
114	1,42	117,904			1,25	118,074			1,52	117,804		
232	0,65	118,247			0,6	118,297			0,88	118,017		
249					1,38	118,542			1,75	118,172		
507	2,14	119,411			1,98	119,571			2,29	119,261		
BI 126	1,82	117,497			1,67	117,647			1,96	117,357		
K-M	1,32				1,28				1,55			
K10	1,63	117,738			1,49	117,878			1,71	117,658		
K11					1,7				1,99			
K15	0,52	118,083		6100	0,48	118,123		6660	0,59	118,013		7730
K16	0,34	118,127		2750	0,31	118,157		2670	0,43	118,037		2760
K1	0,62	118,082			0,55	118,152			0,68	118,022		
K2					1,2	118,111	8,3	2400	1,41	117,901	11,1	2470
K3	0,94	118,188			0,91	118,218			1,01	118,118		
K7	1,32	118,508			1,2	118,628			1,62	118,208		
K8	1,77	118,047			1,77	118,047			1,95	117,867		
K9	1,25	118,854			1,27	118,834			1,6	118,504		
BI148 (KB 3)	2		10,7	1210	1,78		9,9	1200	2,11		11,7	1230
LL11					1,36		8,8	2590	1,54		11,2	2730
LL12	1,53		9,8	3150	1,58		9	3070	1,83		11,4	3090
LL13	2,11		10,3	2520	1,98		9,6	2530	2,27		11,7	2590
S18	2,08		8,1	1630	1,86		8,4	1660	2,23		11	1630
LL-Nord												
LL-Süd			4,9	1630			4,7	1660			22,2	1620
LL-K1	0,56	118,142			0,53	118,172			0,62	118,082		
LL-K15	0,48	118,123			0,45	118,153			0,54	118,063		
LL-K16	0,34	118,127							0,39	118,077		
WWL	0,94	118,188	1,8	1550	0,91	118,218	4,9	1660	1,02	118,108	25,8	1810
ÖWL	0,23		4,7	1250	0,19		5,8	1320	0,29		22,4	1350
Zicksee			7,2	1160							25,6	1190
Kanal Reihersiedlung	1,82	118,768			1,78	118,808			1,95	118,638		
Rohr Fischreich	-0,17				-0,2				-0,1			
Kanal ÖWL - LL	0,9	118,063			0,9	118,063			0,95	118,013		
Kanal KB3												
Hauptkanal	1,73		4,9	1890	1,73		5,8	1820	1,86		17,1	1950
Kanal WWL	0,46				0,45				0,56			

# Isotopenmeßwerte

Probe	Datum	Typ	Lokalität	$\delta D [‰]$	$^3H [TE]$	$\pm TE$	$\delta^{18}O [‰]$
82879	94.10.13	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		16,9	0,9	-0,29
84080	94.12.19	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		12,5	0,8	-5,89
84258	95.01.17	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		15,2	0,8	-6,87
84513	95.02.21	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		13,3	0,8	-6,74
84679	95.03.16	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		15,3	0,9	-7,57
85212	95.04.19	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		16,9	0,9	-6,18
85427	95.05.18	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		19,5	1,0	-3,77
85660	95.06.14	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		17,2	0,9	-4,45
86027	95.07.14	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		20,0	1,0	-1,12
86425	95.08.17	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		20,1	0,9	2,11
86725	95.09.12	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		21,1	1,0	-0,37
86951	95.10.17	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		16,8	0,8	-2,02
87203	95.11.16	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		16,9	0,8	-2,81
87787	95.12.21	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		14,1	0,7	-8,19
87941	96.01.16	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		10,6	0,5	-12,38
88368	96.02.21	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		16	0,8	-8,44
89368	96.03.20	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		16,3	0,8	-8,69
89560	96.04.16	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		17,1	0,8	-8,07
90366	96.05.15	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		18,4	0,9	-7,39
91064	17.06.96	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)	-35,3	18,7	0,8	-2,89
91671	96.07.15	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		18,7	0,9	-2,02
92532	96.08.19	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		18,2	0,9	-0,48
93372	96.09.13	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		18,2	0,9	-1,59
94252	16.10.96	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)	-30,1	17,3	0,8	-2,82
94832	15.11.96	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)	-39,0	17,4	0,9	-4,18
95527	16.12.96	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		16,2	0,8	-5,01
95899	15.01.97	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		17,2	0,8	-5,39
96392	17.02.97	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)		17,3	0,8	-5,58
96773	18.03.97	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)				-5,36
97465	17.04.97	OW	Östliche W örtenlacke, (20m vom Wasserrand)				-4,55
88375	96.02.21	GW	Apetlon, BI S18		22,2	1	-9,08
89375	96.03.20	GW	Apetlon, BI S18		22	1	-9,14
89568	96.04.16	GW	Apetlon, BI S18		18,7	0,9	-9,06
90373	96.05.15	GW	Apetlon, BI S18		21,1	0,9	-9
91071	17.06.96	GW	Apetlon, BI S18	-66,7	20,8	1,0	-8,99
91678	96.07.15	GW	Apetlon, BI S18		20,2	0,9	-9,01
92538	96.08.19	GW	Apetlon, BI S18		21,5	1	-9,12
93378	13.09.96	GW	Apetlon, BI S18		19,2	0,9	-9,12
94258	16.10.96	GW	Apetlon, BI S18	-67,3	20,3	1,0	-9,04
94838	15.11.96	GW	Apetlon, BI S18	-67,1	21,0	1,0	-8,99
95533	16.12.96	GW	Apetlon, BI S18		19,3	0,9	-9,04
95904	15.01.97	GW	Apetlon, BI S18		20,2	0,9	-9,07
96397	17.02.97	GW	Apetlon, BI S18		20,1	0,9	-9,06
96778	18.03.97	GW	Apetlon, BI S18				-9,05
97471	17.04.97	GW	Apetlon, BI S18				-9,10
84086	94.12.19	GW	Apetlon, Br 66(A23)		12,7	0,8	-8,82
84262	95.01.17	GW	Apetlon, Br 66(A23)		15,8	1,0	-8,72
84517	95.02.21	GW	Apetlon, Br 66(A23)		12,8	0,8	-8,76
84683	95.03.16	GW	Apetlon, Br 66(A23)		12,9	0,8	-8,73

# Isotopenmeßwerte

Probe	Datum	Typ	Lokalität	$\delta D [‰]$	$^3H [TE]$	$\pm TE$	$\delta^{18}O [‰]$
85218	95.04.19	GW	Apetlon, Br 66(A23)		13,0	0,8	-8,77
85433	95.05.18	GW	Apetlon, Br 66(A23)		13,1	0,8	-8,77
85665	95.06.14	GW	Apetlon, Br 66(A23)		13,7	0,7	-8,61
86033	95.07.14	GW	Apetlon, Br 66(A23)		12,6	0,7	-8,43
86430	95.08.17	GW	Apetlon, Br 66(A23)		12,9	0,6	-8,70
86730	95.09.12	GW	Apetlon, Br 66(A23)		13,6	0,7	-8,74
86956	95.10.17	GW	Apetlon, Br 66(A23)		11,5	0,6	-8,72
87208	95.11.16	GW	Apetlon, Br 66(A23)		13	0,7	-8,59
87946	96.01.16	GW	Apetlon, Br 66(A23)		12,5	0,6	-8,51
89372	96.03.20	GW	Apetlon, Br 66(A23)		13,6	0,6	-8,74
90370	96.05.15	GW	Apetlon, Br 66(A23)		14,2	0,7	-8,89
91675	96.07.15	GW	Apetlon, Br 66(A23)		12	0,6	-8,85
93381	13.09.96	GW	Apetlon, Br 66(A23)		10,9	0,6	-8,82
97479	17.04.97	GW	Apetlon, Br 66(A23)				-8,89
84089	94.12.19	GW	Apetlon, Br A18		16,8	1,0	-4,51
84263	95.01.17	GW	Apetlon, Br A18		20,0	1,1	-4,43
84518	95.02.21	GW	Apetlon, Br A18		16,7	0,9	-4,51
84684	95.03.16	GW	Apetlon, Br A18		18,4	1,0	-5,32
85221	95.04.19	GW	Apetlon, Br A18		18,1	1,0	-5,33
85436	95.05.18	GW	Apetlon, Br A18		16,6	0,9	-4,61
85667	95.06.14	GW	Apetlon, Br A18		17,1	0,9	-7,64
86036	95.07.14	GW	Apetlon, Br A18		16,7	0,8	-4,68
86432	95.08.17	GW	Apetlon, Br A18		16,8	0,8	-4,27
86732	95.09.12	GW	Apetlon, Br A18		17,8	0,8	-3,89
86960	95.10.17	GW	Apetlon, Br A18		15,8	0,7	-4,41
87210	95.11.16	GW	Apetlon, Br A18		17,3	0,8	-4,06
87791	95.12.21	GW	Apetlon, Br A18		16,9	0,8	-4,3
87945	96.01.16	GW	Apetlon, Br A18		15,8	0,8	-4,9
88371	96.02.21	GW	Apetlon, Br A18	-44,2	16,3	0,8	-4,66
89374	96.03.20	GW	Apetlon, Br A18		16,7	0,8	-5,04
89564	96.04.16	GW	Apetlon, Br A18		13,9	0,7	-8,12
90372	96.05.15	GW	Apetlon, Br A18		16,1	0,7	-4,84
91070	17.06.96	GW	Apetlon, Br A18	-41,3	15,5	0,7	-4,20
91677	96.07.15	GW	Apetlon, Br A18		16,2	0,7	-3,72
92537	96.08.19	GW	Apetlon, Br A18		15,6	0,7	-3,74
93377	96.09.13	GW	Apetlon, Br A18		16,7	0,8	-3,66
94257	16.10.96	GW	Apetlon, Br A18	-42,3	15,5	0,8	-4,38
94837	15.11.96	GW	Apetlon, Br A18	-40,8	15,9	0,8	-4,20
95532	16.12.96	GW	Apetlon, Br A18		15,2	0,7	-3,99
95903	15.01.97	GW	Apetlon, Br A18		16,1	0,8	-3,82
96396	17.02.97	GW	Apetlon, Br A18		15,2	0,7	-4,17
96777	18.03.97	GW	Apetlon, Br A18				-4,04
97470	17.04.97	GW	Apetlon, Br A18				-4,81
84085	94.12.19	GW	Apetlon, Br A2		24,6	1,3	-8,70
84516	95.02.21	GW	Apetlon, Br A2		24,8	1,3	-8,48
85217	95.04.19	GW	Apetlon, Br A2		24,3	1,2	-8,45
85432	95.05.18	GW	Apetlon, Br A2		26,2	1,3	-8,35
86032	95.07.14	GW	Apetlon, Br A2		24,3	1,2	-8,43
86733	95.09.12	GW	Apetlon, Br A2		27,8	1,3	-8,37

# Isotopenmeßwerte

Probe	Datum	Typ	Lokalität	$\delta D[‰]$	$^3H[TE]$	$\pm TE$	$\delta^{18}O[‰]$
87211	95.11.16	GW	Apetlon, Br A2		27,4	1,3	-8,45
87792	95.12.21	GW	Apetlon, Br A2		23,3	1,1	-8,6
88372	96.02.21	GW	Apetlon, Br A2		23,9	1,1	-8,49
89570	96.04.16	GW	Apetlon, Br A2		22,3	1	-8,44
90371	96.05.15	GW	Apetlon, Br A2		25,1	1,1	-8,4
91676	96.07.15	GW	Apetlon, Br A2		23,6	1,1	-8,51
93376	96.09.13	GW	Apetlon, Br A2		24,6	1,1	-8,41
84088	94.12.19	GW	Apetlon, Br AK2		10,6	0,7	-6,93
84261	95.01.17	GW	Apetlon, Br AK2		11,9	0,8	-6,94
84682	95.03.16	GW	Apetlon, Br AK2		12,7	0,8	-7,06
85220	95.04.19	GW	Apetlon, Br AK2		11,8	0,7	-6,91
85435	95.05.18	GW	Apetlon, Br AK2		12,8	0,8	-6,72
85666	95.06.14	GW	Apetlon, Br AK2		12,2	0,7	-6,64
86035	95.07.14	GW	Apetlon, Br AK2		12,5	0,7	-6,47
86431	95.08.17	GW	Apetlon, Br AK2		11,8	0,6	-6,80
86731	95.09.12	GW	Apetlon, Br AK2		12,8	0,6	-6,79
86957	95.10.17	GW	Apetlon, Br AK2		9,9	0,5	-6,96
87209	95.11.16	GW	Apetlon, Br AK2		11,6	0,6	-6,85
87947	96.01.16	GW	Apetlon, Br AK2		10,9	0,6	-6,81
89373	96.03.20	GW	Apetlon, Br AK2		13,4	0,6	-6,47
91069	17.06.96	GW	Apetlon, Br AK2	-51,8	12,3	0,6	-6,32
92536	96.08.19	GW	Apetlon, Br AK2		11	0,5	-6,83
94256	16.10.96	GW	Apetlon, Br AK2	-53,8	11,4	0,6	-6,73
94836	15.11.96	GW	Apetlon, Br AK2	-53,8	12,0	0,6	-6,69
95531	16.12.96	GW	Apetlon, Br AK2		10,7	0,5	-6,54
96395	17.02.97	GW	Apetlon, Br AK2		11,1	0,6	-6,44
97469	17.04.97	GW	Apetlon, Br AK2				-6,47
89377	96.03.20	GW	Apetlon, KB 3		10,9	0,5	-9,01
89566	96.04.16	GW	Apetlon, KB 3		12,4	0,6	-8,83
90375	96.05.15	GW	Apetlon, KB 3		12,4	0,6	-8,62
91072	17.06.96	GW	Apetlon, BI 148 (KB 3)	-64,2	12,5	0,6	-8,54
91680	96.07.15	GW	Apetlon, KB 3		11,9	0,6	-8,64
92540	96.08.19	GW	Apetlon, KB 3		12,5	0,6	-8,67
93380	13.09.96	GW	Apetlon, BI 148 (KB 3)		12,1	0,6	-8,71
94260	16.10.96	GW	Apetlon, BI 148 (KB 3)	-65,5	10,7	0,6	-8,81
94840	15.11.96	GW	Apetlon, BI 148 (KB 3)	-65,8	10,3	0,8	-8,82
95535	16.12.96	GW	Apetlon, BI 148 (KB 3)		10,9	0,5	-8,88
95906	15.01.97	GW	Apetlon, BI 148 (KB 3)		10,1	0,5	-8,89
96399	17.02.97	GW	Apetlon, BI 148 (KB 3)		10,6	0,6	-8,94
96780	18.03.97	GW	Apetlon, BI 148 (KB 3)				-8,92
97473	17.04.97	GW	Apetlon, BI 148 (KB 3)				-9,00
94264	16.10.96	GW	Apetlon, LL 11	-56,7	10,3	0,6	-7,26
94843	15.11.96	GW	Apetlon, LL 11	-56,8	10,9	0,6	-7,14
95539	16.12.96	GW	Apetlon, LL 11		10,1	0,6	-7,20
96403	17.02.97	GW	Apetlon, LL 11		10,9	0,6	-7,08

# Isotopenmeßwerte

Probe	Datum	Typ	Lokalität	$\delta D [‰]$	$^3H [TE]$	$\pm TE$	$\delta^{18}O [‰]$
97476	17.04.97	GW	Apetlon, LL 11				-6,86
94265	16.10.96	GW	Apetlon, LL 12	-38,2	16,1	0,8	-3,72
94844	15.11.96	GW	Apetlon, LL 12	-37,8	15,1	0,8	-3,64
95540	16.12.96	GW	Apetlon, LL 12		15,8	0,8	-3,56
95907	15.01.97	GW	Apetlon, LL 12		16,2	0,8	-3,61
96404	17.02.97	GW	Apetlon, LL 12		15,3	0,7	-3,63
96781	18.03.97	GW	Apetlon, LL 12				-3,57
97477	17.04.97	GW	Apetlon, LL 12				-3,62
94266	16.10.96	GW	Apetlon, LL 13	-41,8	23,2	1,1	-4,56
94845	15.11.96	GW	Apetlon, LL 13	-42,2	22,6	1,1	-4,61
95541	16.12.96	GW	Apetlon, LL 13		22,6	1,1	-4,63
95908	15.01.97	GW	Apetlon, LL 13		21,6	1,0	-4,73
96405	17.02.97	GW	Apetlon, LL 13		21,6	1,0	-4,63
96782	18.03.97	GW	Apetlon, LL 13				-4,58
97478	17.04.97	GW	Apetlon, LL 13				-4,69
88130	96.02.01	OW	Hauptkanal, Überlauf, Str. Apetlon-Wallern		14,7	0,7	-11,02
88376	96.02.20	OW	Hauptkanal, Überlauf, Str. Apetlon-Wallern		15,5	0,7	-10,98
89376	96.03.20	OW	Hauptkanal, Überlauf, Str. Apetlon-Wallern		16,8	0,8	-10,25
89567	96.04.16	OW	Hauptkanal, Überlauf, Str. Apetlon-Wallern		16,7	0,8	-9,56
90374	96.05.15	OW	Hauptkanal, Überlauf, Str. Apetlon-Wallern		15,8	0,7	-6,05
91076	17.06.96	OW	Hauptkanal, Überlauf, Str. Apetlon-Wallern	-40,2	16,6	0,8	-3,63
91679	96.07.15	OW	Hauptkanal, Überlauf, Str. Apetlon-Wallern		26,6	1,2	-7,2
92539	96.08.19	OW	Hauptkanal, Überlauf, Str. Apetlon-Wallern		26,6	1,2	-7,13
93379	13.09.96	OW	Hauptkanal, Überlauf, Str. Apetlon-Wallern		24,6	1,1	-6,99
94259	16.10.96	OW	Hauptkanal, Überlauf, Str. Apetlon-Wallern	-55,8	25,4	1,2	-7,05
94839	15.11.96	OW	Hauptkanal, Überlauf, Str. Apetlon-Wallern	-51,7	18,2	0,9	-6,79
95534	16.12.96	OW	Hauptkanal, Überlauf, Str. Apetlon-Wallern		16,0	0,8	-7,24
95905	15.01.97	OW	Hauptkanal, Überlauf, Str. Apetlon-Wallern		16,9	0,8	-5,45
96398	17.02.97	OW	Hauptkanal, Überlauf, Str. Apetlon-Wallern		15,8	0,7	-5,57
96779	18.03.97	OW	Hauptkanal, Überlauf, Str. Apetlon-Wallern				-4,78
97472	17.04.97	OW	Hauptkanal, Überlauf, Str. Apetlon-Wallern				-3,46
82880	94.10.13	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		14,1	0,8	-5,65
84082	94.12.19	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		10,0	0,7	-7,38
84260	95.01.17	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		10,2	0,7	-8,69
84515	95.02.21	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		10,0	0,7	-7,85
84681	95.03.16	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		11,2	0,7	-8,48
85214	95.04.19	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		13,7	0,8	-6,37
85429	95.05.18	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		16,0	0,9	-3,44
85662	95.06.14	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		15,4	0,8	-3,26
86029	95.07.14	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		19,5	0,9	-0,26
86427	95.08.17	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		20,2	0,9	3,07
86727	95.09.12	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		20,2	1,0	-1,08
86953	95.10.17	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		16,1	0,7	-2,03
87205	95.11.16	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		15,8	0,8	-3,26
87789	95.12.21	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		12,7	0,7	-10,61
87943	96.01.16	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		9,61	0,5	-12,43

# Isotopenmeßwerte

Probe	Datum	Typ	Lokalität	$\delta D$ [‰]	$^3H$ [TE]	$\pm TE$	$\delta^{18}O$ [‰]
88370	96.02.21	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		10,2	0,5	-10,59
89370	96.03.20	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		10,5	0,5	-12,49
89562	96.04.16	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		14,1	0,7	-9,27
90368	96.05.15	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		16,3	0,7	-6,72
91066	17.06.96	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)	-38,3	16,4	0,7	-3,43
91673	96.07.15	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		16,6	0,8	-1,98
92534	96.08.19	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		15,8	0,7	-1,36
93374	96.09.13	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		17,7	0,8	-1,51
94254	16.10.96	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)	-30,2	16,7	0,8	-2,69
94834	15.11.96	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)	-30,5	16,0	0,8	-2,88
95529	16.12.96	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		14,5	0,7	-3,72
95901	15.01.97	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		15,4	0,7	-4,50
96394	17.02.97	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)		14,9	0,7	-4,93
96775	18.03.97	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)				-4,24
97467	17.04.97	OW	Lange Lacke (Südost), (20m vom Wasserrand)				-3,44
86830	95.09.27	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 15		24,2	1,1	-3,02
86958	95.10.17	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 15		21,6	1,0	-3,13
87212	95.11.16	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 15		22,2	1,2	-2,91
87793	95.12.21	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 15		23,2	1,1	-3,33
90445	96.05.15	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 15		21,9	1,1	-3,04
91073	17.06.96	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 15	-33,4	22,2	1,0	-3,14
92072	17.07.96	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 15		23,2	1,1	-3,46
92542	96.08.19	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 15		23,3	1,1	-3,79
92542	19.08.96	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 15		23,3	1,1	-3,79
94262	16.10.96	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 15	-36,4	22,5	1,1	-3,82
94841	15.11.96	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 15	-36,4	22,0	1,0	-3,84
95537	16.12.96	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 15		20,7	1,0	-3,95
96401	17.02.97	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 15		20,5	1,0	
96783	18.03.97	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 15				-4,18
97474	17.04.97	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 15				-4,22
86831	95.09.27	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 16		24,0	1,1	-6,60
86959	95.10.17	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 16		22,2	1,0	-6,70
87213	95.11.16	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 16		23,3	1,2	-6,62
87794	95.12.21	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 16		21,4	1	-6,62
88373	96.02.21	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 16		22,2	1	-6,57
90446	96.05.15	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 16		19,4	1	-6,77
91074	17.06.96	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 16	-54,0	20,5	0,9	-6,69
92073	17.07.96	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 16		21,3	1,0	-6,68
92543	96.08.19	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 16		20,2	0,9	-6,73
93383	13.09.96	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 16		19,9	0,9	-6,67
94263	16.10.96	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 16	-54,4	19,4	0,9	-6,73
94842	15.11.96	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 16	-54,5	18,2	0,9	-6,71
95538	16.12.96	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 16		18,8	0,9	-6,75
96402	17.02.97	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 16		19,3	0,9	-6,69
96784	18.03.97	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 16				-6,74
97475	17.04.97	GW	Lange Lacke süd, Handbohrung K 16				-6,68

## Isotopenmeßwerte

Probe	Datum	Typ	Lokalität	$\delta D$ [‰]	$^3H$ [TE]	$\pm TE$	$\delta^{18}O$ [‰]
84083	94.12.19	OW	Lange Lacke, Nord (50m vom Wasserrand)		8,9	0,7	-7,30
84259	95.01.17	OW	Lange Lacke, Nord (50m vom Wasserrand)		10,1	0,6	-9,10
84514	95.02.21	OW	Lange Lacke, Nord (50m vom Wasserrand)		10,6	0,7	-7,69
84680	95.03.16	OW	Lange Lacke, Nord (50m vom Wasserrand)		12,7	0,8	-8,56
85215	95.04.19	OW	Lange Lacke, Nord (50m vom Wasserrand)		13,3	0,8	-6,21
85430	95.05.18	OW	Lange Lacke, Nord (50m vom Wasserrand)		15,6	0,8	-3,35
85663	95.06.14	OW	Lange Lacke, Nord (50m vom Wasserrand)		16,3	0,8	-3,03
86030	95.07.14	OW	Lange Lacke, Nord (50m vom Wasserrand)		19,0	0,9	0,57
86428	95.08.17	OW	Lange Lacke, Nord (50m vom Wasserrand)		19,9	0,9	3,01
86728	95.09.12	OW	Lange Lacke, Nord (50m vom Wasserrand)		21,0	1,0	-1,01
86954	95.10.17	OW	Lange Lacke, Nord (50m vom Wasserrand)		15,4	0,7	-2,07
87206	95.11.16	OW	Lange Lacke, Nord (50m vom Wasserrand)				-3,31
84087	94.12.19	GW	Schachtbrunnen K105		21,4	1,2	-7,83
84264	95.01.17	GW	Schachtbrunnen K105		19,6	1,1	-7,70
84519	95.02.21	GW	Schachtbrunnen K105		20,8	1,1	-7,68
85219	95.04.19	GW	Schachtbrunnen K105		21,4	1,1	-7,96
85434	95.05.18	GW	Schachtbrunnen K105		21,4	1,1	-7,98
86034	95.07.14	GW	Schachtbrunnen K105		21,2	1,0	-7,94
86734	95.09.12	GW	Schachtbrunnen K105		23,3	1,1	-7,56
87214	95.11.16	GW	Schachtbrunnen K105		21	1,1	-7,99
87795	95.12.21	GW	Schachtbrunnen K105		18,5	0,9	-7,92
88374	96.02.21	GW	Schachtbrunnen K105		19,5	0,9	-8,57
89565	96.04.16	GW	Schachtbrunnen K105		18,2	0,8	-8,95
91075	17.06.96	GW	Schachtbrunnen K105	-67,0	19,2	0,9	-8,84
92541	96.08.19	GW	Schachtbrunnen K105		18,8	0,9	-8,44
94261	16.10.96	GW	Schachtbrunnen K105	-65,7	16,8	0,8	-8,74
95536	16.12.96	GW	Schachtbrunnen K105		16,4	0,8	-8,76
96400	17.02.97	GW	Schachtbrunnen K105		16,9	0,8	-8,90
97480	17.04.97	GW	Schachtbrunnen K105				-9,25
82878	94.10.13	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		15,3	0,8	-2,89
84081	94.12.19	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		10,9	0,8	-6,54
84257	95.01.17	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		14,4	0,8	-7,63
84512	95.02.21	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		13,6	0,8	-7,28
84678	95.03.16	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		14,5	0,9	-7,84
85213	95.04.19	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		15,5	0,9	-6,26
85428	95.05.18	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		17,5	0,9	-3,53
85661	95.06.14	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		16,3	0,8	-3,42
86028	95.07.14	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		18,3	0,9	-0,72
86426	95.08.17	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		21,5	1,0	2,90
86726	95.09.12	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		20,3	1,0	-0,18
86952	95.10.17	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		16,2	0,8	-1,25
87204	95.11.16	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		16,4	0,8	-2,41
87788	95.12.21	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		13,8	0,7	-7,27
87942	96.01.16	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		12,1	0,6	-8,93
88369	96.02.21	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		12,6	0,6	-10,49
89369	96.03.20	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		12,5	0,6	-8,98
89561	96.04.16	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		14,8	0,7	-9,01
90367	96.05.15	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		18,1	0,9	-6,11
91065	17.06.96	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)	-32,8	17,4	0,8	-2,40

# Isotopenmeßwerte

Probe	Datum	Typ	Lokalität	$\delta D$ [‰]	$^3H$ [TE]	$\pm$ TE	$\delta^{18}O$ [‰]
91672	96.07.15	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		17,8	0,8	-1,24
92533	96.08.19	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		17,8	0,8	0,03
93373	96.09.13	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		18	0,9	-1,09
94253	16.10.96	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)	-36,0	16,6	0,8	-3,86
94833	15.11.96	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)	-31,6	16,1	0,8	-3,12
95528	16.12.96	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		15,2	0,8	-4,29
95900	15.01.97	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		15,4	0,7	-5,33
96393	17.02.97	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)		14,9	0,7	-5,04
96774	18.03.97	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)				-4,48
97466	17.04.97	OW	Westliche Wörtenlacke, (20m vom Wasserrand)				-3,31
84084	94.12.19	OW	Zicksee, Südwest, (am Ufer)		18,4	1,0	-4,52
84256	95.01.17	OW	Zicksee, Südwest, (am Ufer)		20,1	1,1	-5,30
84511	95.02.21	OW	Zicksee, Südwest, (am Ufer)		18,6	1,0	-5,70
84677	95.03.16	OW	Zicksee, Südwest, (am Ufer)		19,5	1,1	-6,27
85216	95.04.19	OW	Zicksee, Südwest, (am Ufer)		20,0	1,1	-6,15
85431	95.05.18	OW	Zicksee, Südwest, (am Ufer)		21,3	1,1	-4,77
85664	95.06.14	OW	Zicksee, Südwest, (am Ufer)		21,7	1,0	-4,57
86031	95.07.14	OW	Zicksee, Südwest, (am Ufer)		20,1	1,0	-2,81
86429	95.08.17	OW	Zicksee, Südwest, (am Ufer)		23,6	1,1	-2,22
86729	95.09.12	OW	Zicksee, Südwest, (am Ufer)		22,2	1,0	-2,65
86955	95.10.17	OW	Zicksee, Südwest, (am Ufer)		19,4	0,9	-2,73
87207	95.11.16	OW	Zicksee, Südwest, (am Ufer)		20,4	1	-3,6
87790	95.12.21	OW	Zicksee, Südwest, (am Ufer)		18	0,9	-5,55
87944	96.01.16	OW	Zicksee, Südwest, (am Ufer)		16,7	0,8	-6,5
89371	96.03.20	OW	Zicksee, Südwest, (am Ufer)		18,9	0,9	-7,07
89563	96.04.16	OW	Zicksee, Südwest, (am Ufer)		16	0,7	-7,21
90369	96.05.15	OW	Zicksee, Südwest, (am Ufer)		19,3	0,9	-6,26
91068	17.06.96	OW	Zicksee, Südwest, (am Ufer)	-43,6	18,9	0,9	-4,52
91674	96.07.15	OW	Zicksee, Südwest, (am Ufer)		18,4	0,8	-3,63
92535	96.08.19	OW	Zicksee, Südwest, (am Ufer)		18,1	0,8	-2,46
85668	95.06.14	GW	Apetlon, BL 126		21,0	1,0	-7,09
85480	95.05.23	GW	Apetlon, Br.104		30,0	1,4	-8,03
85479	95.05.23	GW	Apetlon, Br.109		34,6	1,7	-7,80
85481	95.05.23	GW	Apetlon, Br.114		22,2	1,1	-7,24
85482	95.05.23	GW	Apetlon, Br.13		17,7	0,9	-8,20
85478	95.05.23	GW	Apetlon, Br.14		23,1	1,2	-7,72
85477	95.05.23	GW	Apetlon, Br.16		19,6	1,0	-9,69
85475	95.05.23	GW	Apetlon, Br.19		8,8	0,6	-9,02
85474	95.05.23	GW	Apetlon, Br.20		6,8	0,6	-9,95
85458	95.05.22	GW	Apetlon, Br.26		7,7	1,1	-9,59
85456	95.05.22	GW	Apetlon, Br.27		9,8	1,1	-9,86
85460	95.05.22	GW	Apetlon, Br.28		8,2	1,1	-9,82
85459	95.05.22	GW	Apetlon, Br.4		10,1	1,1	-9,62
85469	95.05.22	GW	Apetlon, Br.41		17,9	0,9	-7,43
85468	95.05.22	GW	Apetlon, Br.44		30,5	1,5	-4,71
85467	95.05.22	GW	Apetlon, Br.50		20,7	1,1	-4,26
85466	95.05.22	GW	Apetlon, Br.53		20,4	1,1	-8,25
85464	95.05.22	GW	Apetlon, Br.79		36,6	1,7	-9,03

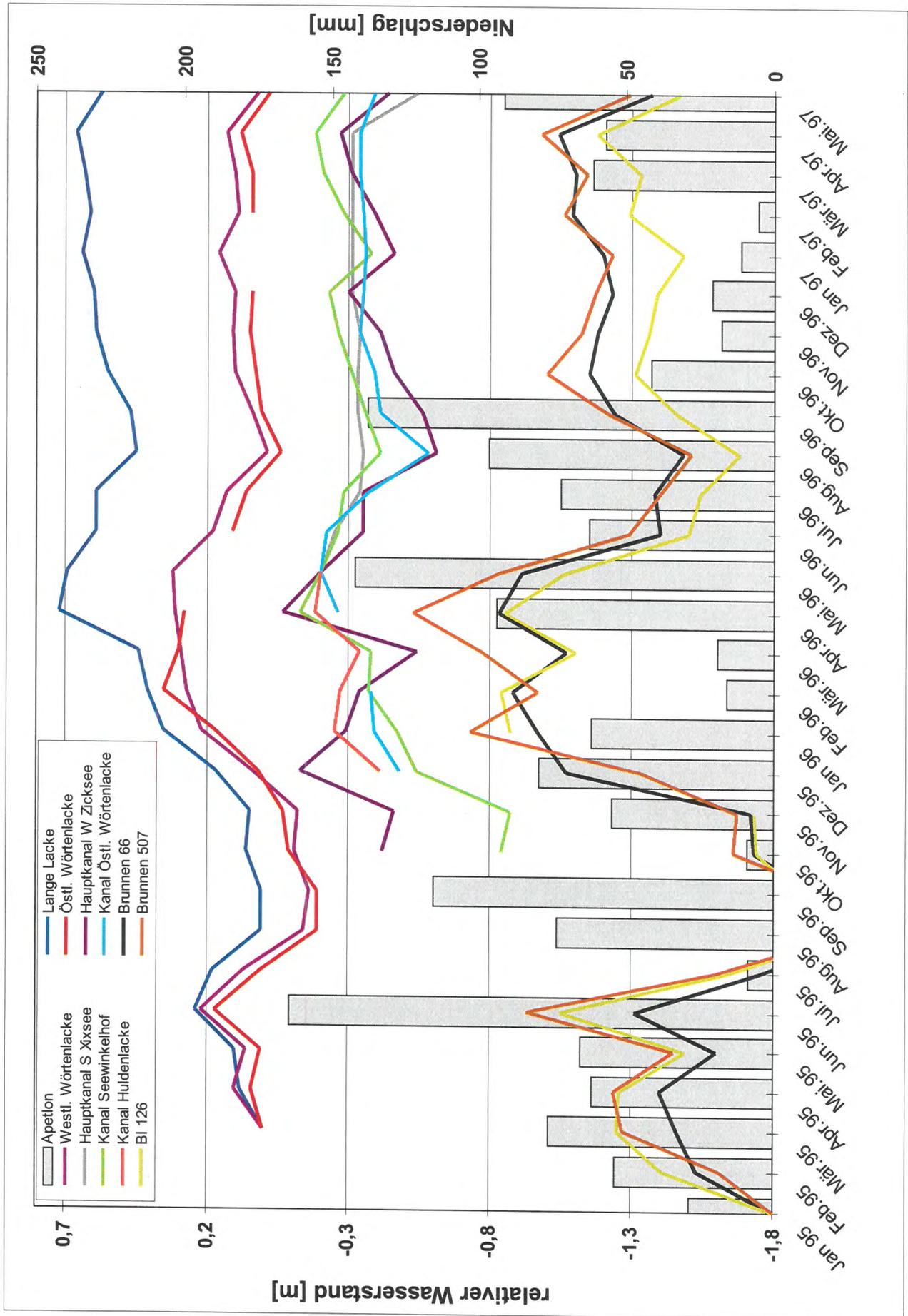
## Isotopenmeßwerte

Probe	Datum	Typ	Lokalität	$\delta D$ [‰]	$^3H$ [TE]	$\pm TE$	$\delta^{18}O$ [‰]
85463	95.05.22	GW	Apetlon, Br.82		28,1	1,3	-9,65
85461	95.05.22	GW	Apetlon, Br.K 10		24,8	1,2	-5,94
85473	95.05.23	GW	Apetlon, Br.K 11		18,7	1,0	-9,89
85476	95.05.23	GW	Apetlon, Br.K 5		12,1	0,7	-9,02
85462	95.05.22	GW	Apetlon, Br.K 7		26,2	1,3	-9,80
85465	95.05.22	GW	Apetlon, Br.K 9		17,8	1,0	-8,57
85457	95.05.22	OW	Apetlon, Fischteich bei WWF		6,7	1,1	-6,60
85659	95.06.08	OW	Hauptkanal, Überlauf, Str. Apetlon-Wallern	-51.1	17,3	0,9	-5,59
85657	95.06.08	OW	Kanal Östl. Wörtenlacke-Lange Lacke, Apetlon	-49.4	19,0	1,0	-5,88
85655	95.06.08	OW	Kanal westl. Wörtenlacke-Lange Lacke, Apetlon	-43.9	16,9	0,9	-4,42
85656	95.06.08	OW	Regenlacke Nähe westl. Wörtenlacke, Apetlon	-65.9	18,3	1,0	-8,90
85658	95.06.08	OW	Regenlacke westlich Lange Lacke, Apetlon	-67.0	18,5	1,0	-9,22
91082	17.06.96	OW	Hutweidelacken bei Br. A18		15,9	0,8	-2,34
89572	96.04.16	OW	Kanal bei Reihersidlung		16,5	0,8	-7,05
92077	19.07.96	OW	Kanal Fischteiche		17,4	0,9	-2,03
89571	96.04.16	OW	Kanal Wörtenlacke-Lange Lacke		12,9	0,6	-9,36
89569	96.04.16	OW	Kanal, bei Apetlon KB 3		13,9	0,7	-9,89
88131	96.02.01	OW	Lange Lacke (Ostende), Wasser zw. Eisdecken		11,1	0,6	-11,43
91067	17.06.96	OW	Lange Lacke (West), bei Hochstand Nähe Br. A10	-37,4	16,5	0,8	-2,91
87206	95.11.16	OW	Lange Lacke, Nord (50m vom Wasserrand)		16,2	0,8	-3,31
92544	96.08.19	OW	Oberflächenwasser bei Br. AK2		18,4	0,9	-0,69
91081	17.06.96	OW	Oberflächenwasser neben (westlich) Br. AK2		16,0	0,8	0,64
92075	19.07.96	OW	Oberflächenwasser neben (westlich) Br. AK2		17,9	0,9	2,77
91080	17.06.96	OW	Oberflächenwasser neben Br. A16	-35,5	16,5	0,8	-2,32
92076	19.07.96	OW	Oberflächenwasser südwestlich Br. AK2		19,1	1,0	3,72
93816	30.09.96	GW	Apetlon, LL 11, 1,8 m	-54,0	14,3	0,7	-6,69
93817	30.09.96	GW	Apetlon, LL 11, 3 m	-56,4	11,2	0,6	-7,16
93818	30.09.96	GW	Apetlon, LL 11, 4,5 m	-55,6	11,1	0,6	-7,09
93819	30.09.96	FP	Apetlon, LL 11, 0,6-0,8 m	-32,9	16,9	1,1	-2,41
93820	30.09.96	FP	Apetlon, LL 11, 1,1-1,2 m	-47,5	11,6	1,2	-5,21
93821	30.09.96	FP	Apetlon, LL 11, 1,6-1,8 m	-56,1	14,7	1,1	-7,37
93822	30.09.96	FP	Apetlon, LL 11, 2,0-2,1 m	-56,0	11,6	1,1	-7,29
93823	30.09.96	FP	Apetlon, LL 11, 2,7-2,8 m	-56,4	10,4	1,2	-7,34
93824	30.09.96	FP	Apetlon, LL 11, 3,2 m				
93825	30.09.96	FP	Apetlon, LL 11, 3,8 m				
93826	30.09.96	FP	Apetlon, LL 11, 4,3 m				
93827	30.09.96	FP	Apetlon, LL 11, 4,9 m				
93828	30.09.96	FP	Apetlon, LL 11, 5,5 m				
93829	30.09.96	FP	Apetlon, LL 11, 6,5-7,0 m	-55,6	8,9	1,3	-7,10
93830	30.09.96	FP	Apetlon, LL 11, 7,0-7,3 m				
93831	30.09.96	FP	Apetlon, LL 11, 7,3-7,5 m	-56,9	11,4	1,0	-7,17
93870	01.10.96	GW	Apetlon, LL 11, (Fertig)	-56,3	10,6	0,5	-7,29
93871	01.10.96	GW	Apetlon, LL 12, 2m	-57,5	14,0	0,7	-7,74
93872	01.10.96	GW	Apetlon, LL 12, 4m	-47,2	15,4	0,7	-5,73
93874	01.10.96	FP	Apetlon, LL 11, 8,6m	-59,8	4,1	1,0	-7,83
93875	01.10.96	FP	Apetlon, LL 11, 9,6m				
93876	01.10.96	FP	Apetlon, LL 11, 10,4m	-63,4	0,0	1,5	-8,43
93877	01.10.96	FP	Apetlon, LL 11, 11,6m	-67,4	0,0	1,5	-9,05
93878	01.10.96	FP	Apetlon, LL 11, 12,4m	-103,7	0,0	1,5	-13,37
93879	01.10.96	FP	Apetlon, LL 11, 13,6m	-71,7	0,0	1,5	-9,53
93880	01.10.96	FP	Apetlon, LL 11, 14,5m	-72,8	0,0	1,5	-9,93
93881	01.10.96	FP	Apetlon, LL 11, 326g 14,8m/989g 14,5m	-73,0	0,3	0,3	-9,81

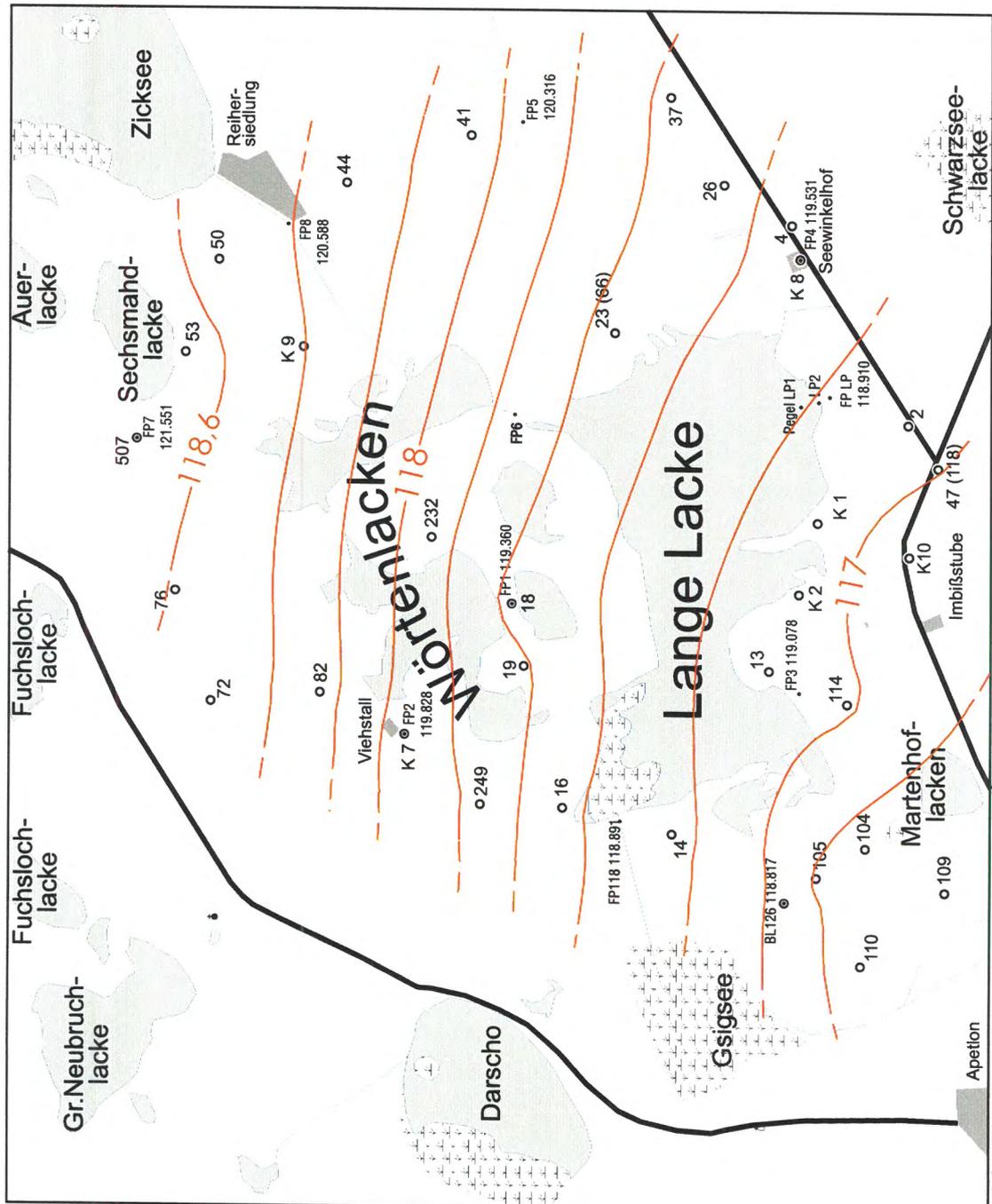
## Isotopenmeßwerte

Probe	Datum	Typ	Lokalität	$\delta D[‰]$	$^3H[TE]$	$\pm TE$	$\delta^{18}O[‰]$
93882	01.10.96	FP	Apetlon, LL 11, 15.7m	-73,5	0,0	1,5	-9,85
93883	01.10.96	FP	Apetlon, LL 11, 15.9m				
93884	01.10.96	FP	Apetlon, LL 12, 0.7m	-69,0	13,1	1,1	-9,60
93885	01.10.96	FP	Apetlon, LL 12, 1.2m	-58,6	15,8	1,1	-7,62
93886	01.10.96	FP	Apetlon, LL 12, 1.5m	-56,6	15,1	1,3	-7,29
93887	01.10.96	FP	Apetlon, LL 12, 1.8-2.0m	-55,3	13,4	1,0	-7,15
93888	01.10.96	FP	Apetlon, LL 12, 2.2m	-55,2	14,0	1,0	-7,39
93889	01.10.96	FP	Apetlon, LL 12, 2.6-2.8m				
93890	01.10.96	FP	Apetlon, LL 12, 3.7m				
93892	02.10.96	GW	Apetlon, LL 12,(Fertig)	-39,2	16,5	0,8	-4,18
93893	02.10.96	FP	Apetlon, LL 12, 3.5-4.5m				
93894	02.10.96	FP	Apetlon, LL 12, 4.7-5.0m	-69,0	13,1	1,6	-3,52
93895	02.10.96	FP	Apetlon, LL 12, 5.5m	-58,6	15,8		
93896	02.10.96	FP	Apetlon, LL 12, 6.4m	-56,6	15,1	2,9	-3,38
93897	02.10.96	FP	Apetlon, LL 12, 7.2m	-55,3	13,4		
93898	02.10.96	FP	Apetlon, LL 12, 7.5m	-55,2	14,0		
93899	02.10.96	FP	Apetlon, LL 12, 8.3m				
93900	02.10.96	FP	Apetlon, LL 12, 9.3m	-62,4	0,8	0,9	-7,90
93901	02.10.96	FP	Apetlon, LL 12, 10.3m				
93902	02.10.96	FP	Apetlon, LL 12, 11.4m				
93904	03.10.96	GW	Apetlon, LL 13, 3,0m	-65,7	17,2	0,8	-8,76
93905	03.10.96	GW	Apetlon, LL 13, 4,5m	-62,1	17,9	0,8	-8,19
93906	03.10.96	GW	Apetlon, LL 13,(Fertig)	-44,0	23,4	1,1	-5,00
93907	03.10.96	FP	Apetlon, LL 13, 0.8m	-71,0	14,7	1,0	-9,74
93908	03.10.96	FP	Apetlon, LL 13, 1.0m	-68,7	16,3	1,0	-9,29
93909	03.10.96	FP	Apetlon, LL 13, 1.6m	-67,0	17,5	1,3	-9,10
93910	03.10.96	FP	Apetlon, LL 13, 2.1m	-68,9	21,2	1,2	-9,39
93911	03.10.96	FP	Apetlon, LL 13, 2.5m	-70,0	15,9	1,1	-9,69
93912	03.10.96	FP	Apetlon, LL 13, 3.1m				
93913	03.10.96	FP	Apetlon, LL 13, 3.6m				
93914	03.10.96	FP	Apetlon, LL 13, 4.1m				
93915	03.10.96	FP	Apetlon, LL 13, 5.1m				
93916	03.10.96	FP	Apetlon, LL 13, 5.6m	-37,7	25,8	1,9	-3,01
93917	03.10.96	FP	Apetlon, LL 13, 6.6m	-39,5	23,2	1,2	-4,00
93918	03.10.96	FP	Apetlon, LL 13, 7.7m	-36,5	22,5	1,3	-3,23
93919	03.10.96	FP	Apetlon, LL 13, 8.6m				
93920	03.10.96	FP	Apetlon, LL 13, 9.5m				
93921	03.10.96	FP	Apetlon, LL 13, 10.0m				
93922	03.10.96	FP	Apetlon, LL 13, 11m (1478g)+ 12 m (451g)	-84,1	0,2	0,2	-11,31
93923	03.10.96	FP	Apetlon, LL 13, 12.0m	-65,3	0,0	0,2	-8,45
93924	03.10.96	FP	Apetlon, LL 13, 13.0m				
93925	03.10.96	FP	Apetlon, LL 13, 14.0m				

**BEILAGEN**

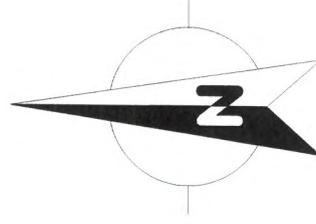


Grundwasserspiegel 19.12.1994 [Höhe über NN]



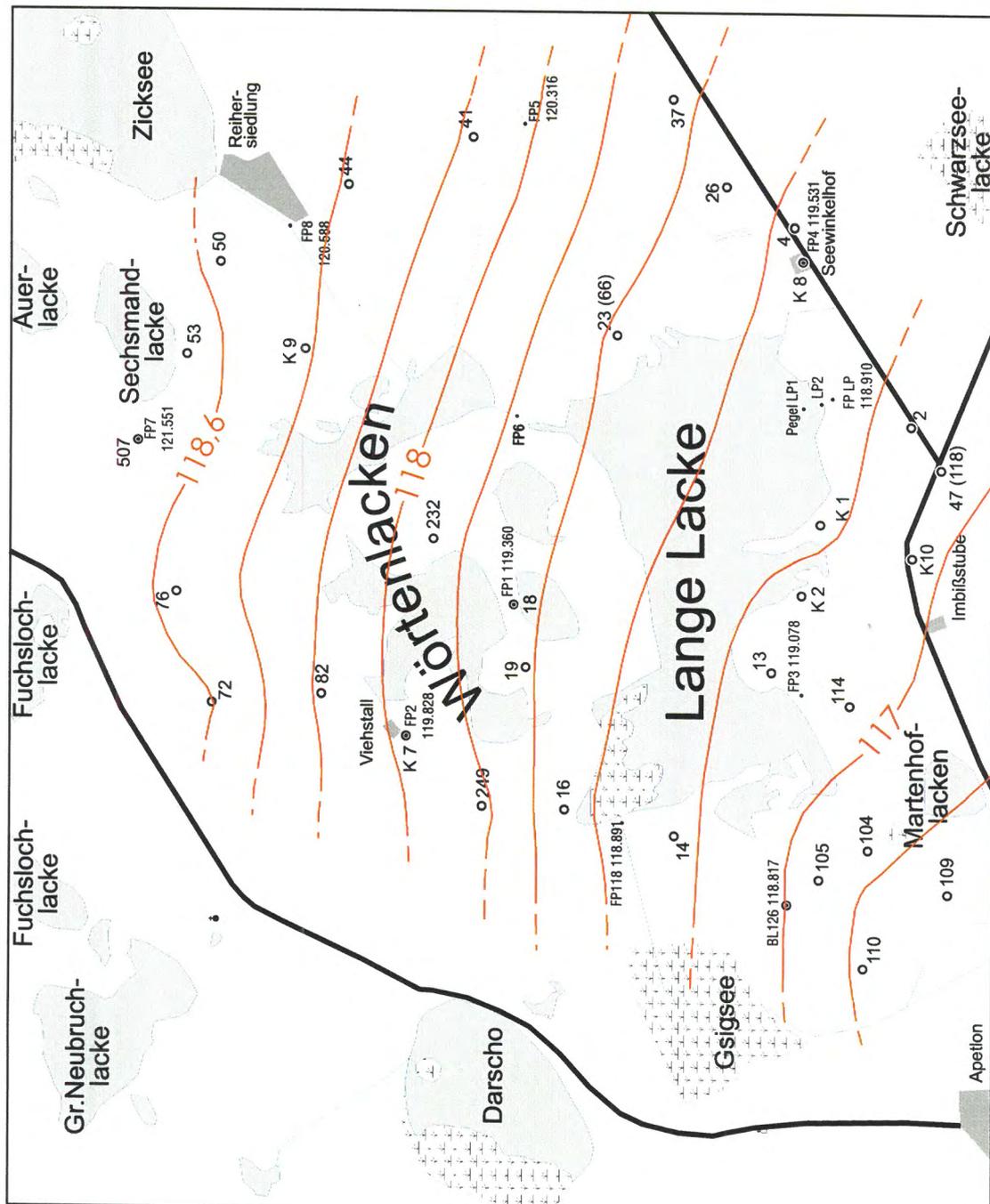
LEGENDE:

- Straße
- Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- Vermessungspunkt
- ▨ Lacke
- ▨ Rohwuchs
- ▨ Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



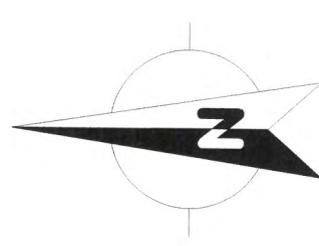
47°  
45' 16" östl. v. Greenwich

# Grundwasserspiegel 17.1.1995 [Höhe über NN]



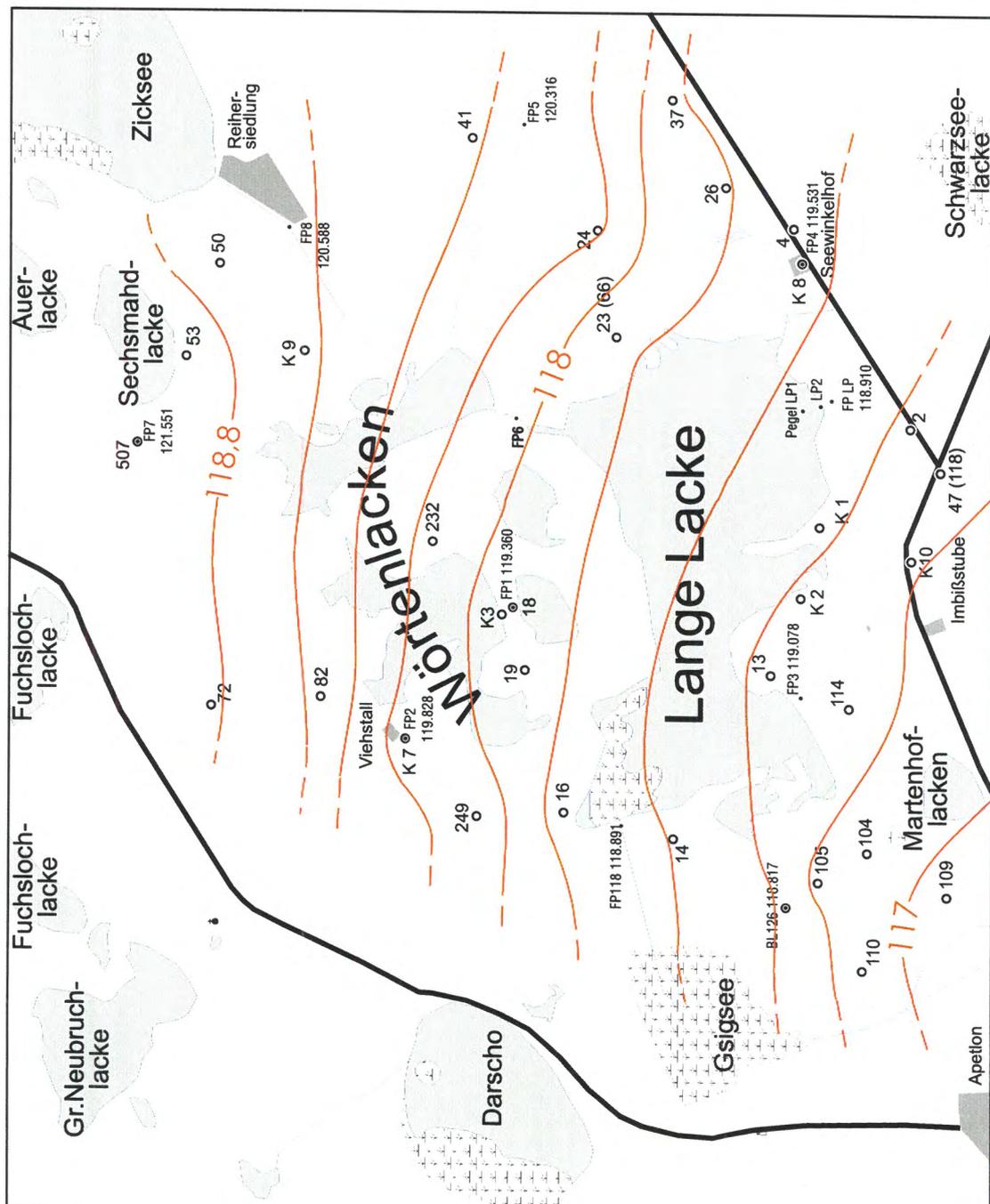
**LEGENDE:**

- Straße
- - - Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- Vermessungspunkt
- ▭ Lacke
- ▨ Rohwuchs
- Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



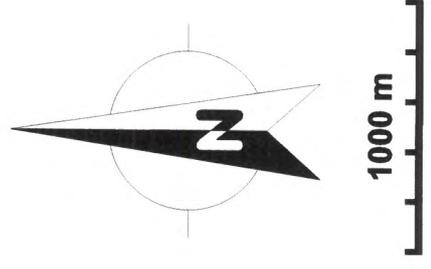
47° 16' 50" östl. v. Greenwich

Grundwasserspiegel 21.2.1995 [Höhe über NN]



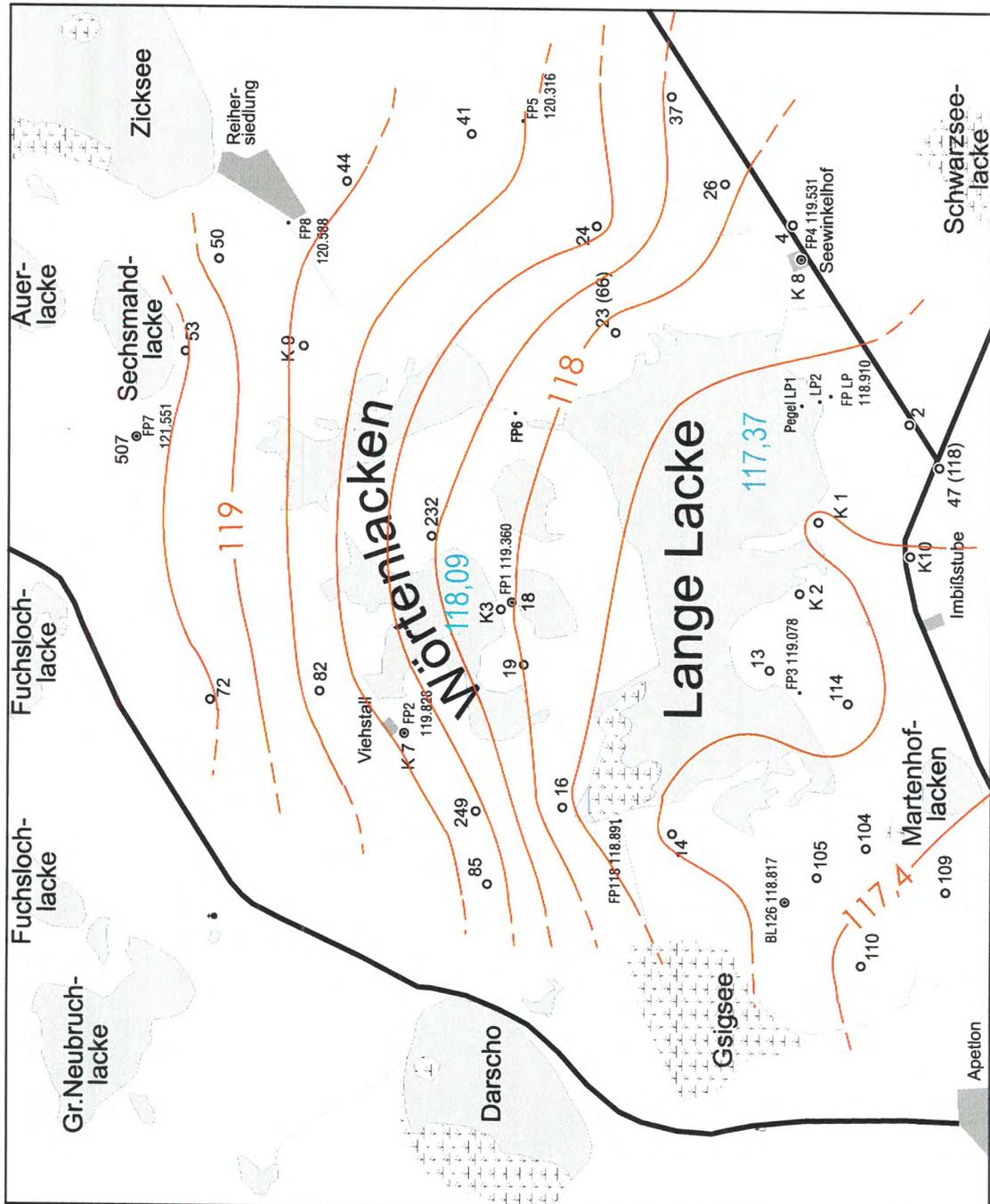
LEGENDE:

- Straße
- Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- Vermessungspunkt
- Lacke
- ▨ Rohwuchs
- Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



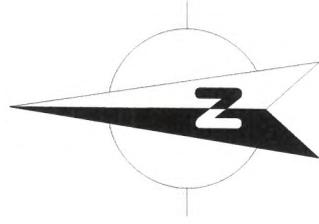
47° 45' 16" östl. v. Greenwich

Grundwasserspiegel 16.3.1995 [Höhe über NN]



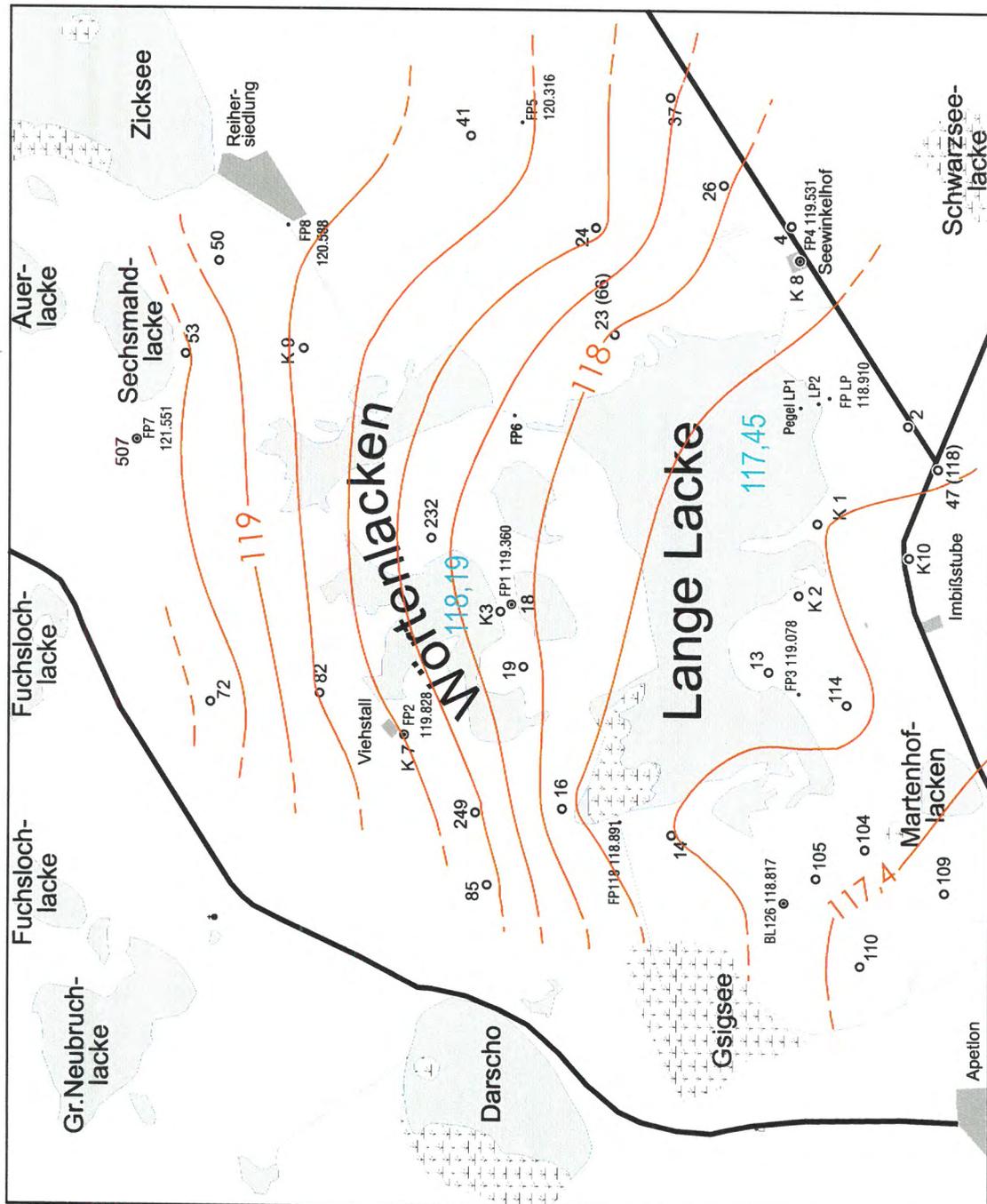
LEGENDE:

- Straße
- - - Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37 Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- ▨ Lacke
- ▨ Rohrwuchs
- ▨ Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



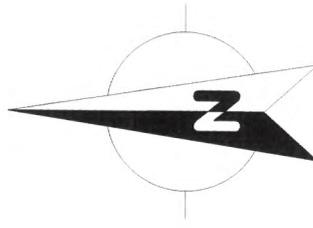
47°  
45' 16" östl. v. Greenwich

# Grundwasserspiegel 19.4.1995 [Höhe über NN]



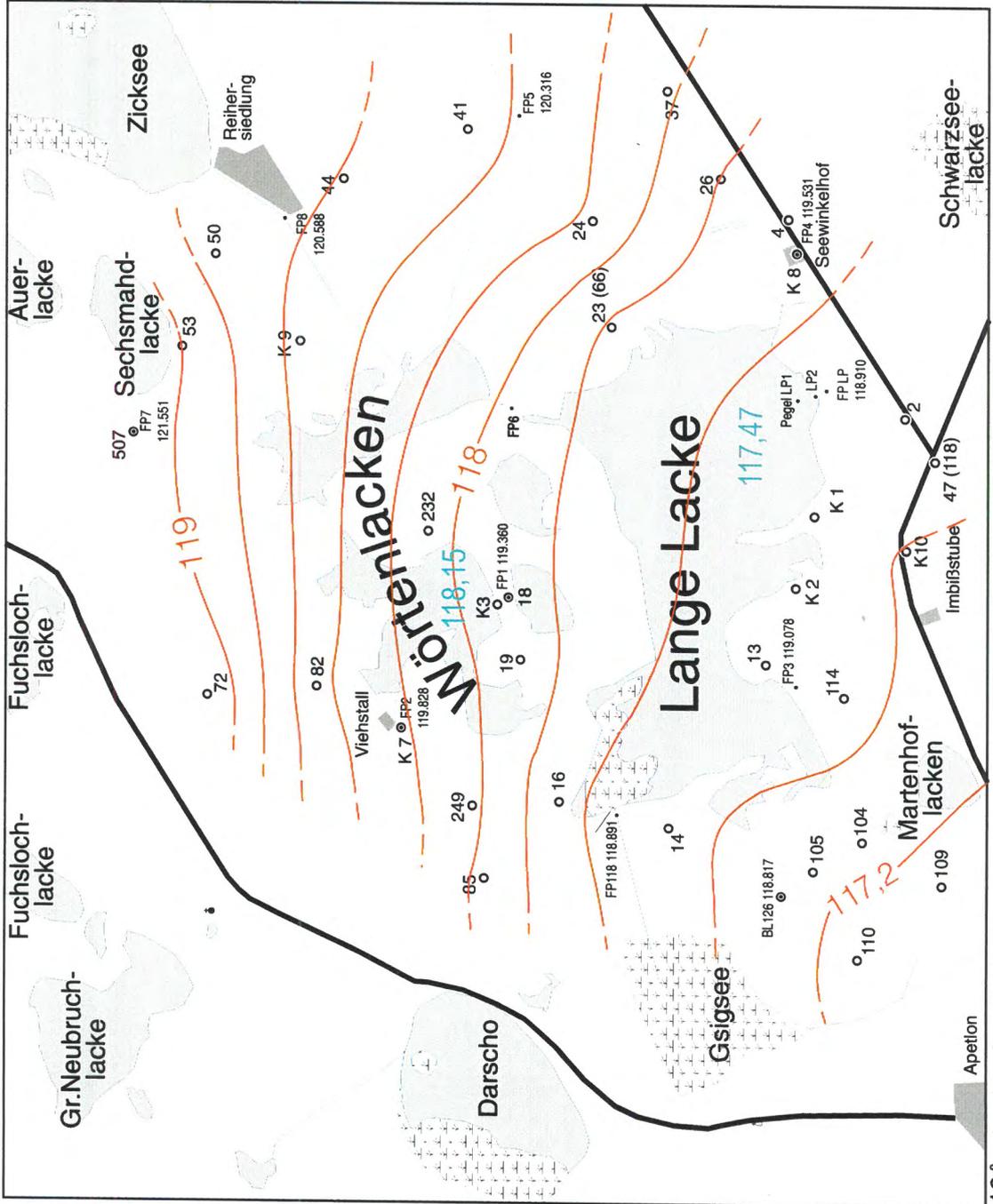
## LEGENDE:

- Straße
- Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37 Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- Lacke
- Rohrwuchs
- Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



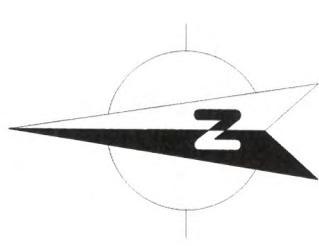
47° 16' 50" östl. v. Greenwich

Grundwasserspiegel 18.5.1995 [Höhe über NN]



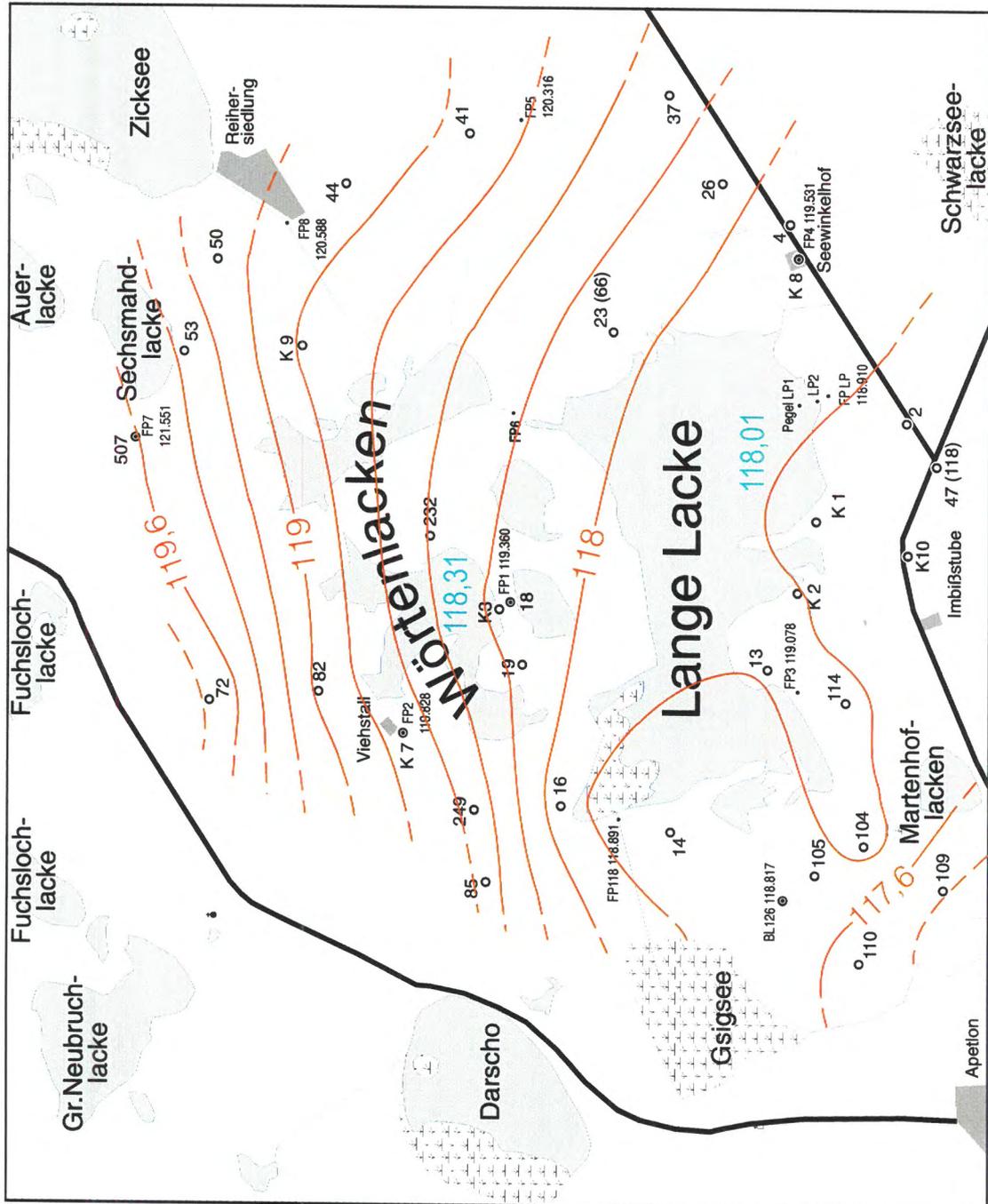
LEGENDE:

- Straße
- - - Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37 Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- Lacke
- Rohrwuchs
- Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



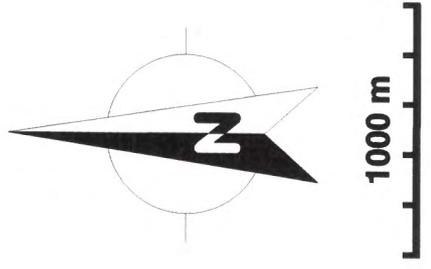
47°  
45' 16" östl. v. Greenwich

Grundwasserspiegel 14.6.1995 [Höhe über NN]



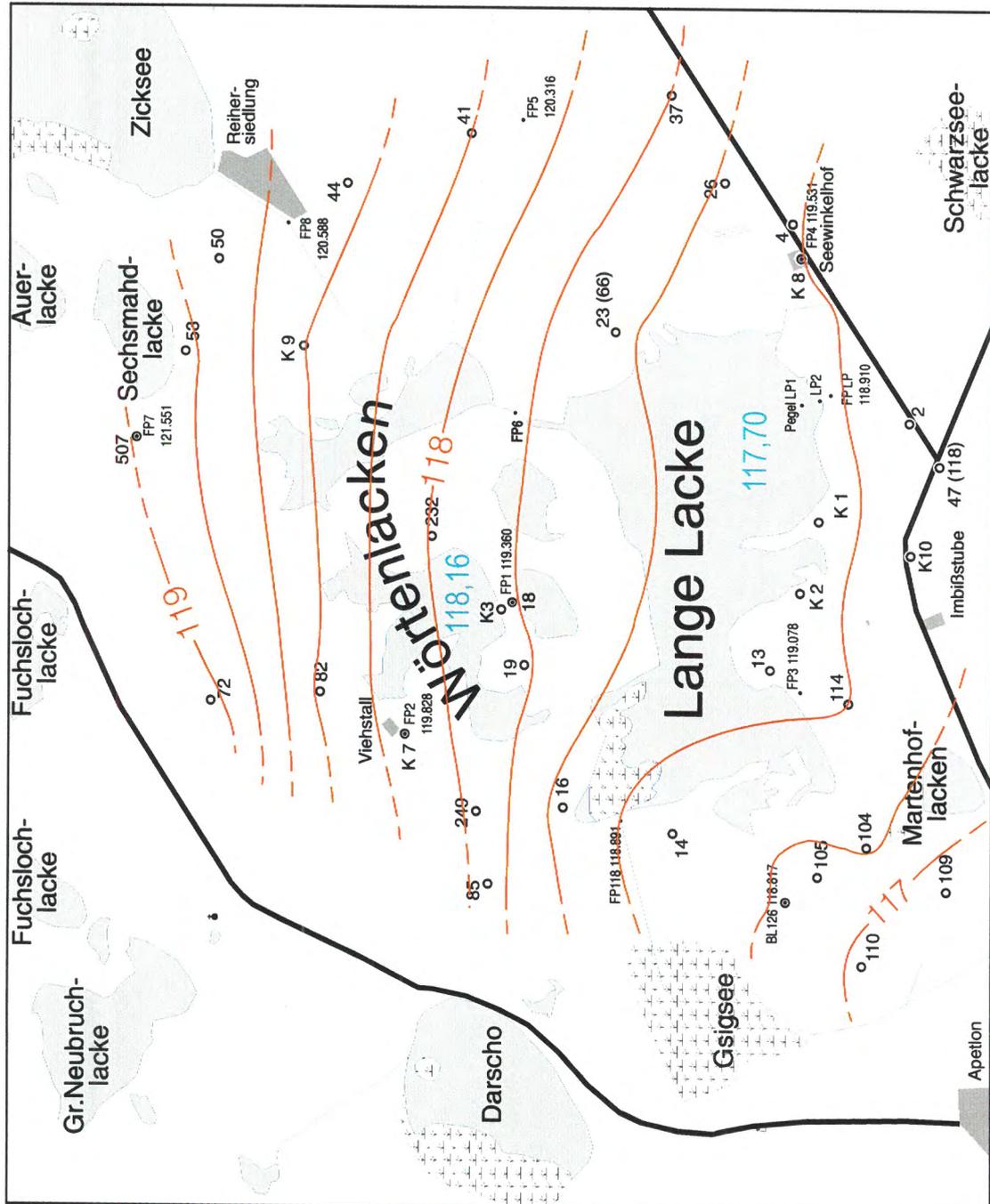
LEGENDE:

- Straße
- - - Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37  
Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- Lacke
- Rohrwuchs
- Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



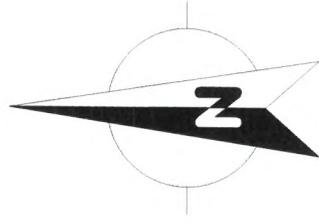
47°  
45' 16° 50' östl. v. Greenwich

# Grundwasserspiegel 14.7.1995 [Höhe über NN]



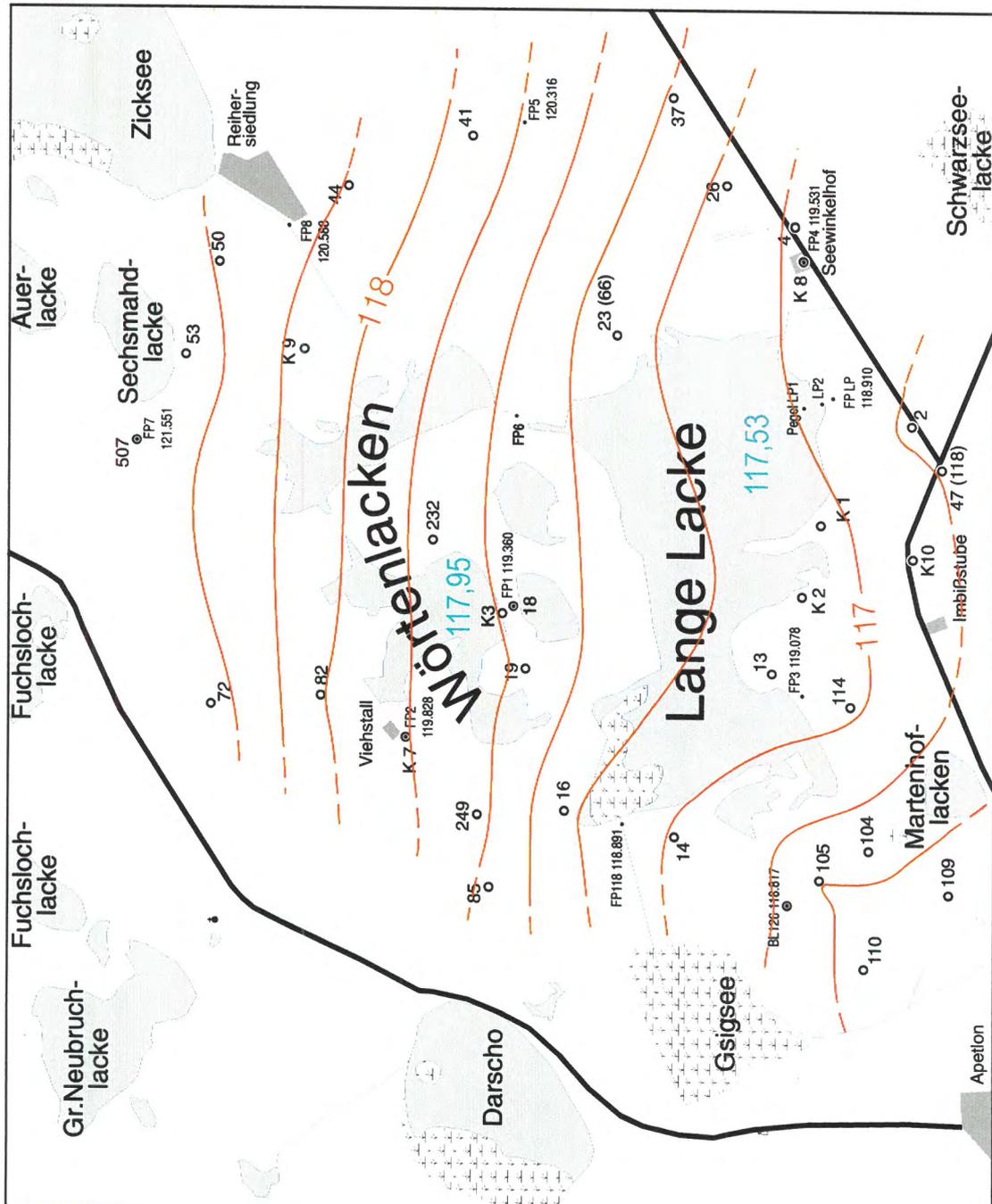
## LEGENDE:

- Straße
- - - Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37 Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- Lacke
- Rohrwuchs
- Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



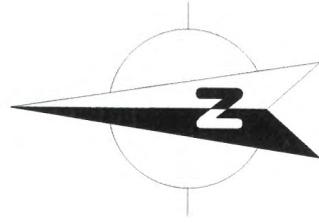
47° 45' 16" 50' östl. v. Greenwich

# Grundwasserspiegel 17.8.1995 [Höhe über NN]



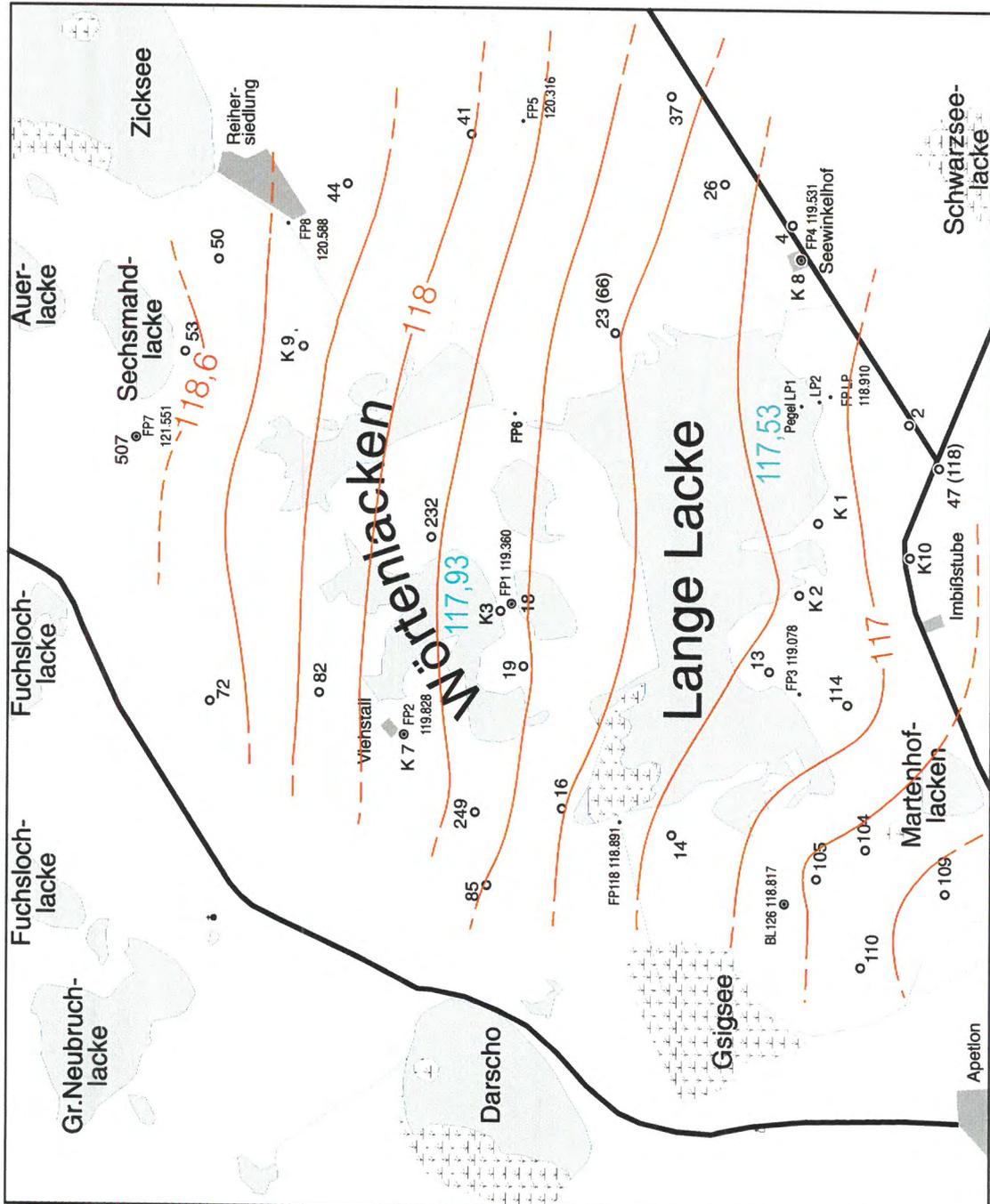
## LEGENDE:

- Straße
- Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37 Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- Lacke
- Rohwuchs
- Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



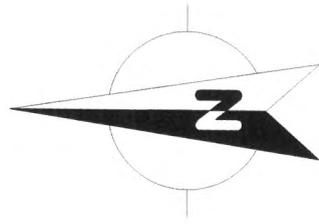
47°  
45' 16" östl. v. Greenwich

Grundwasserspiegel 12.9.1995 [Höhe über NN]



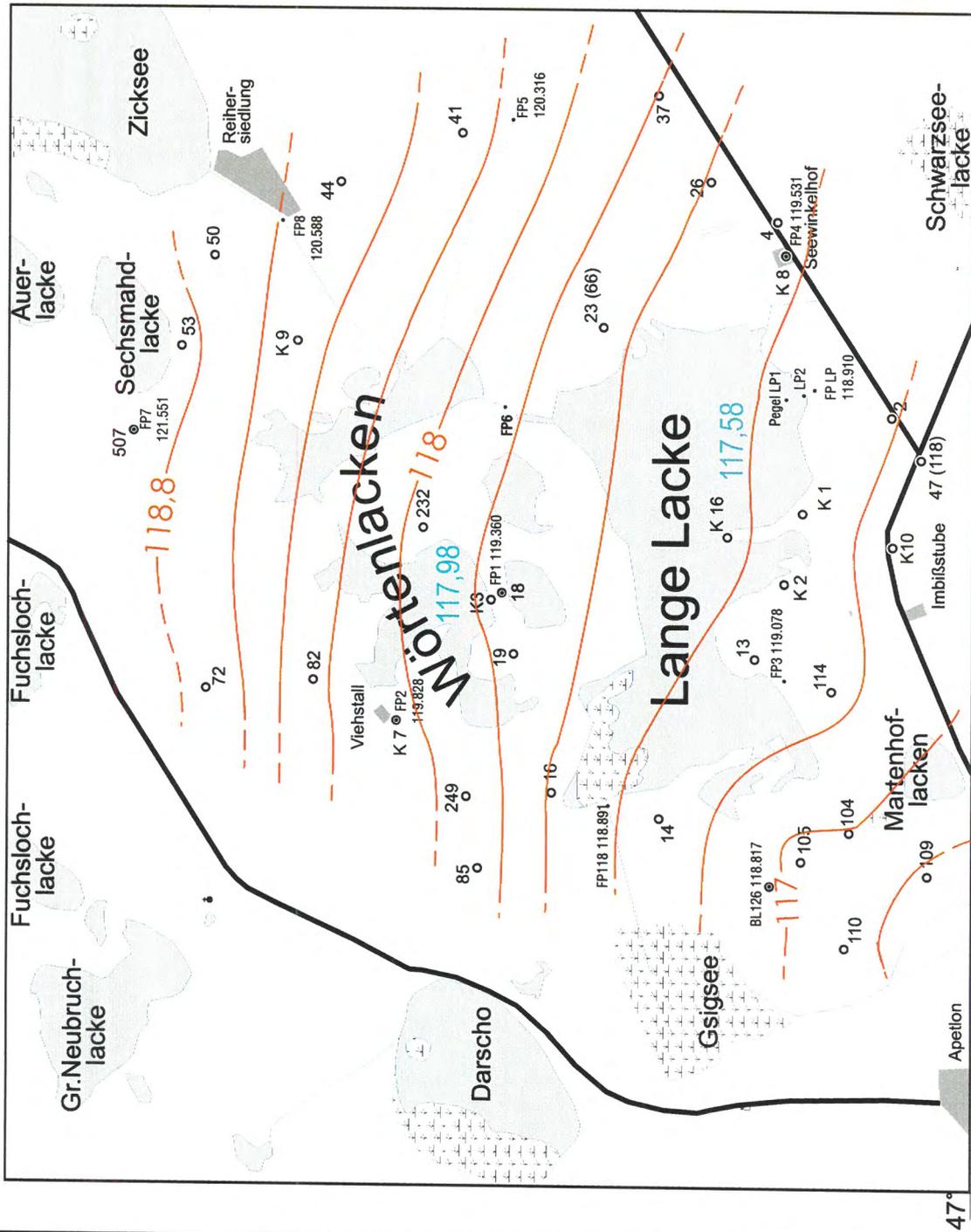
LEGENDE:

- Straße
- Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37 Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- ▨ Lacke
- ▨ Rohrwuchs
- ▨ Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



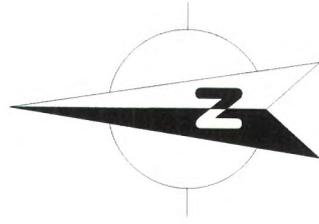
47°  
45' 16" 50" östl. v. Greenwich

Grundwasserspiegel 17.10.1995 [Höhe über NN]



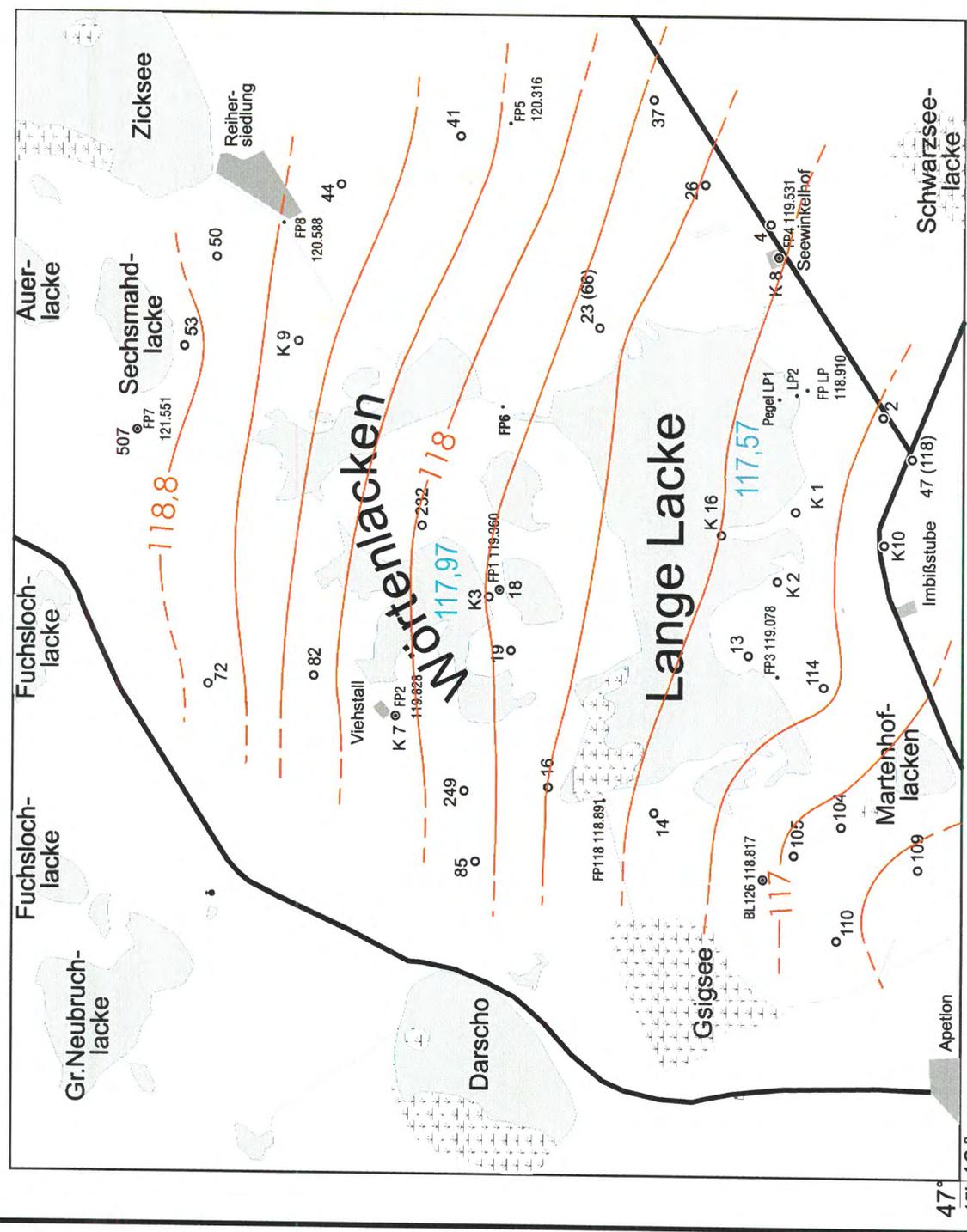
LEGENDE:

- Straße
- Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37 Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- ▨ Lacke
- ▨ Rohrwuchs
- ▨ Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



47°  
45' 16" 50' östl. v. Greenwich

# Grundwasserspiegel 16.11.1995 [Höhe über NN]

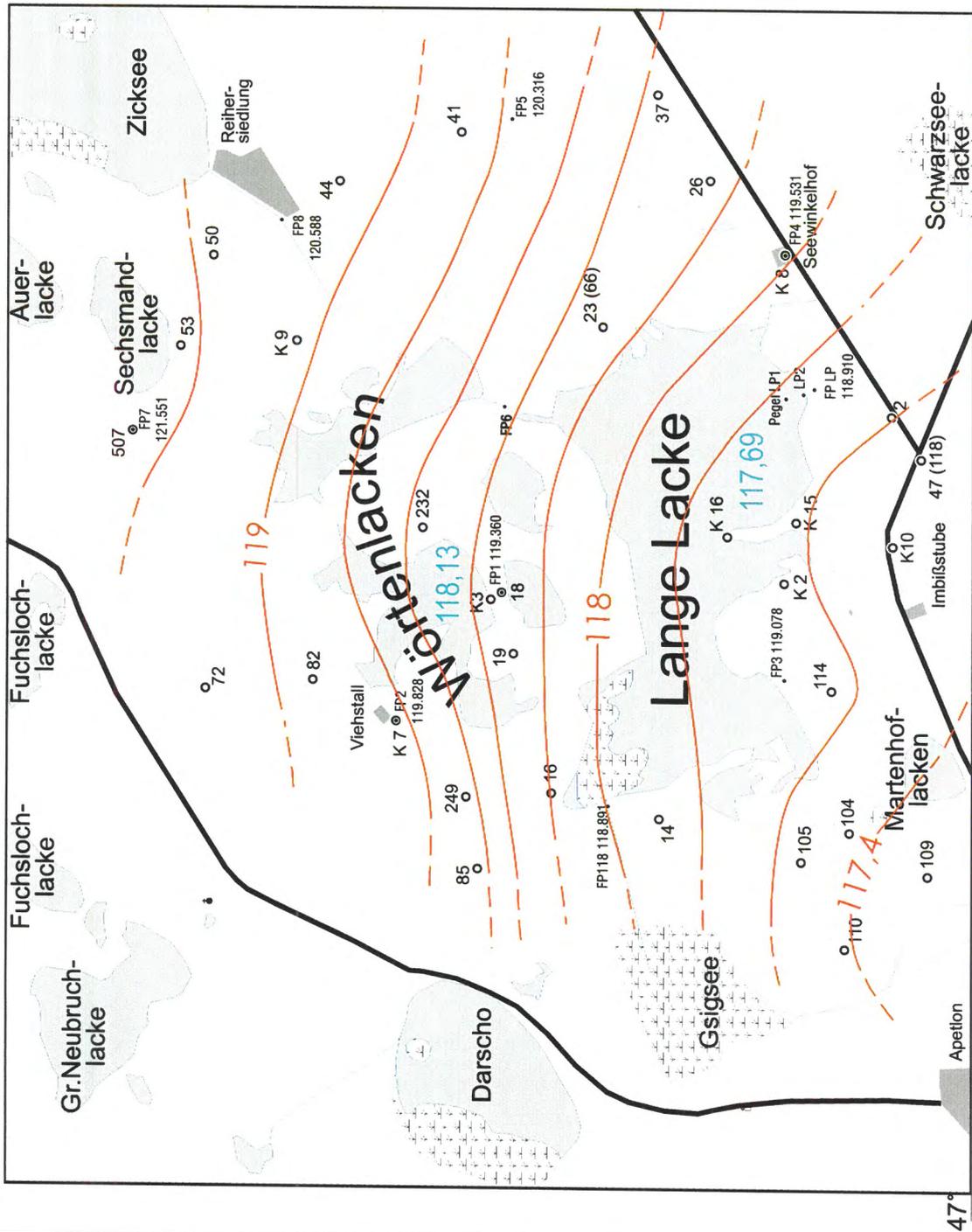


**LEGENDE:**

- Straße
- Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 247
- 117,37
- 232,118
- 117,97
- 117,57
- 117
- 118
- 119
- 120
- 121
- 122
- 123
- 124
- 125
- 126
- 127
- 128
- 129
- 130
- 131
- 132
- 133
- 134
- 135
- 136
- 137
- 138
- 139
- 140
- 141
- 142
- 143
- 144
- 145
- 146
- 147
- 148
- 149
- 150
- 151
- 152
- 153
- 154
- 155
- 156
- 157
- 158
- 159
- 160
- 161
- 162
- 163
- 164
- 165
- 166
- 167
- 168
- 169
- 170
- 171
- 172
- 173
- 174
- 175
- 176
- 177
- 178
- 179
- 180
- 181
- 182
- 183
- 184
- 185
- 186
- 187
- 188
- 189
- 190
- 191
- 192
- 193
- 194
- 195
- 196
- 197
- 198
- 199
- 200
- 201
- 202
- 203
- 204
- 205
- 206
- 207
- 208
- 209
- 210
- 211
- 212
- 213
- 214
- 215
- 216
- 217
- 218
- 219
- 220
- 221
- 222
- 223
- 224
- 225
- 226
- 227
- 228
- 229
- 230
- 231
- 232
- 233
- 234
- 235
- 236
- 237
- 238
- 239
- 240
- 241
- 242
- 243
- 244
- 245
- 246
- 247
- 248
- 249
- 250
- 251
- 252
- 253
- 254
- 255
- 256
- 257
- 258
- 259
- 260
- 261
- 262
- 263
- 264
- 265
- 266
- 267
- 268
- 269
- 270
- 271
- 272
- 273
- 274
- 275
- 276
- 277
- 278
- 279
- 280
- 281
- 282
- 283
- 284
- 285
- 286
- 287
- 288
- 289
- 290
- 291
- 292
- 293
- 294
- 295
- 296
- 297
- 298
- 299
- 300

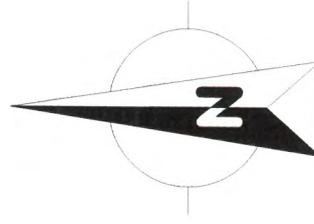
47° 16' 50" östl. v. Greenwich

Grundwasserspiegel 21.12.1995 [Höhe über NN]



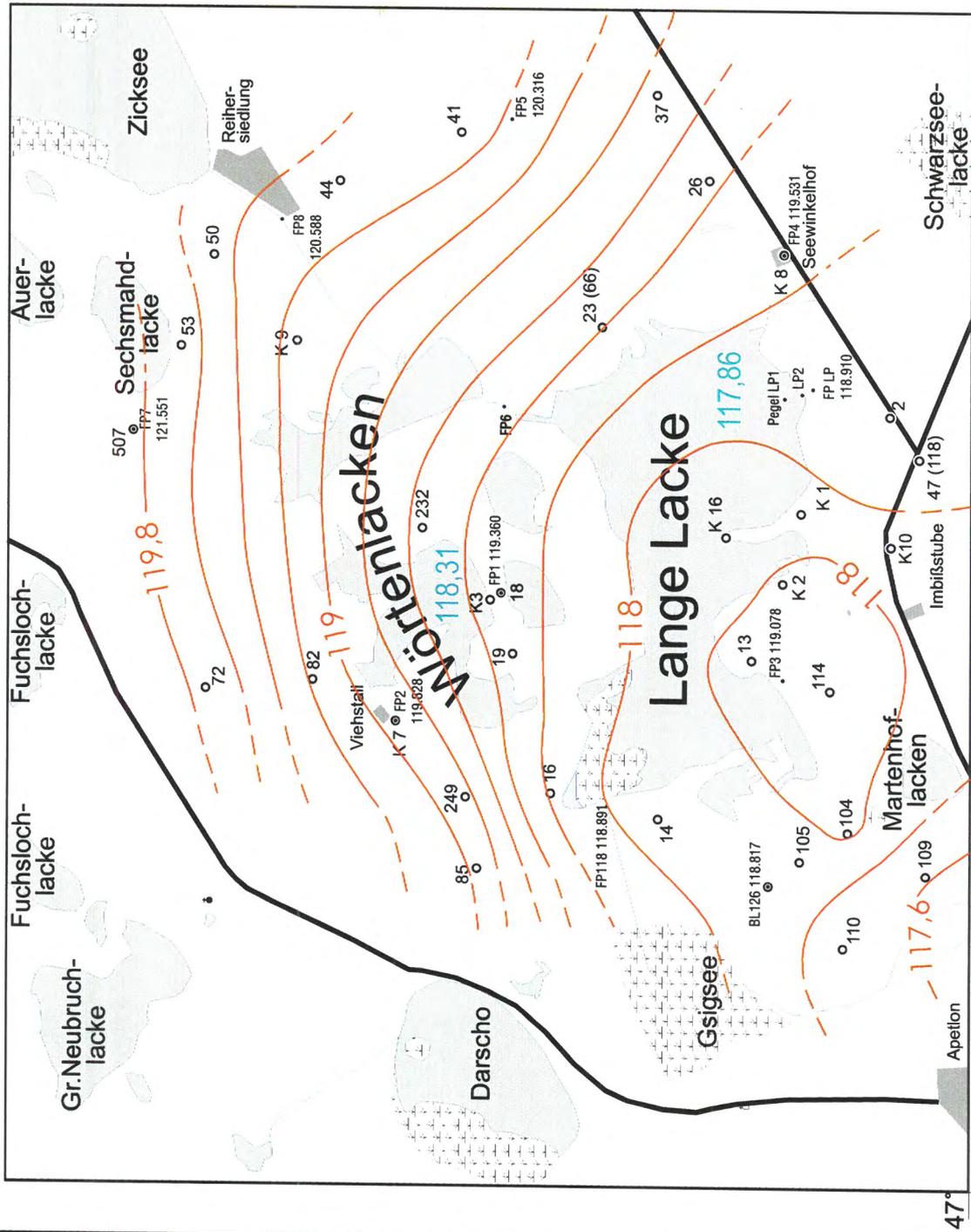
LEGENDE:

- Straße
- Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37 Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- Lacke
- Rohrwuchs
- Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



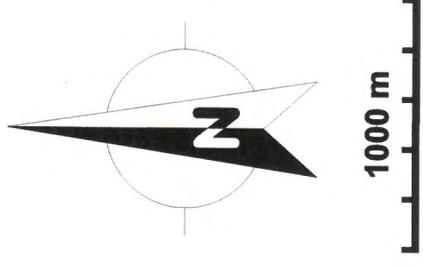
47°  
45' 16" östl. v. Greenwich

Grundwasserspiegel 16.1.1996 [Höhe über NN]



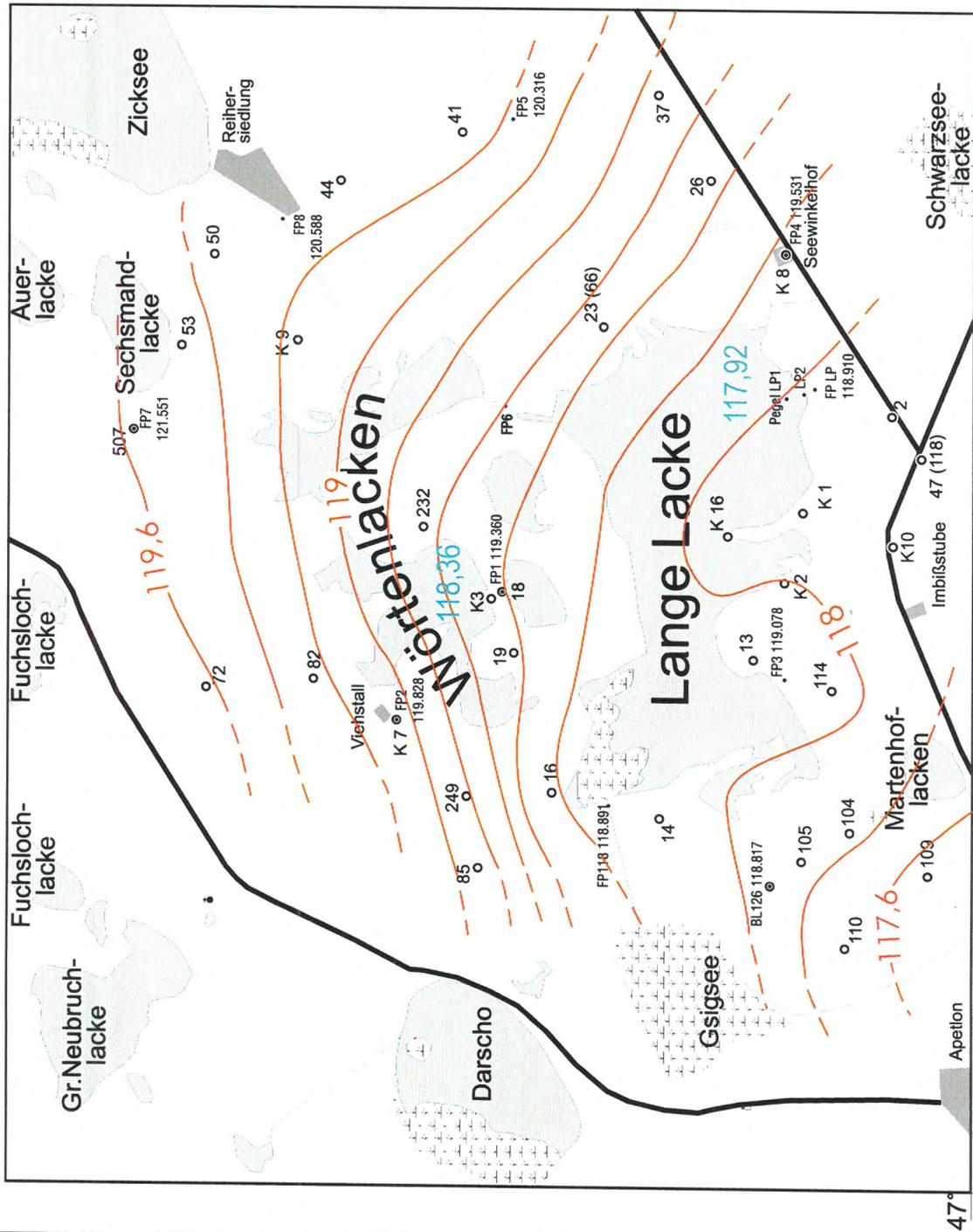
LEGENDE:

- Straße
- Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37 Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- Lacke
- Rohrwuchs
- Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel

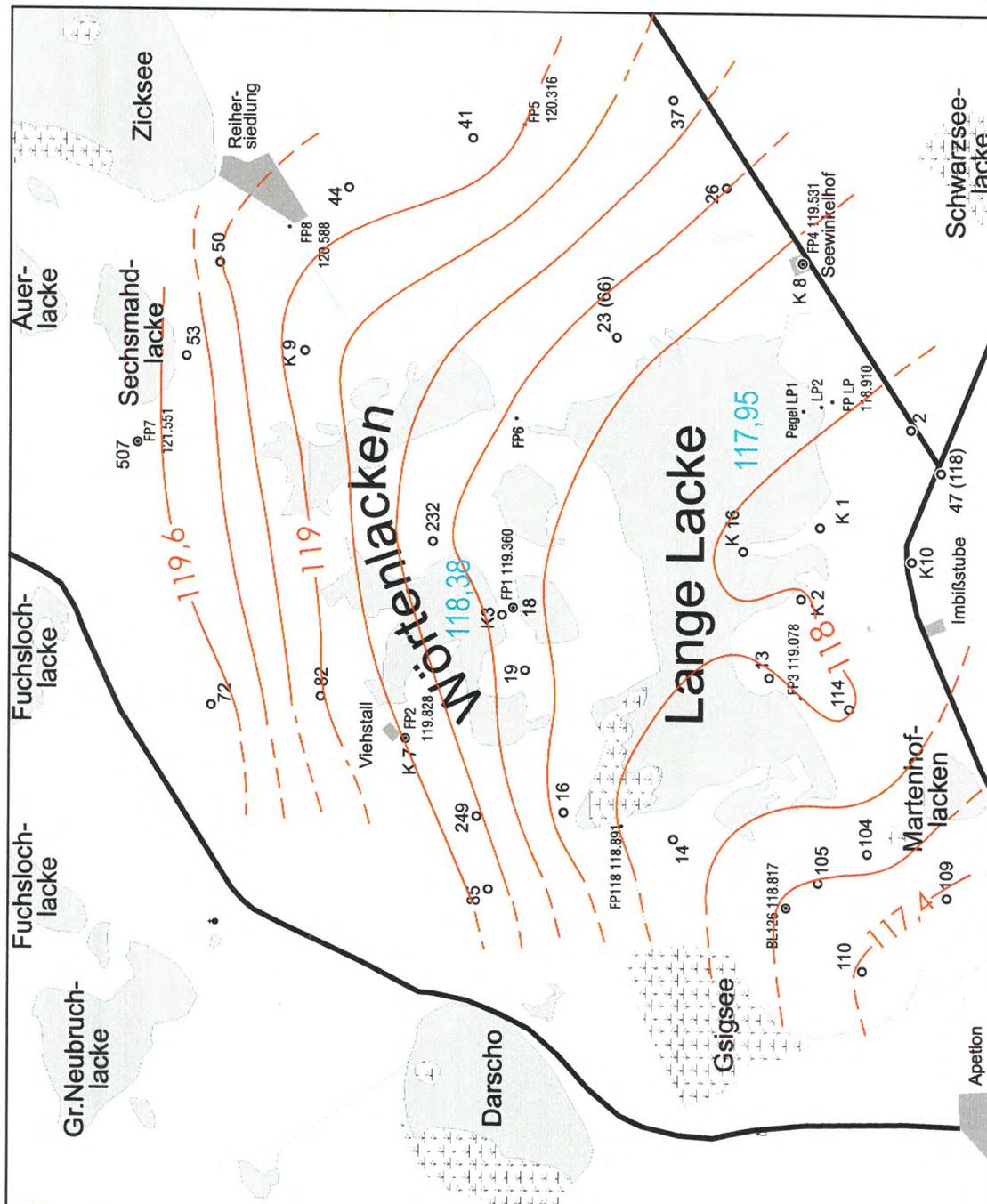


47° 16' 50" östl. v. Greenwich

# Grundwasserspiegel 20.2.1996 [Höhe über NN]

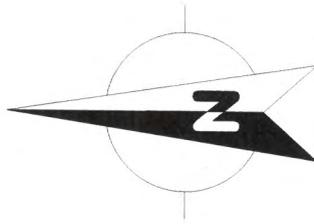


# Grundwasserspiegel 20.3.1996 [Höhe über NN]



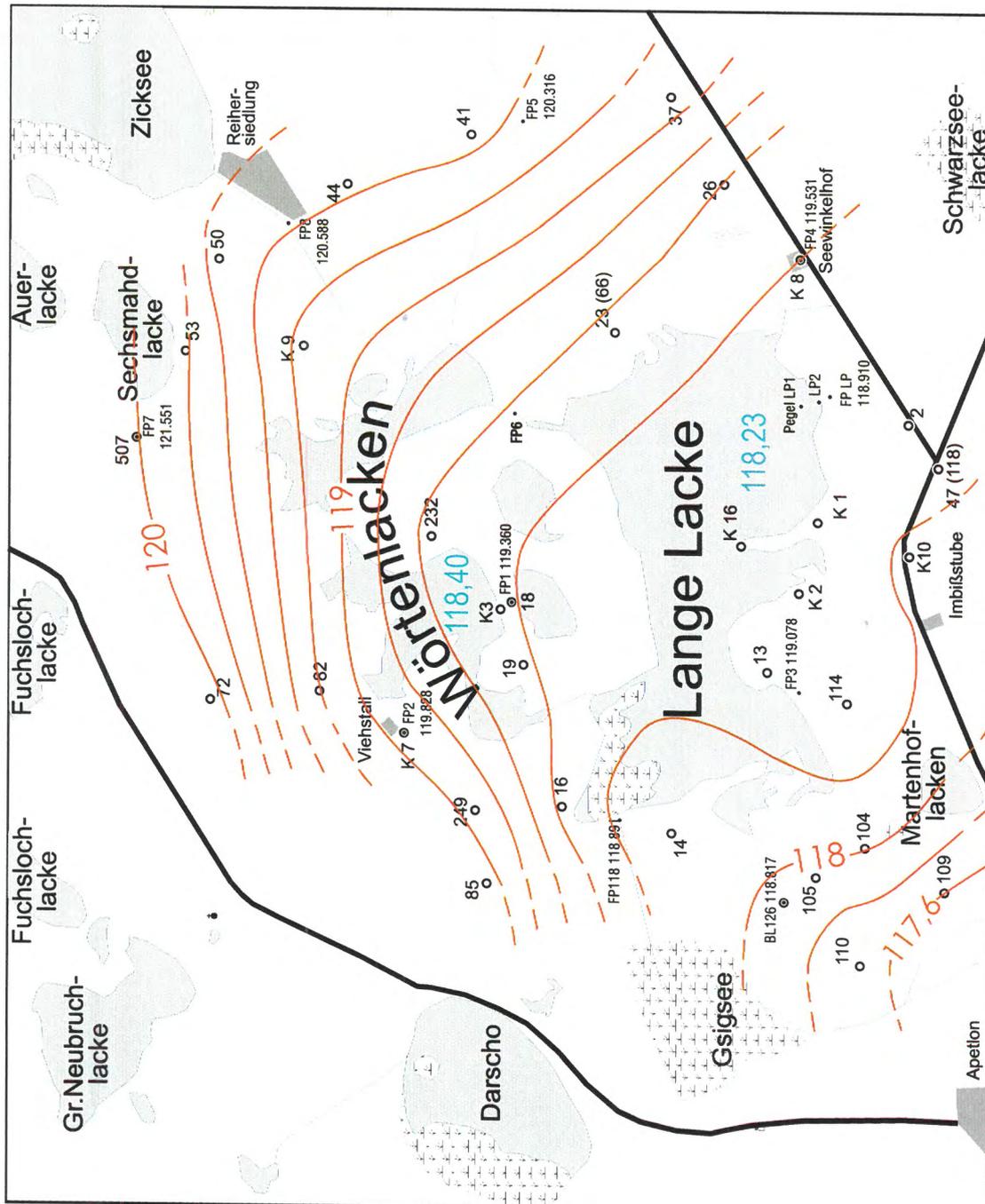
## LEGENDE:

- Straße
- - - Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37 Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- Lacke
- Rohrwuchs
- Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



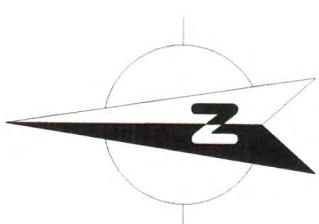
47°  
45' 16" östl. v. Greenwich

# Grundwasserspiegel 16.4.1996 [Höhe über NN]



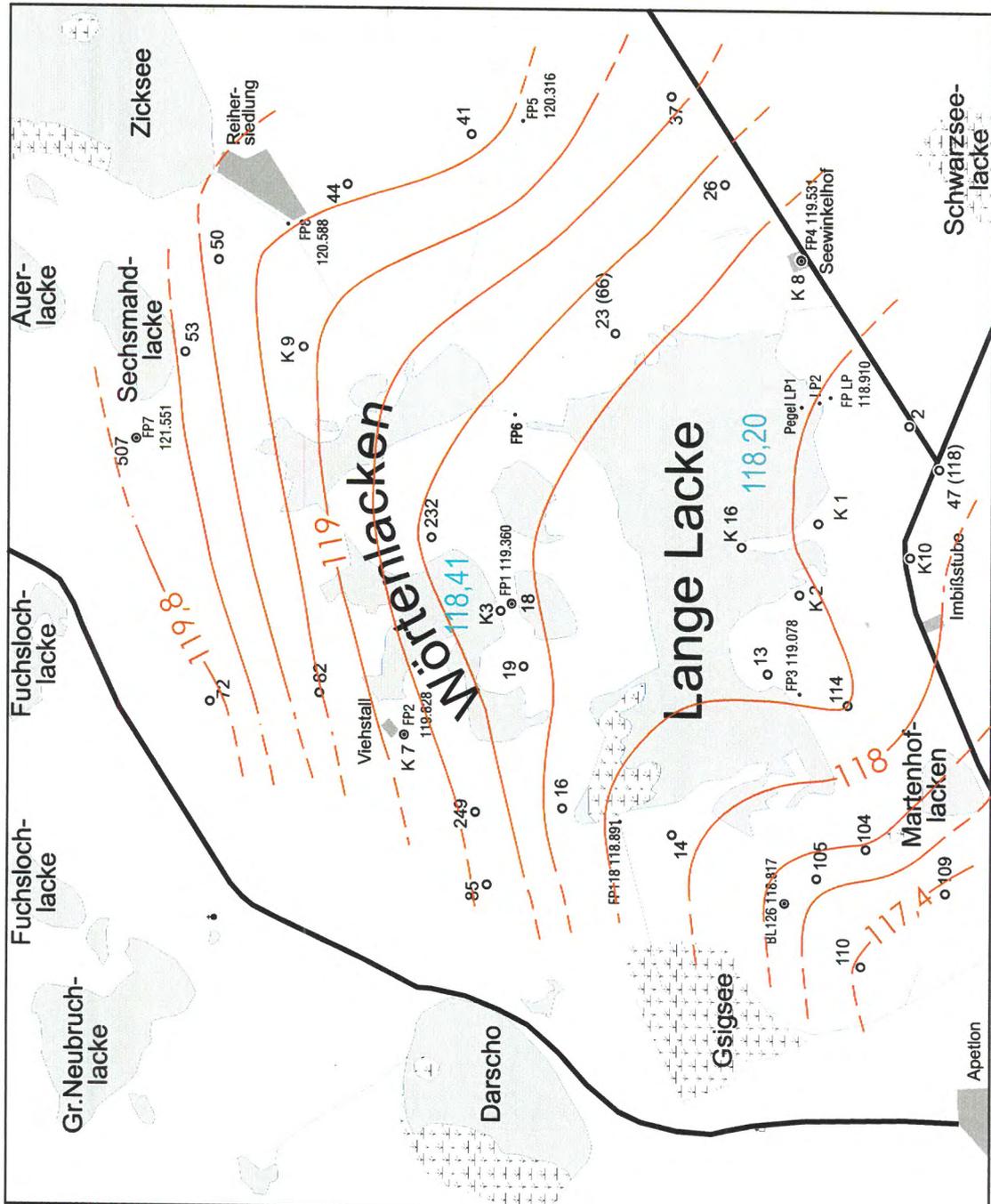
## LEGENDE:

- Straße
- Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37 Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- Lacke
- Rohrbruchs
- Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



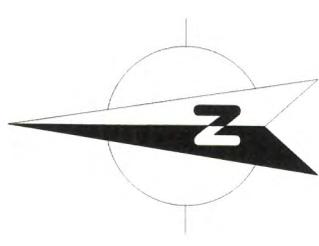
47°  
45' 16" östl. v. Greenwich

Grundwasserspiegel 15.5.1996 [Höhe über NN]



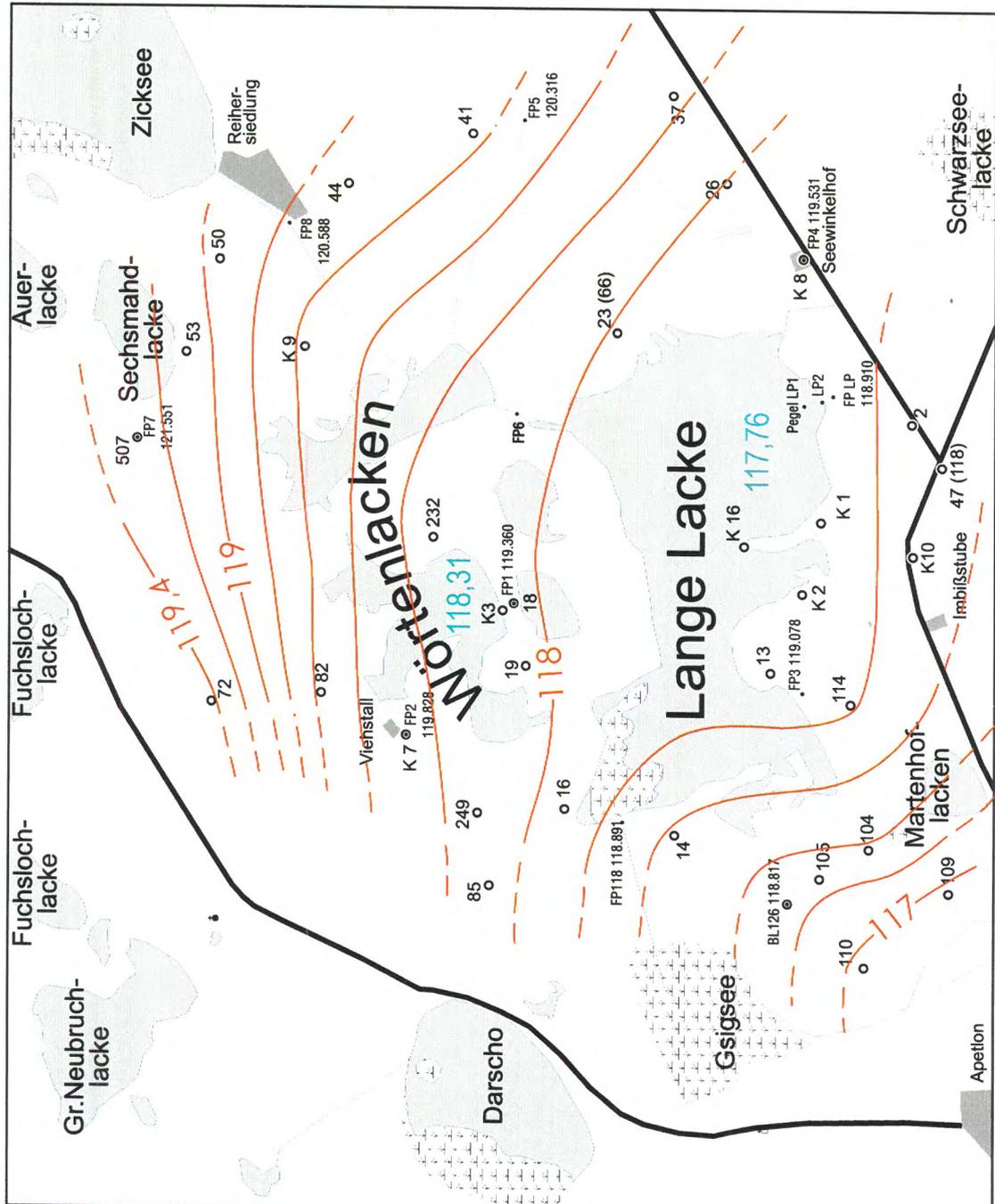
LEGENDE:

- Straße
- Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37 Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- Lacke
- Rohrbruchs
- Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



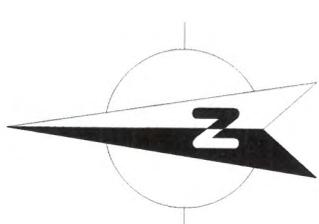
47°  
45' 16" östl. v. Greenwich

# Grundwasserspiegel 17.6.1996 [Höhe über NN]



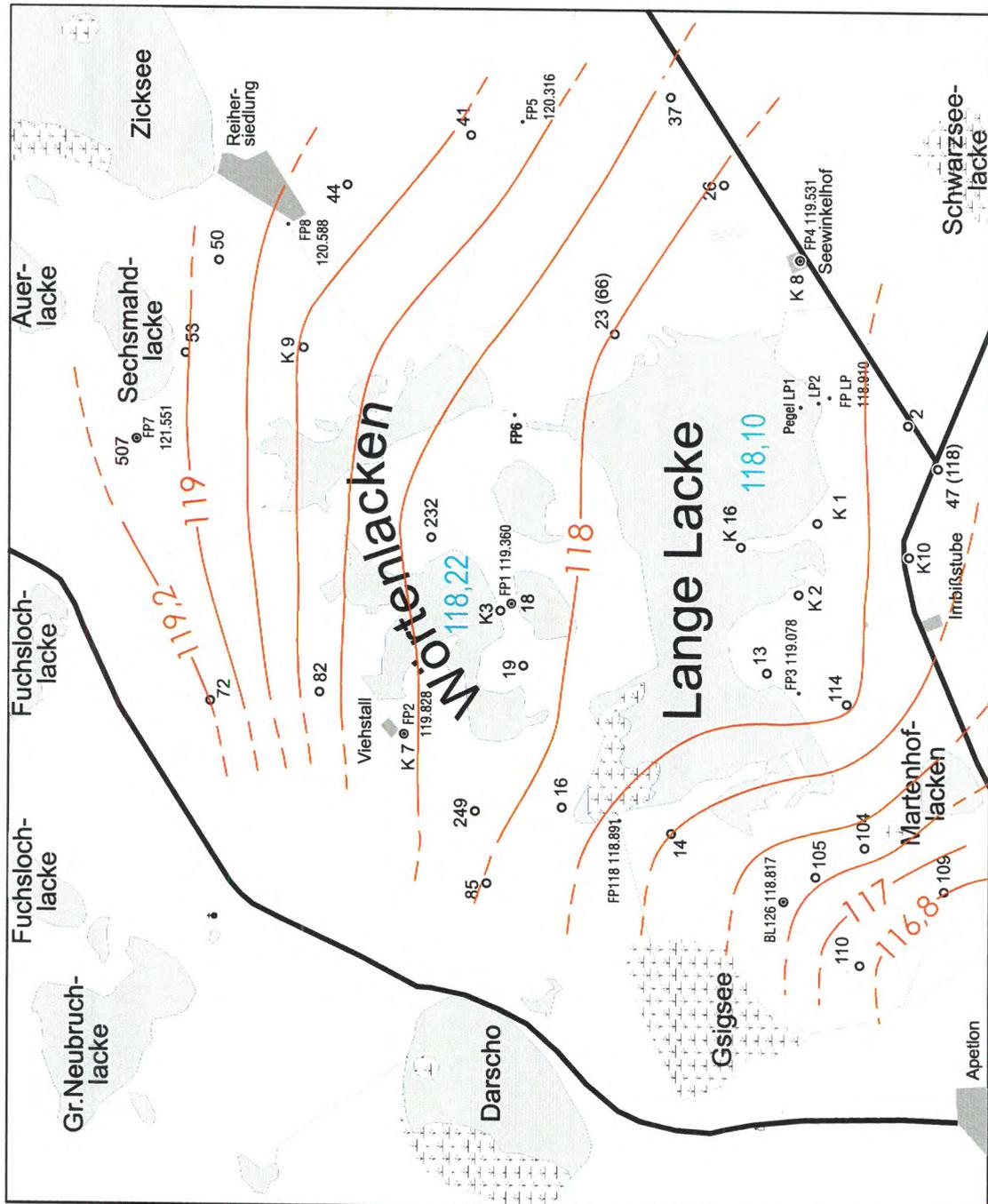
## LEGENDE:

- Straße
- Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37 Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- Lacke
- Rohrwuchs
- Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



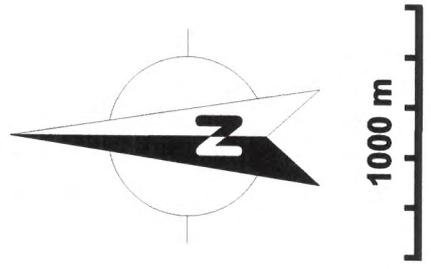
47°  
45' 16" östl. v. Greenwich

# Grundwasserspiegel 14.7.1996 [Höhe über NN]



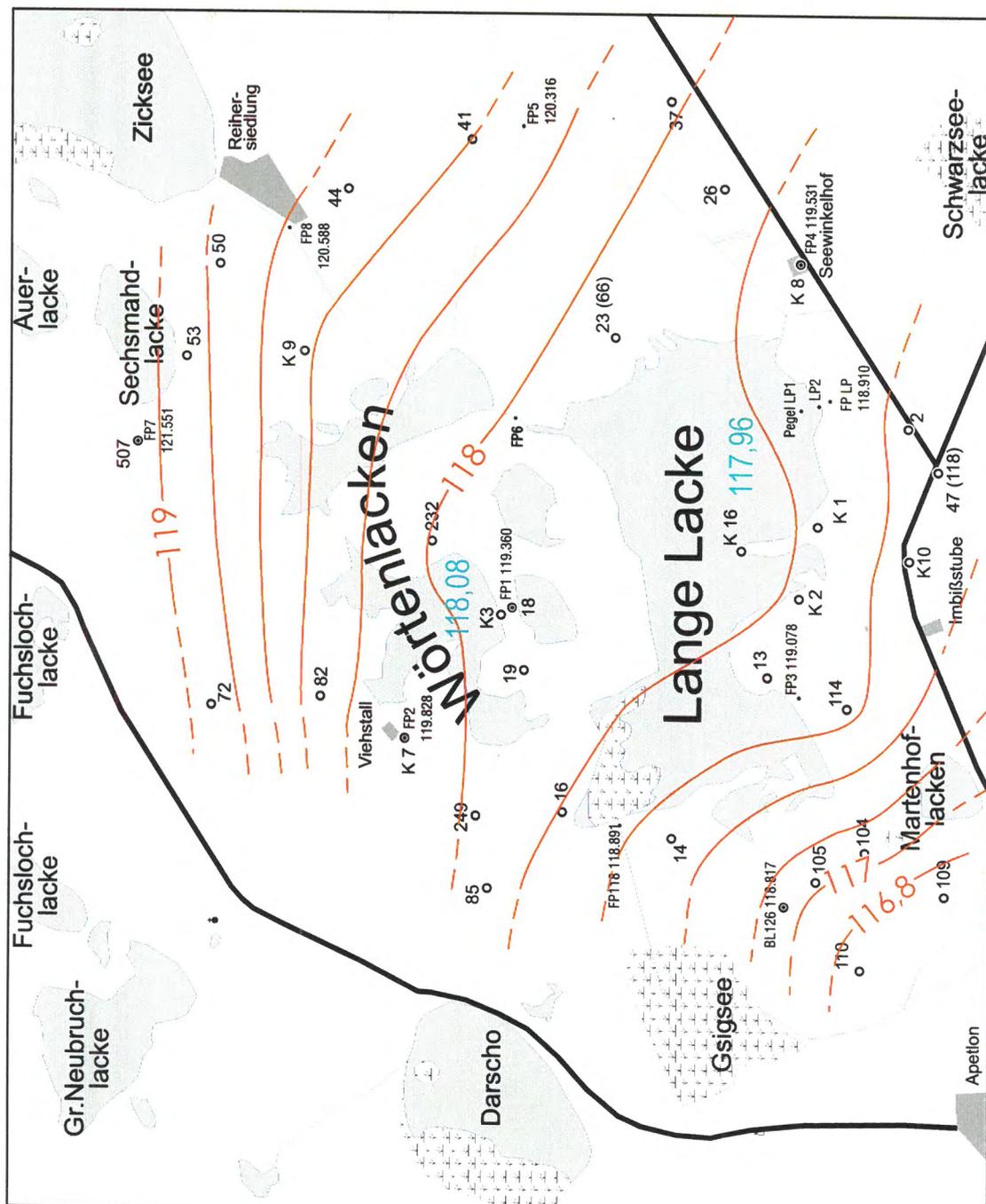
## LEGENDE:

- Straße
- Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37 Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- Lacke
- Rohrwuchs
- Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



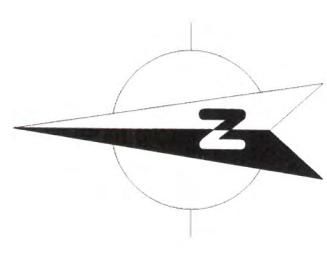
47°  
45' 16" östl. v. Greenwich

# Grundwasserspiegel 19.8.1996 [Höhe über NN]



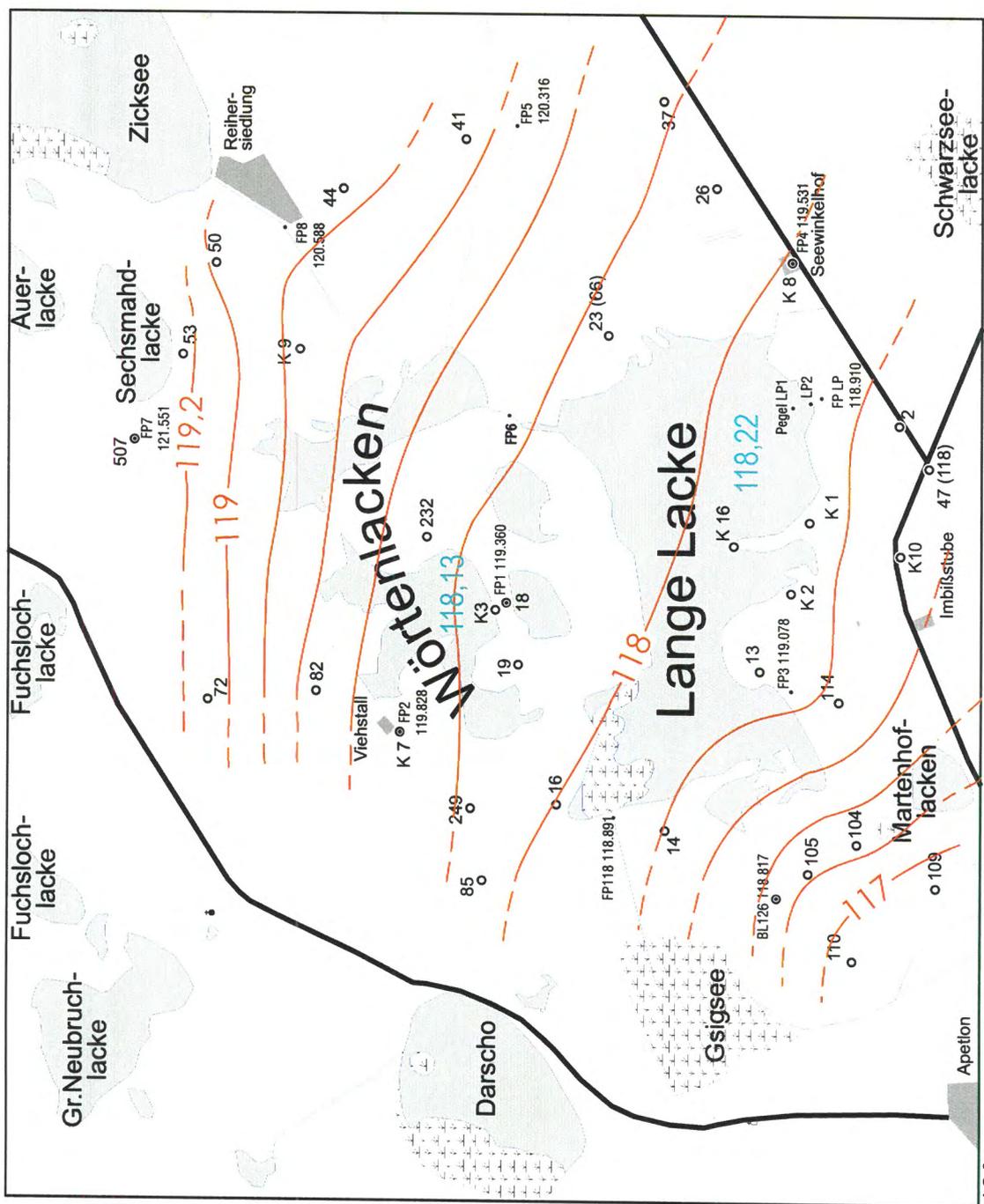
## LEGENDE:

- Straße
- Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- 117,37
- Vermessungspunkt
- Lacke
- Rohrwuchs
- Entwässerungskanal
- Brunnen/Pegel
- 247



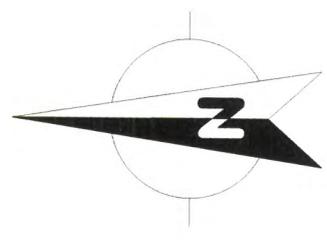
47° 16' 50" östl. v. Greenwich

# Grundwasserspiegel 13.9.1996 [Höhe über NN]



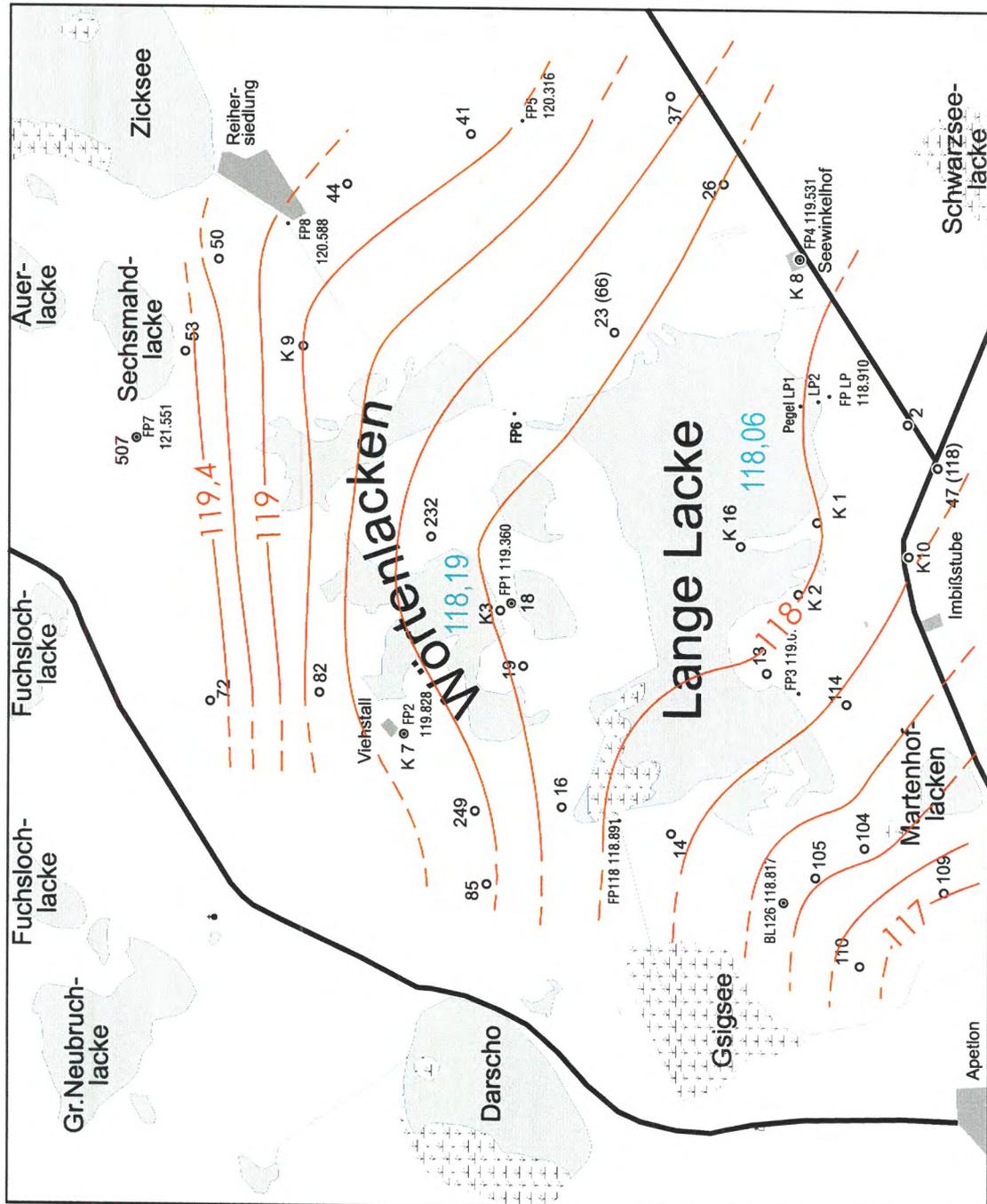
## LEGENDE:

- Straße
- Fahrtweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- ▨ Lacke
- ▨ Rohrwuchs
- Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



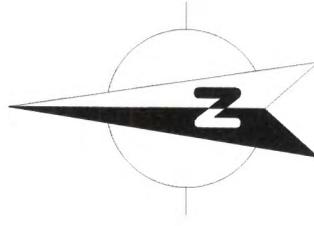
47° 45' 16" östl. v. Greenwich

Grundwasserspiegel 16.10.1996 [Höhe über NN]



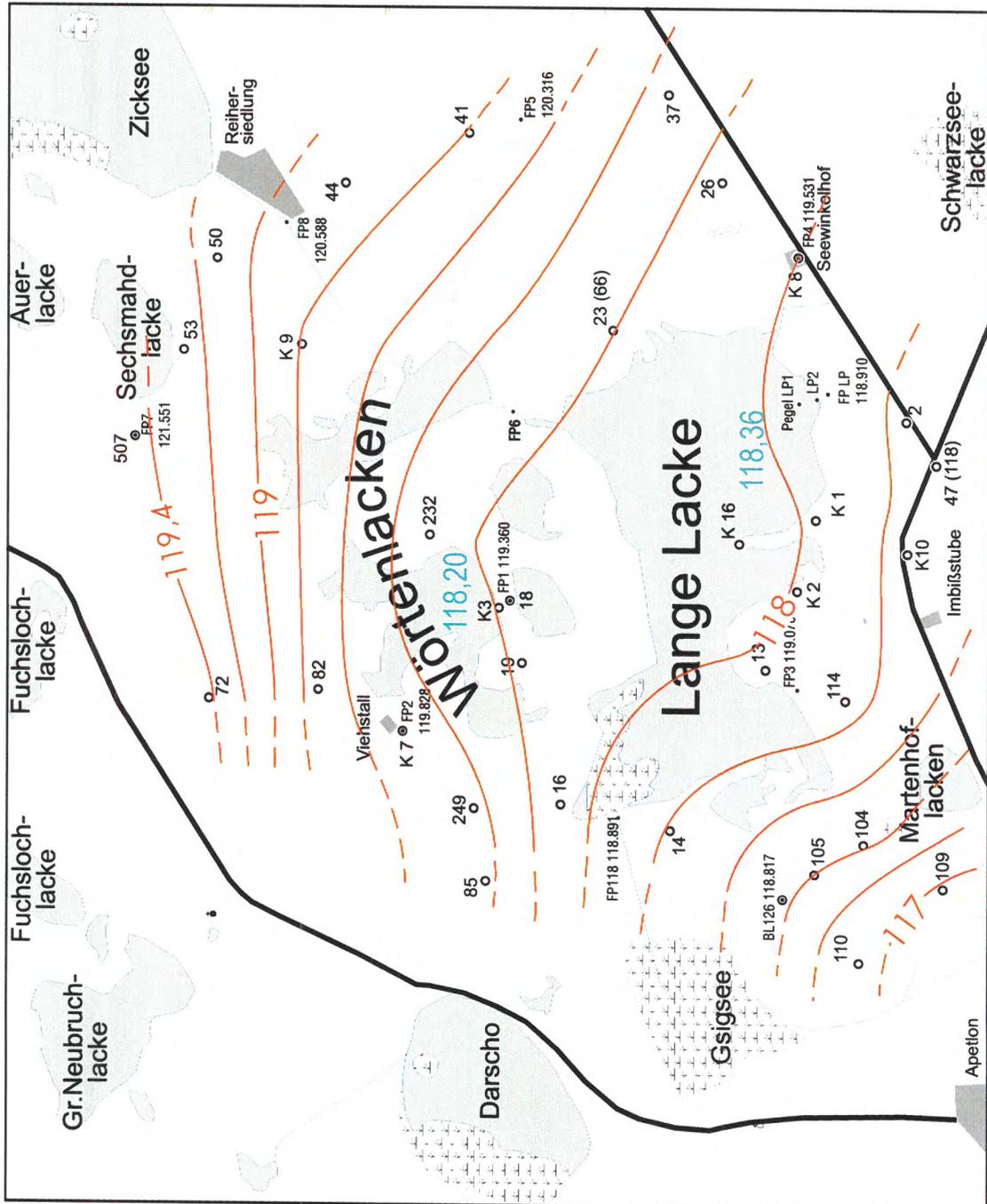
LEGENDE:

- Straße
- - - Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37
- Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- ▨ Lacke
- ▨ Rohrwuchs
- ▨ Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



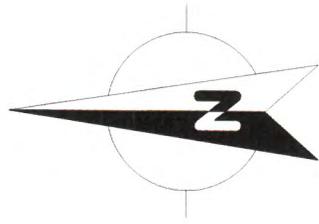
47°  
45' 16" östl. v. Greenwich

Grundwasserspiegel 15.11.1996 [Höhe über NN]



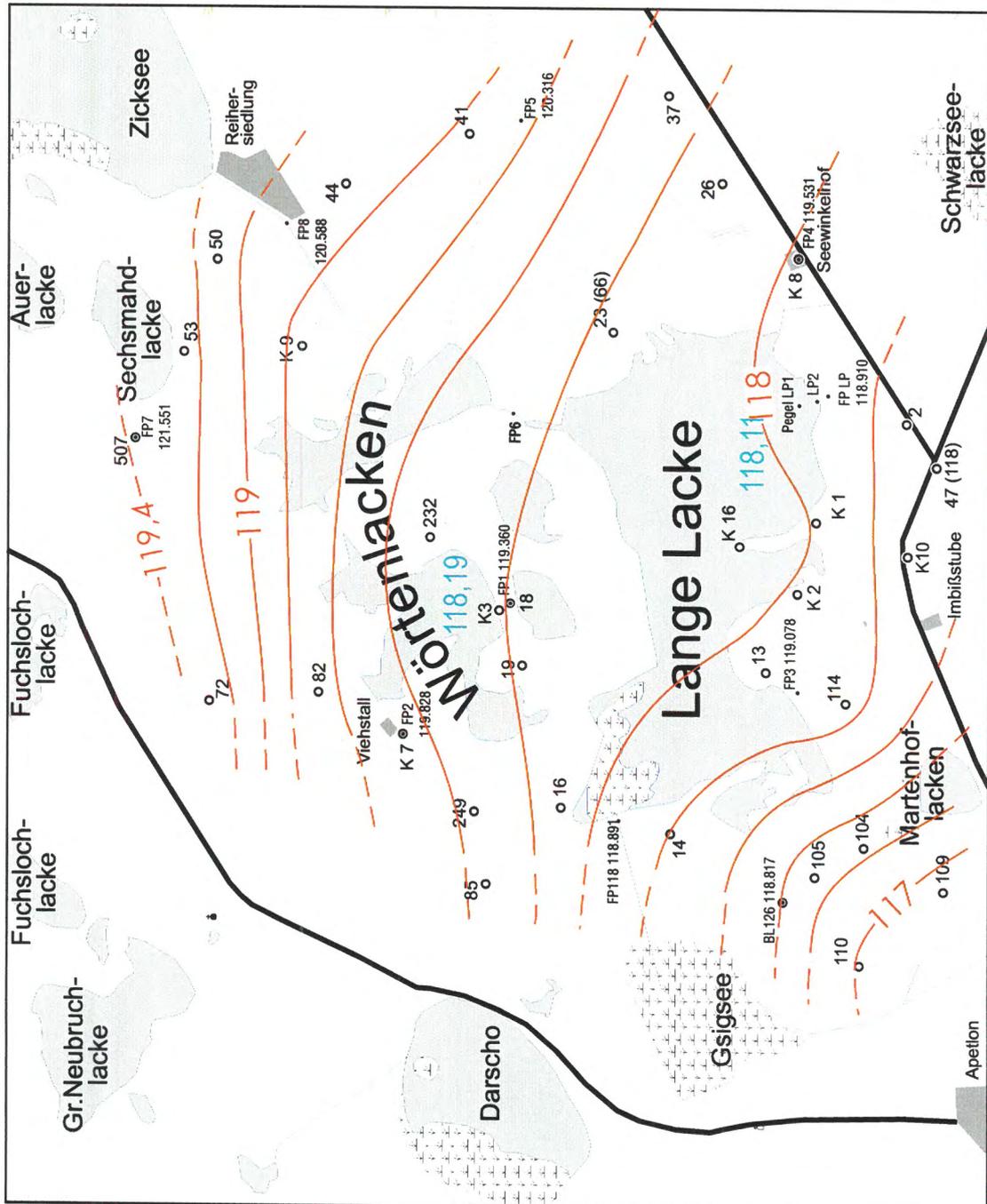
LEGENDE:

- Straße
- - - Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37 Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- Lacke
- ▨ Rohrwuchs
- ▬ Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



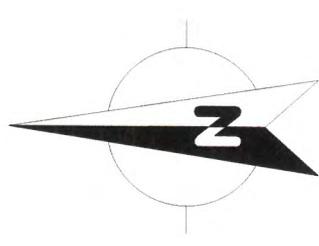
47°  
45' 16" östl. v. Greenwich

Grundwasserspiegel 16.12.1996 [Höhe über NN]



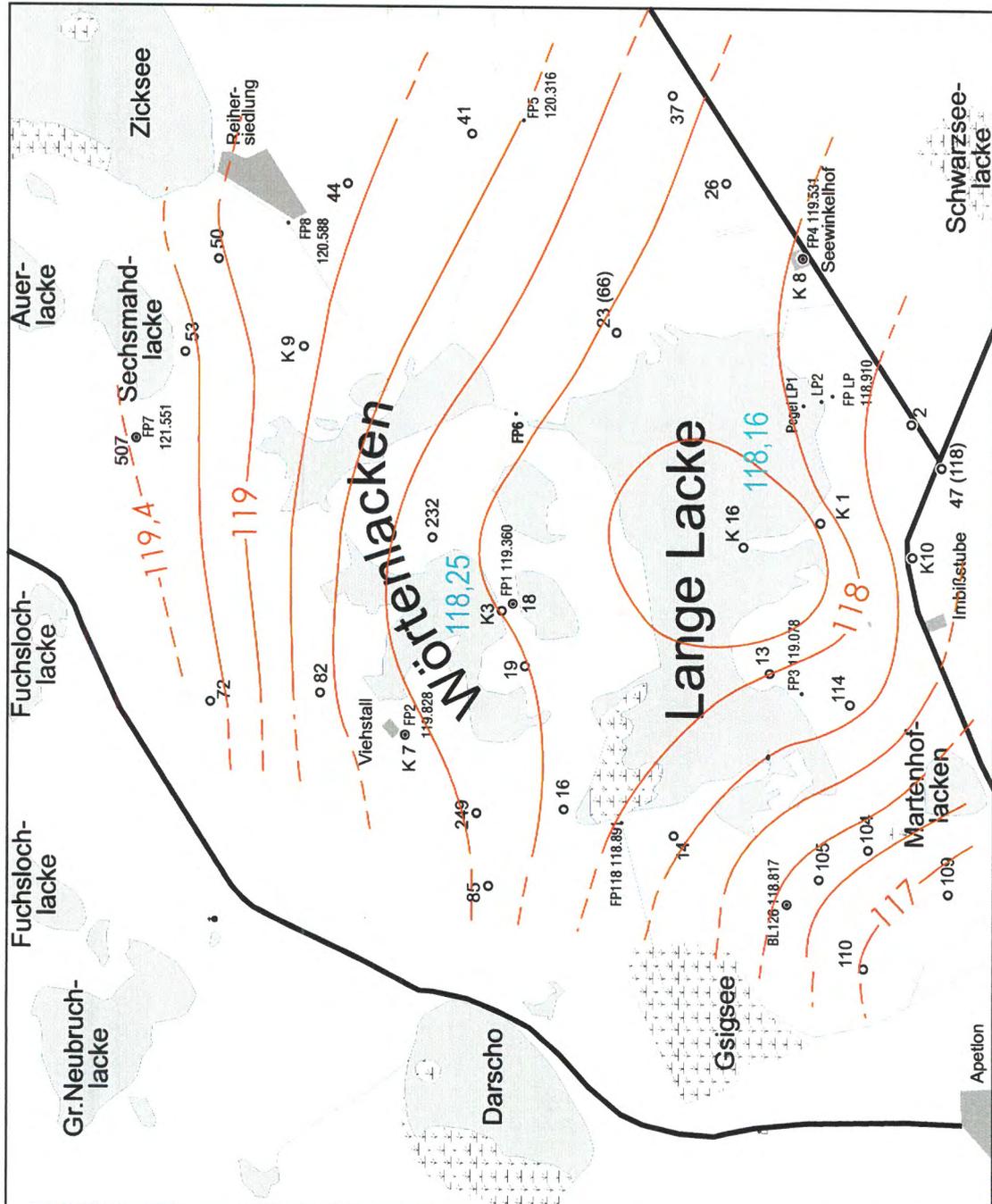
LEGENDE:

- Straße
- Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37
- Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- ▨ Lacke
- ▨ Rohrwuchs
- ▨ Entwässerungskanal
- 247
- Brunnen/Pegel



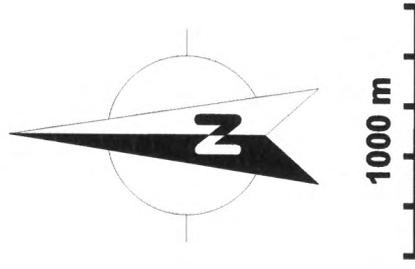
47°  
45' 16" östl. v. Greenwich

# Grundwasserspiegel 15.1.1997 [Höhe über NN]



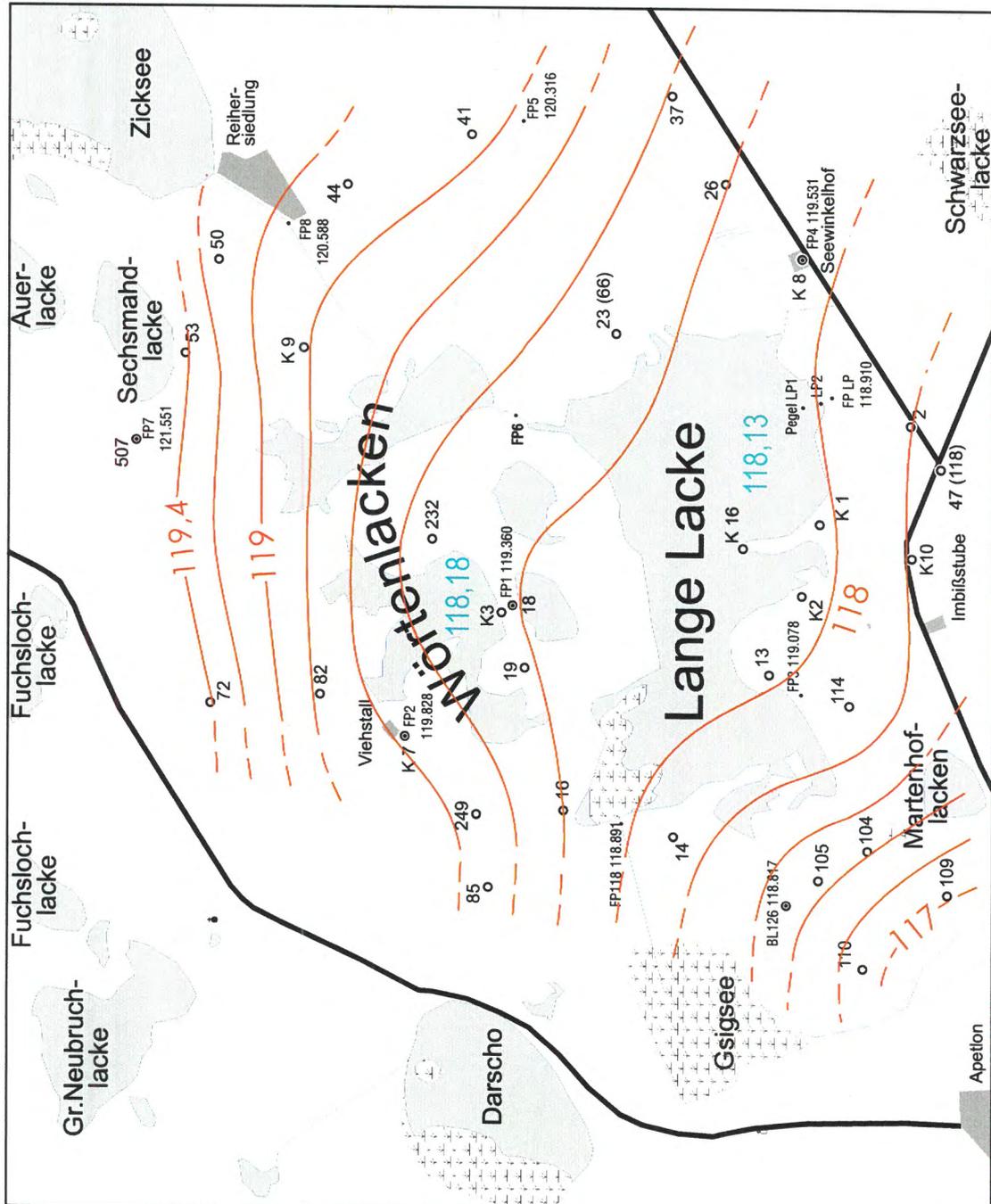
**LEGENDE:**

- Straße
- Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37
- Vermessungspunkt
- Lacke
- Rohrwuchs
- Entwässerungskanal
- 247
- Brunnen/Pegel



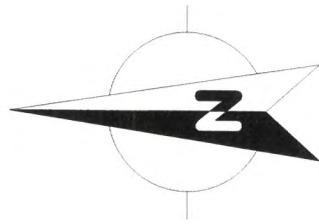
47°  
45' 16" östl. v. Greenwich

Grundwasserspiegel 17.2.1997 [Höhe über NN]



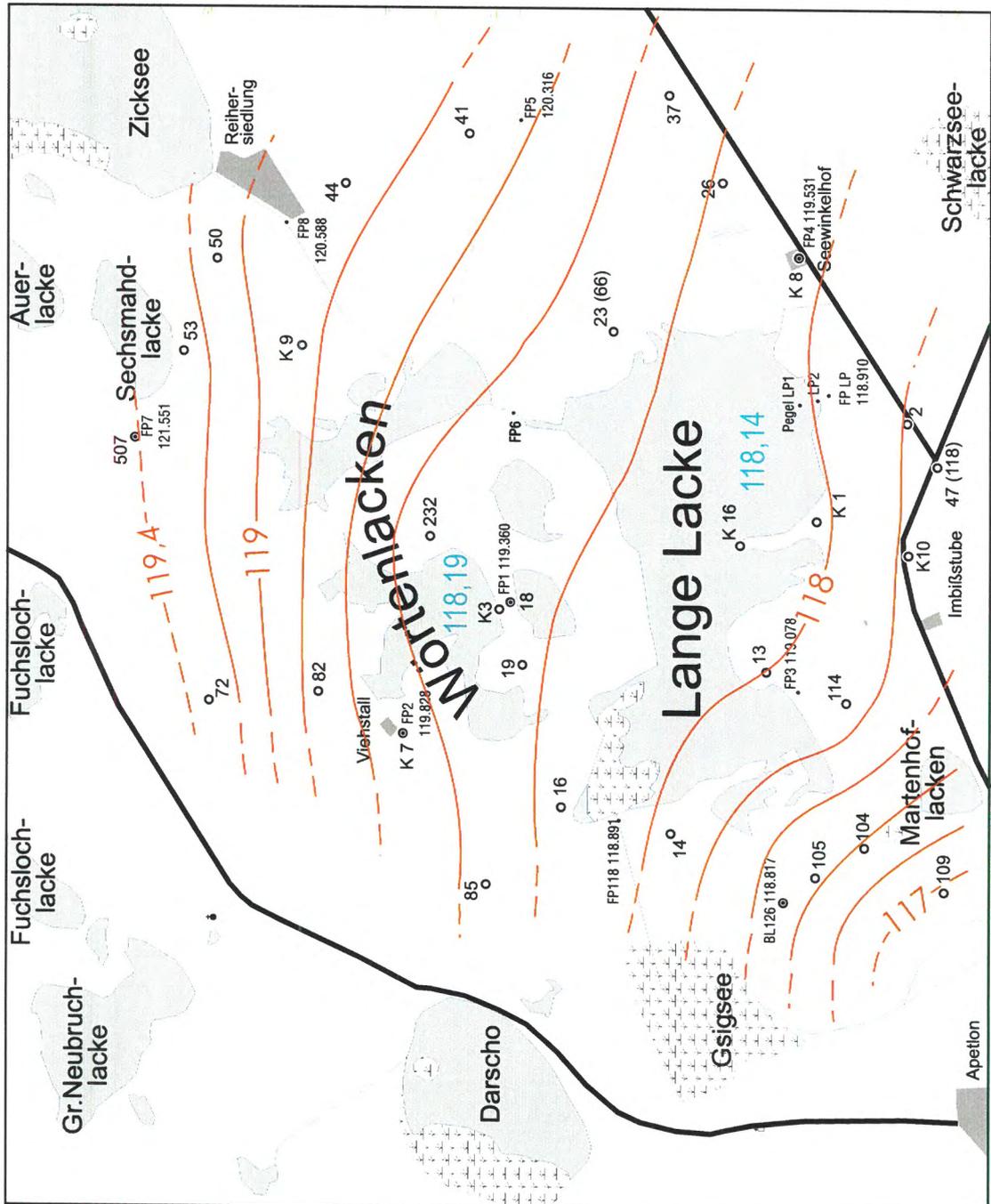
LEGENDE:

- Straße
- Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37 Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- ⊙ Lacke
- ⊙ Rohwuchs
- ⊙ Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



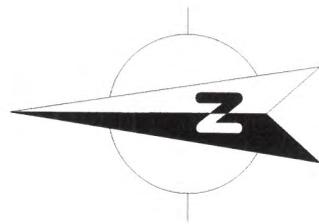
47°  
45' 16" östl. v. Greenwich

# Grundwasserspiegel 17.3.1997 [Höhe über NN]



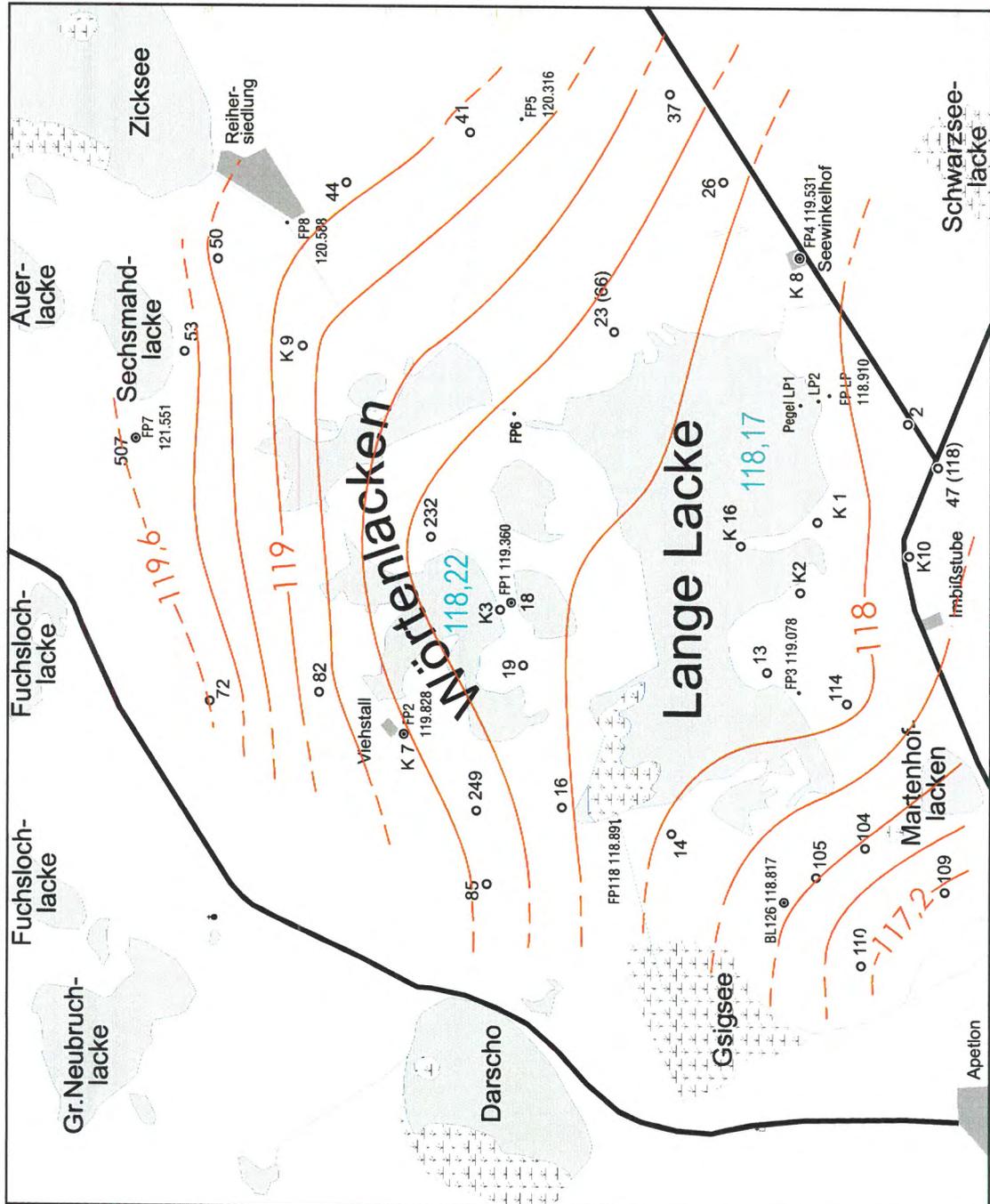
**LEGENDE:**

- Straße
- - - Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37 Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- Lacke
- Rohrwuchs
- Entwässerungskanal
- o 247 Brunnen/Pegel



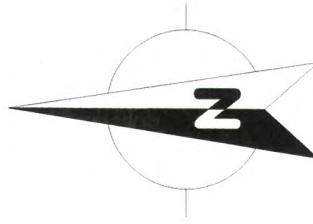
47°  
45' 16" östl. v. Greenwich

Grundwasserspiegel 17.4.1997 [Höhe über NN]



LEGENDE:

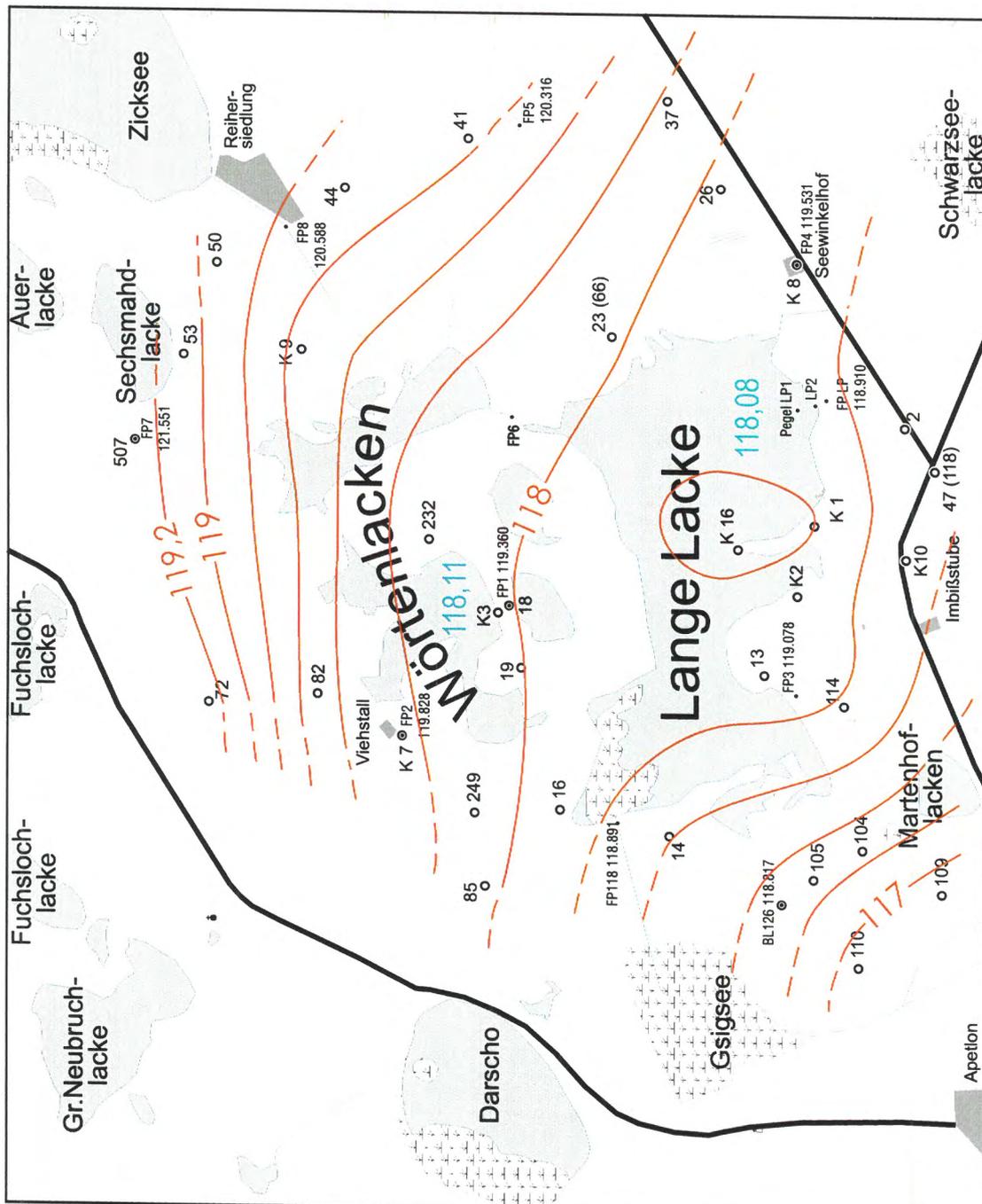
- Straße
- Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- Lackenwasserspiegel [Höhe über NN] 117,37
- Vermessungspunkt
- Lacke
- Rohrwuchs
- Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



1000 m

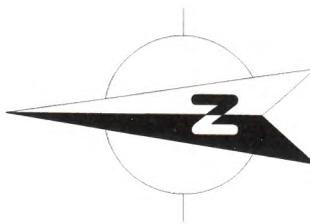
47°  
45' 16" 50' östl. v. Greenwich

Grundwasserspiegel 16.5.1997 [Höhe über NN]



LEGENDE:

- Straße
- Fahrweg, Fußweg
- Siedlung/Infrastruktur
- 117,37 Lackenwasserspiegel [Höhe über NN]
- Vermessungspunkt
- Lacke
- Rohrwuchs
- Entwässerungskanal
- 247 Brunnen/Pegel



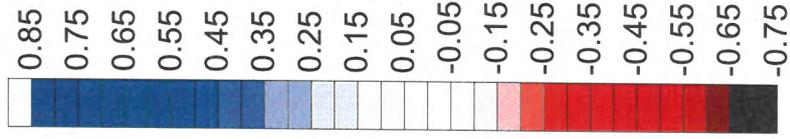
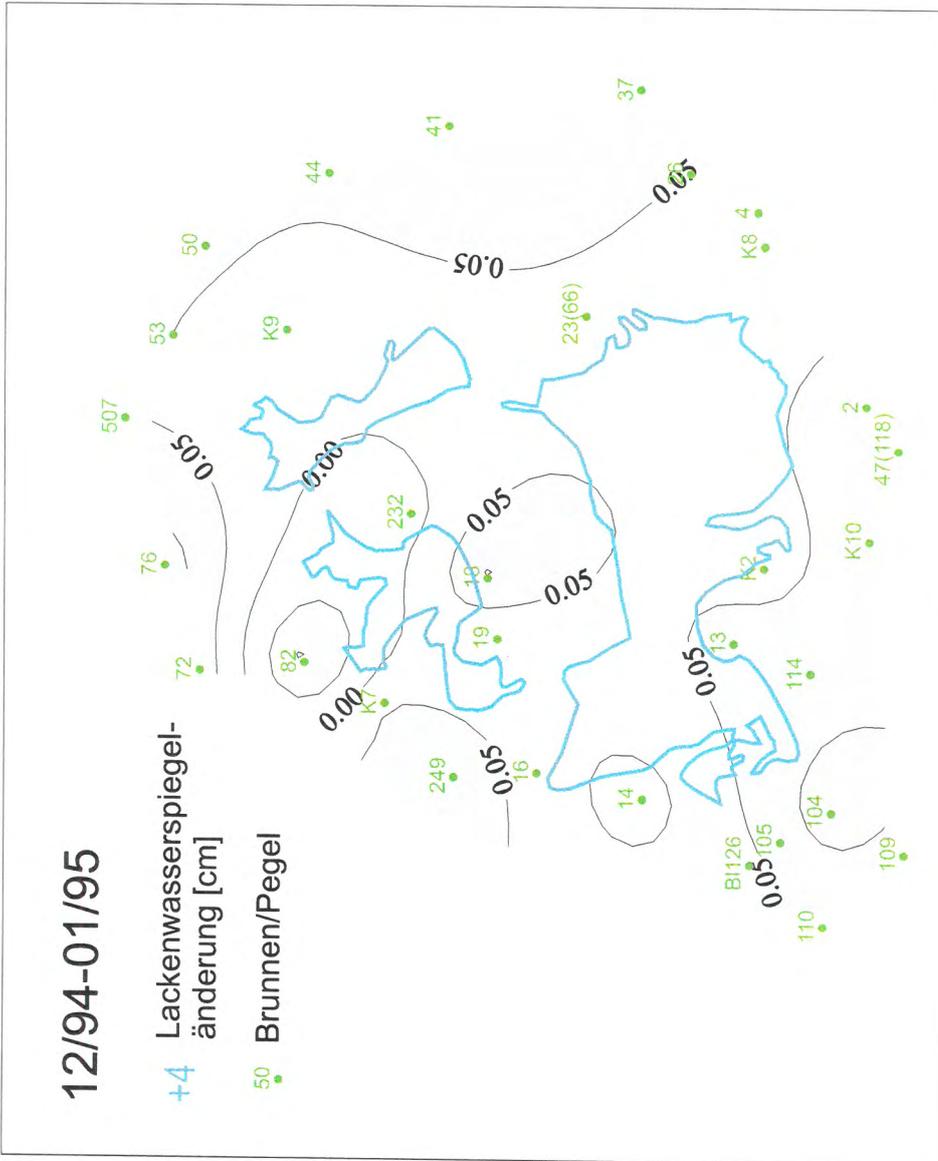
47°  
45' 16" östl. v. Greenwich

# Grundwasserspiegeländerung [m]

12/94-01/95

+4 Lackenwasserspiegel-  
änderung [cm]

50 Brunnen/Pegel



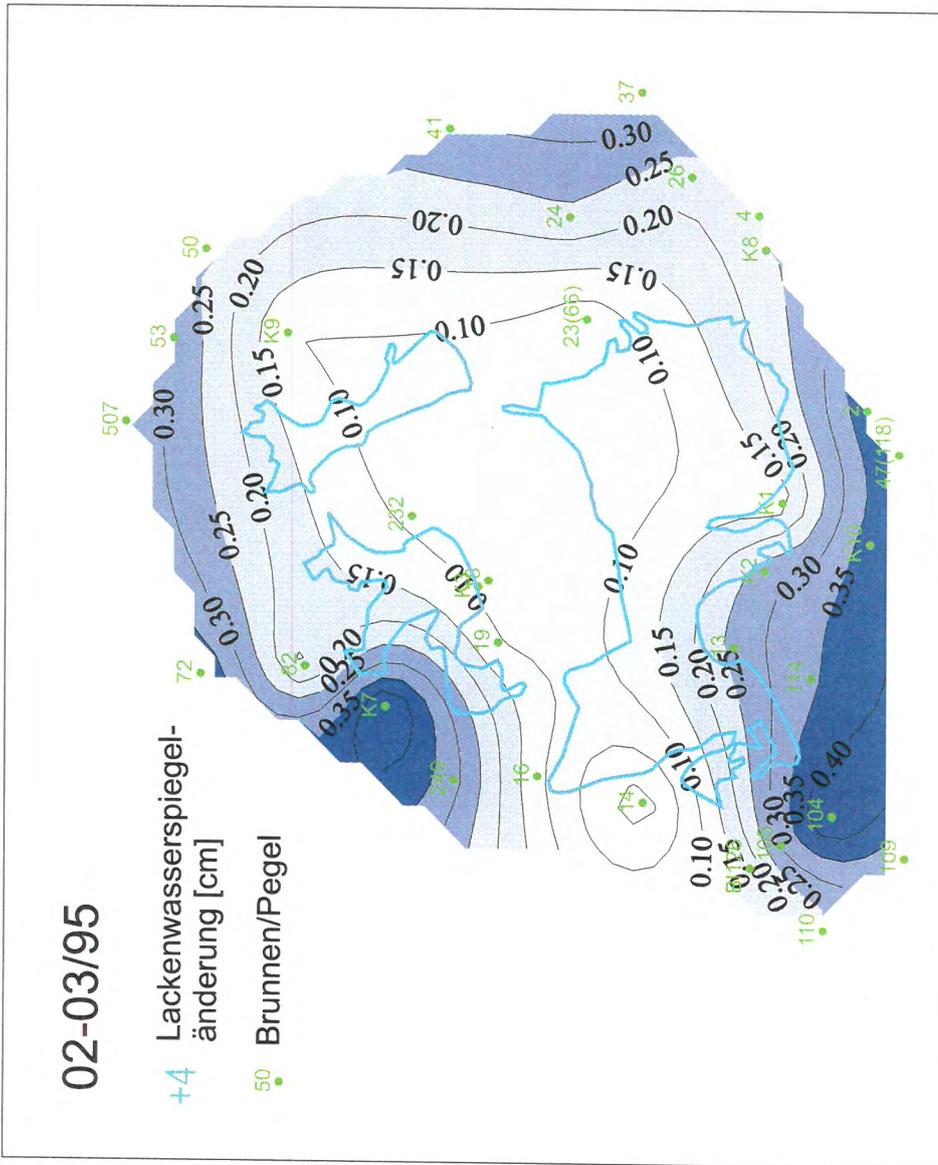
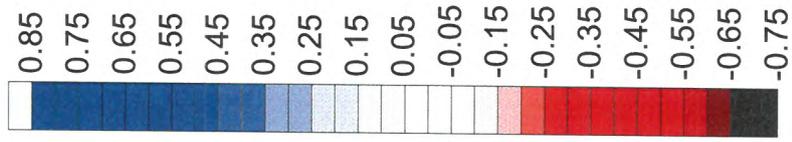


# Grundwasserspiegeländerung [m]

02-03/95

+4 Lackenwasserspiegel-  
änderung [cm]

50 Brunnen/Pegel

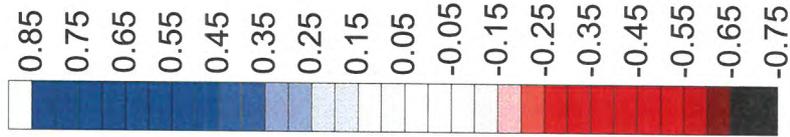
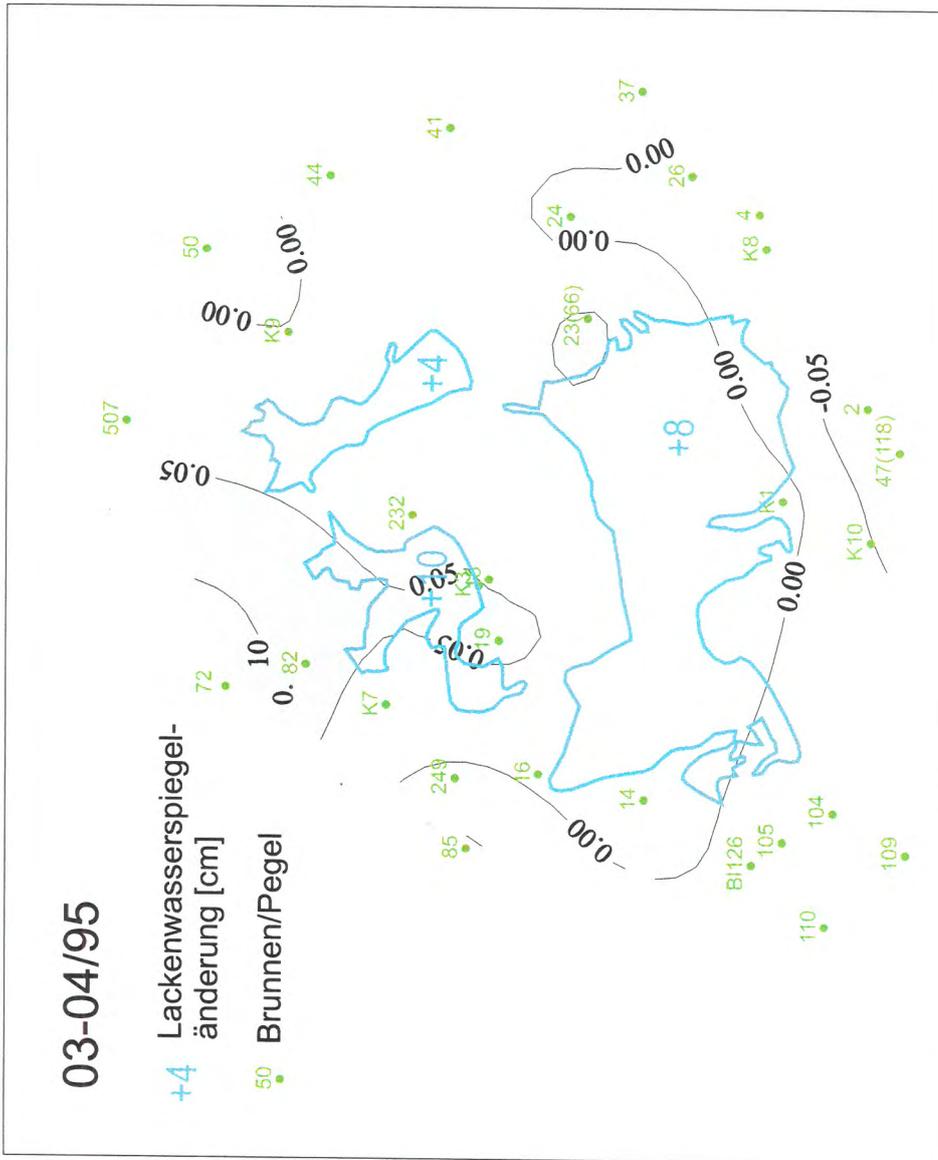


# Grundwasserspiegeländerung [m]

03-04/95

+4 Lackenwasserspiegel-  
änderung [cm]

50 Brunnen/Pegel

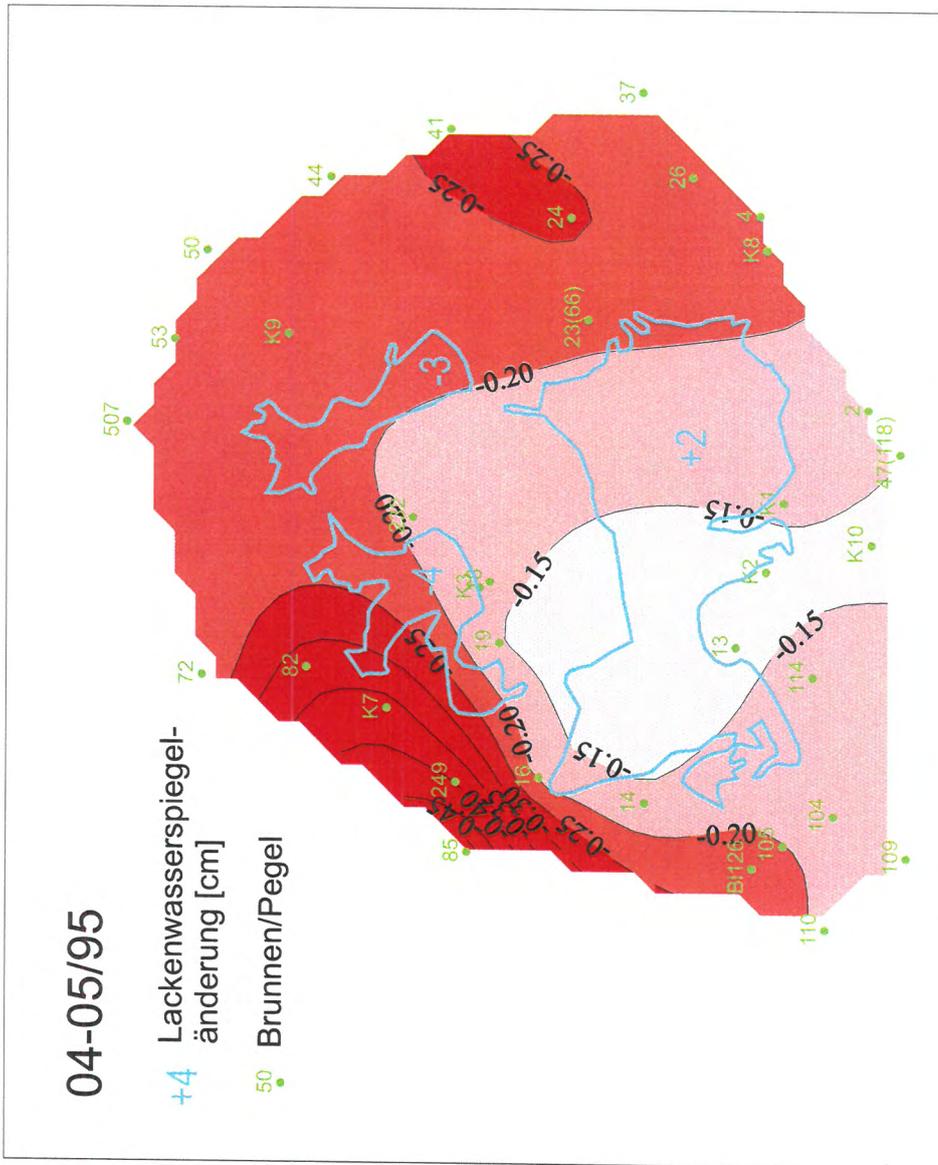
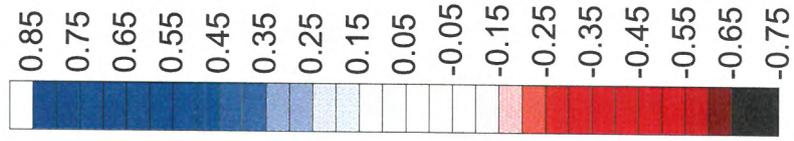


# Grundwasserspiegeländerung [m]

04-05/95

+4 Lackenwasserspiegel-  
änderung [cm]

50 Brunnen/Pegel





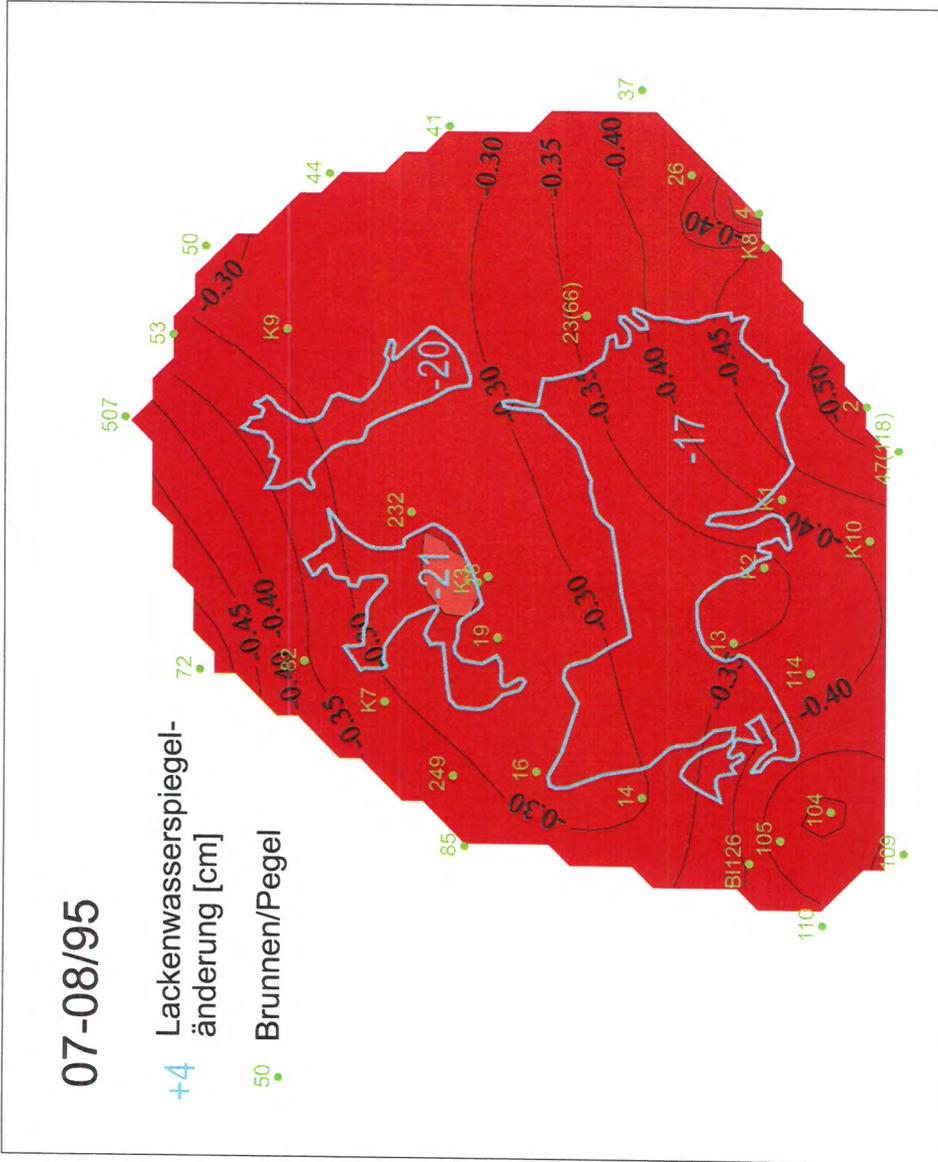
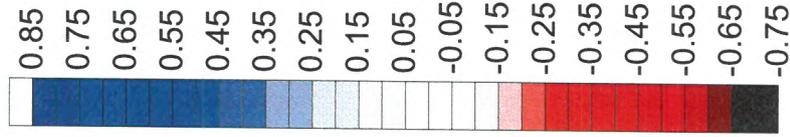


# Grundwasserspiegeländerung [m]

07-08/95

+4 Lackenwasserspiegel-  
änderung [cm]

50 Brunnen/Pegel





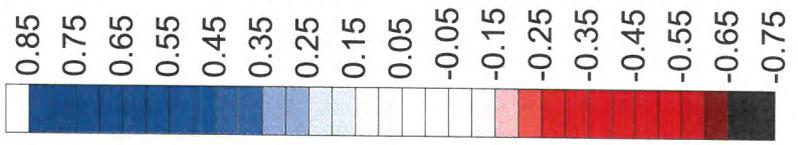
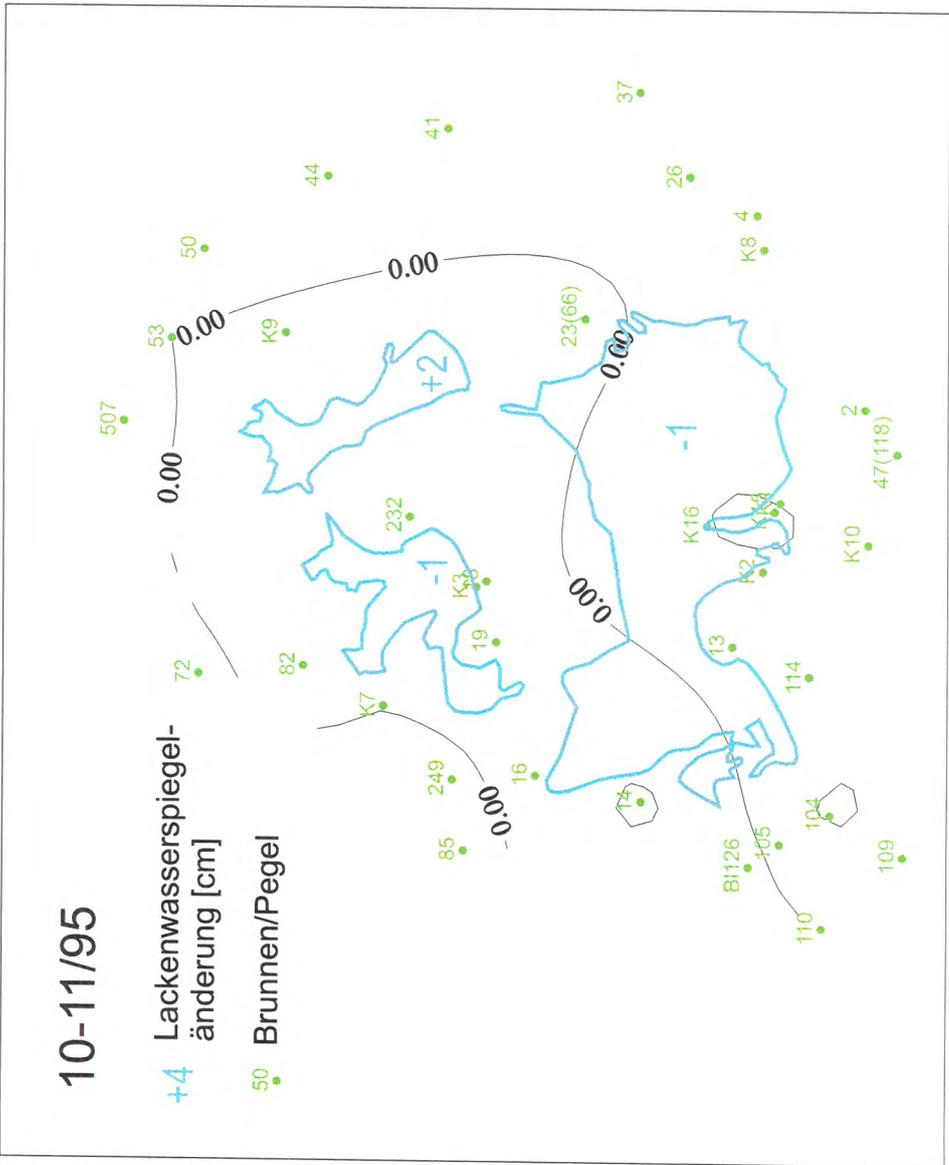


# Grundwasserspiegeländerung [m]

10-11/95

+4 Lackenwasserspiegel-  
änderung [cm]

50 Brunnen/Pegel

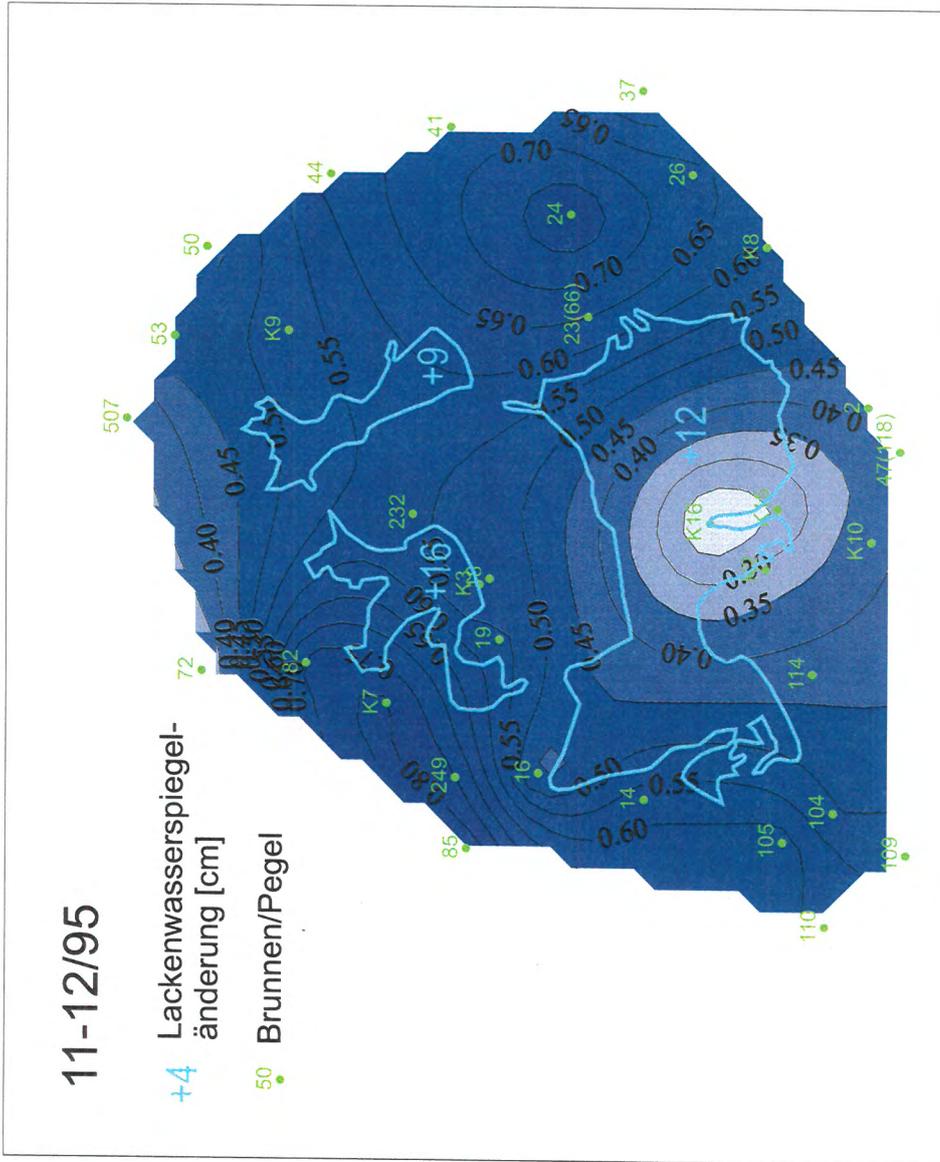
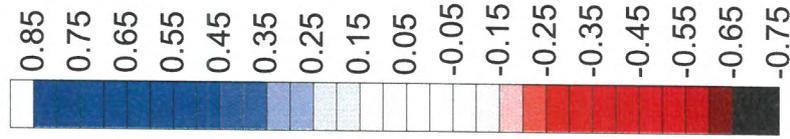


# Grundwasserspiegeländerung [m]

11-12/95

+4 Lackenwasserspiegel-  
änderung [cm]

50 Brunnen/Pegel

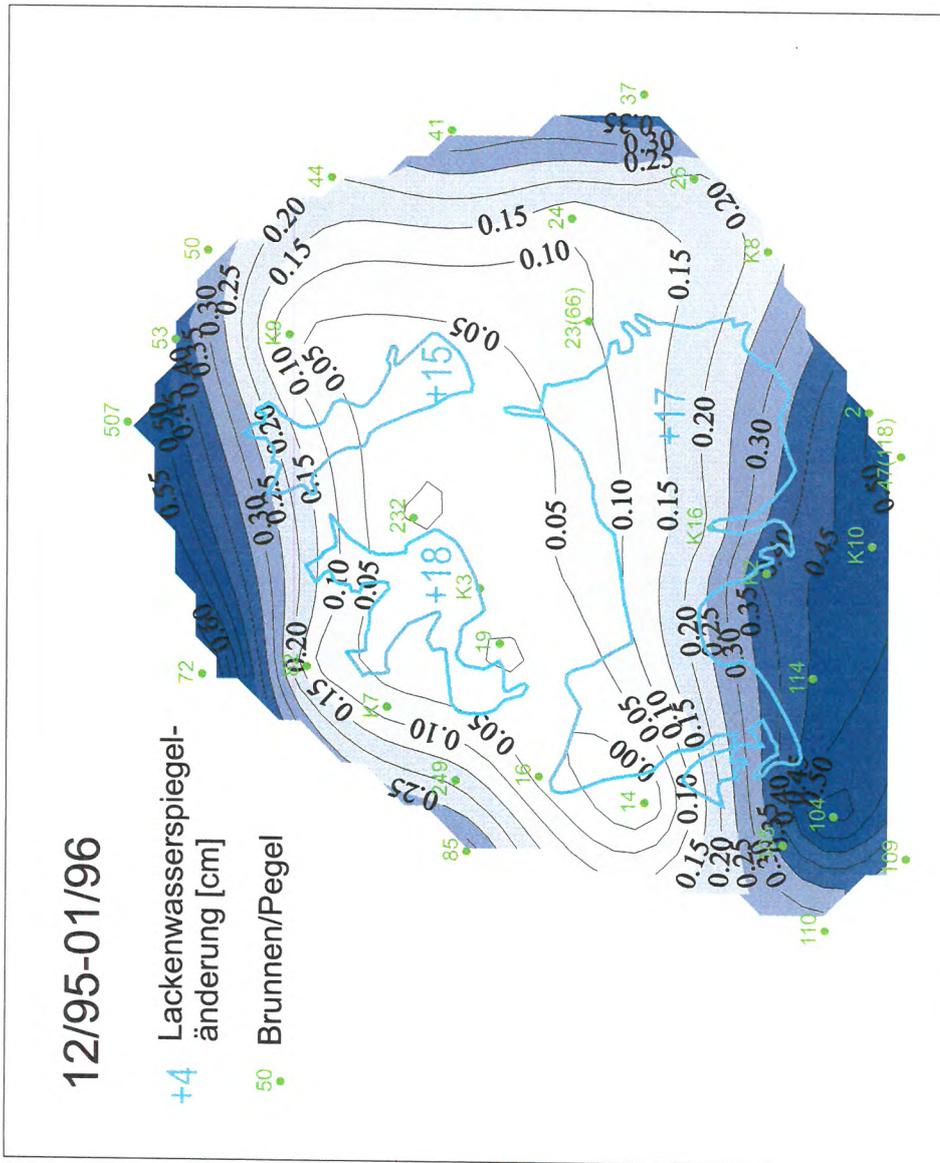
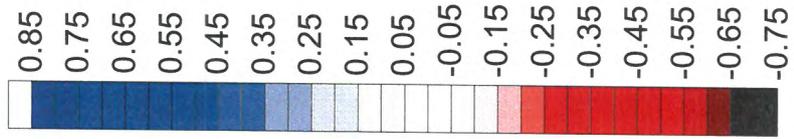


# Grundwasserspiegeländerung [m]

12/95-01/96

+4 Lackenwasserspiegel-  
änderung [cm]

50 Brunnen/Pegel

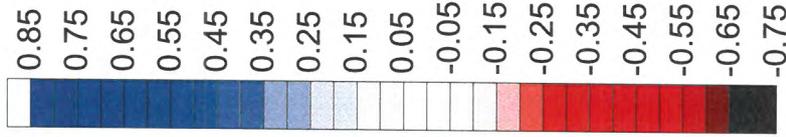
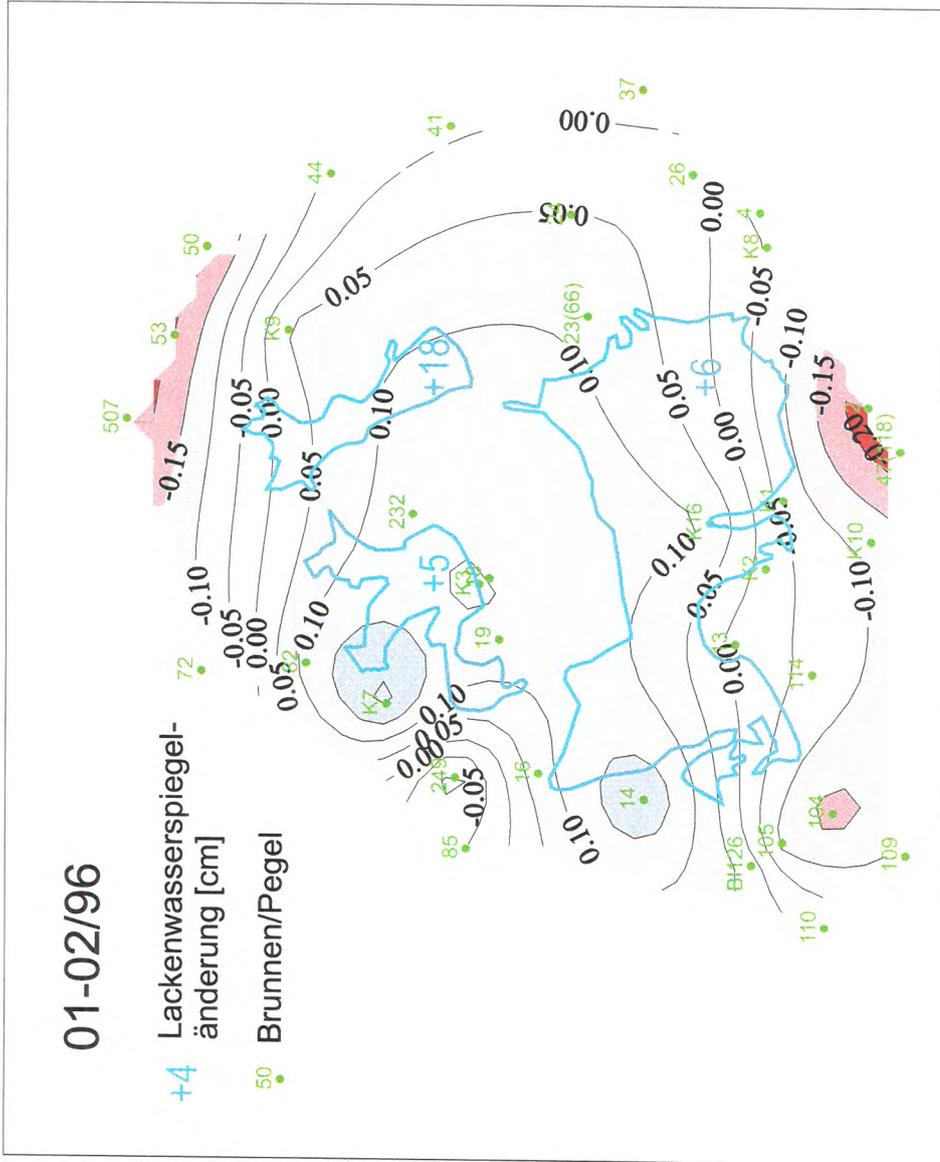


# Grundwasserspiegeländerung [m]

01-02/96

+4 Lackenwasserspiegel-  
änderung [cm]

50 Brunnen/Pegel

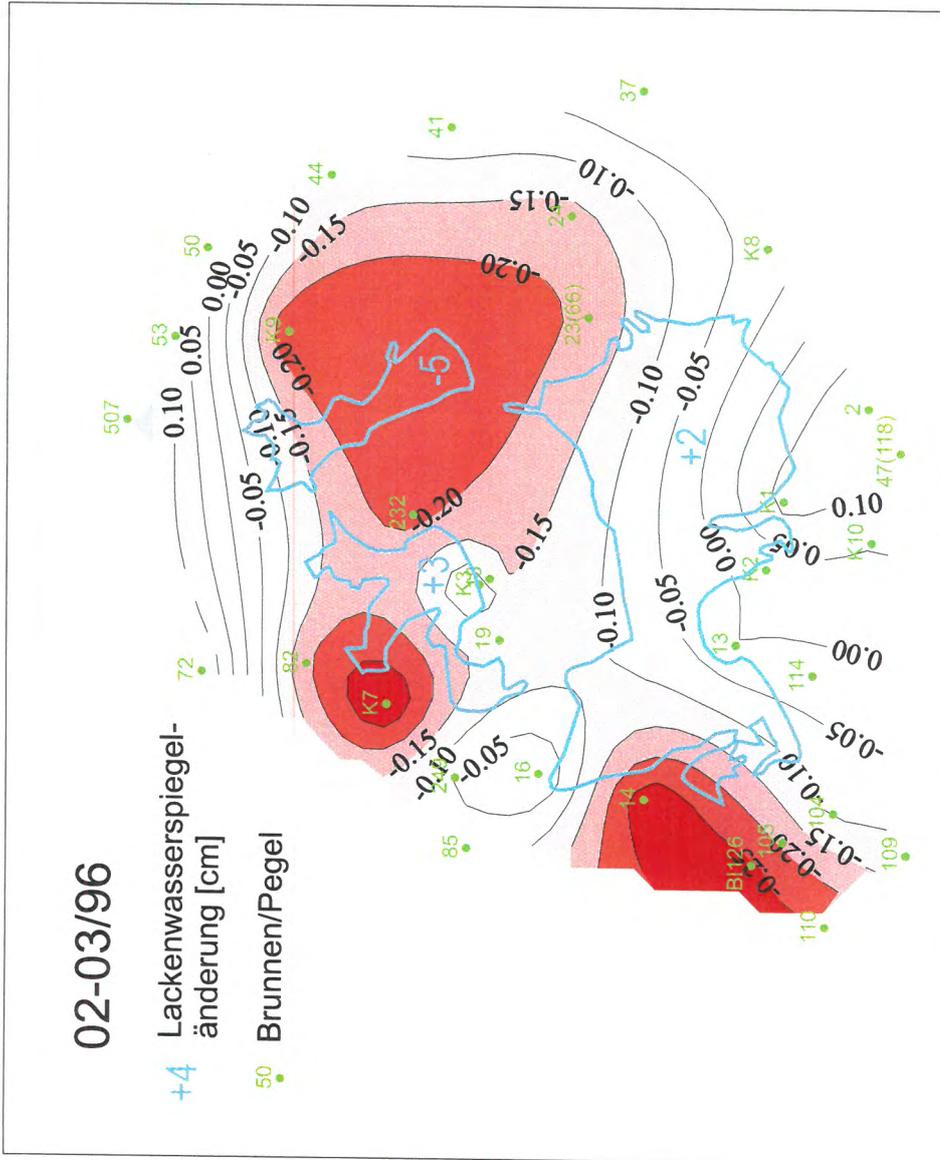
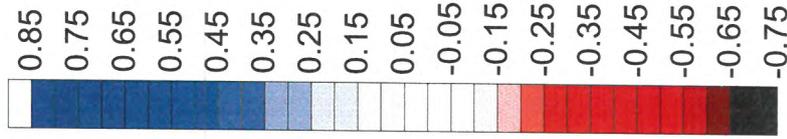


# Grundwasserspiegeländerung [m]

02-03/96

+4 Lackenwasserspiegel-  
änderung [cm]

50 Brunnen/Pegel



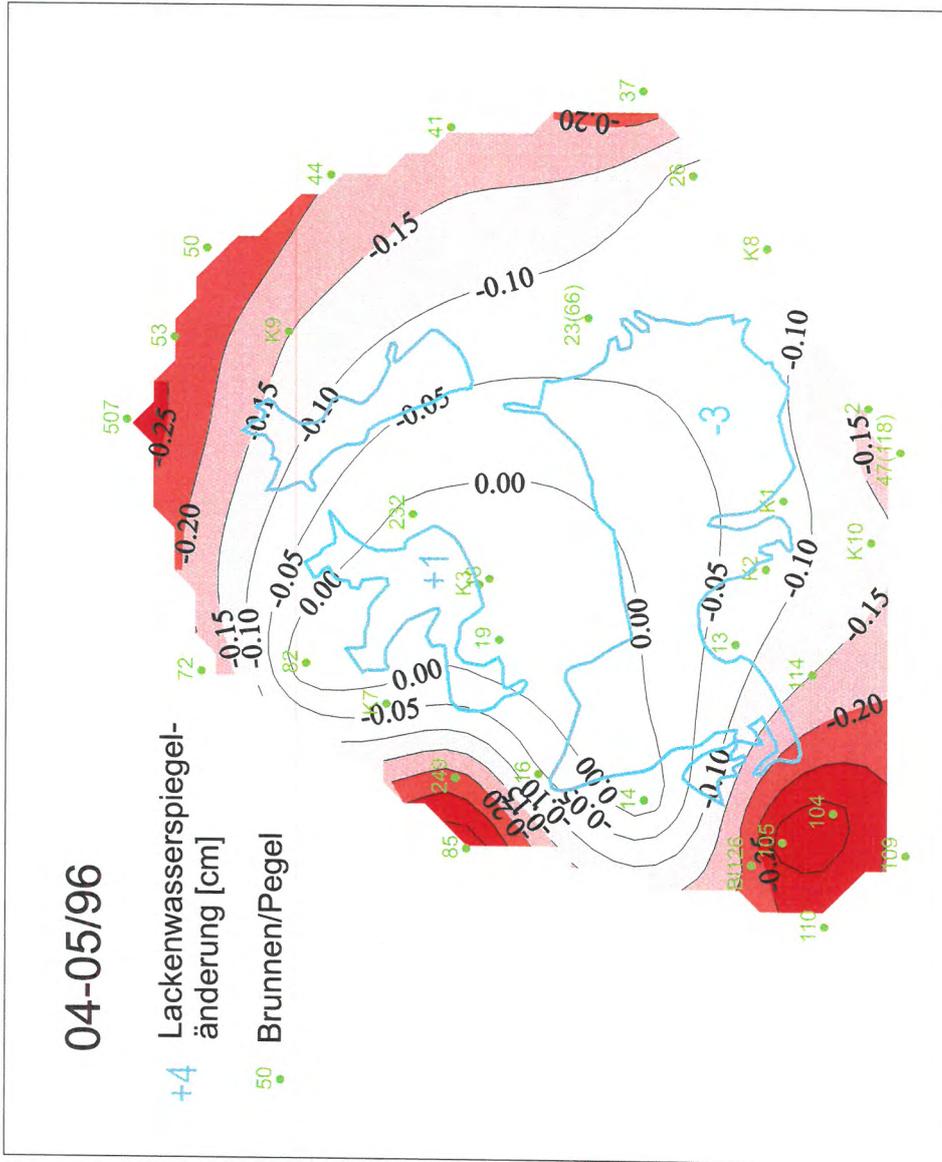
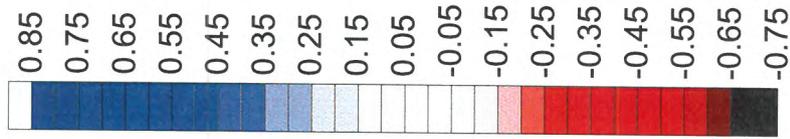


# Grundwasserspiegeländerung [m]

04-05/96

+4 Lackenwasserspiegel-  
änderung [cm]

50 Brunnen/Pegel







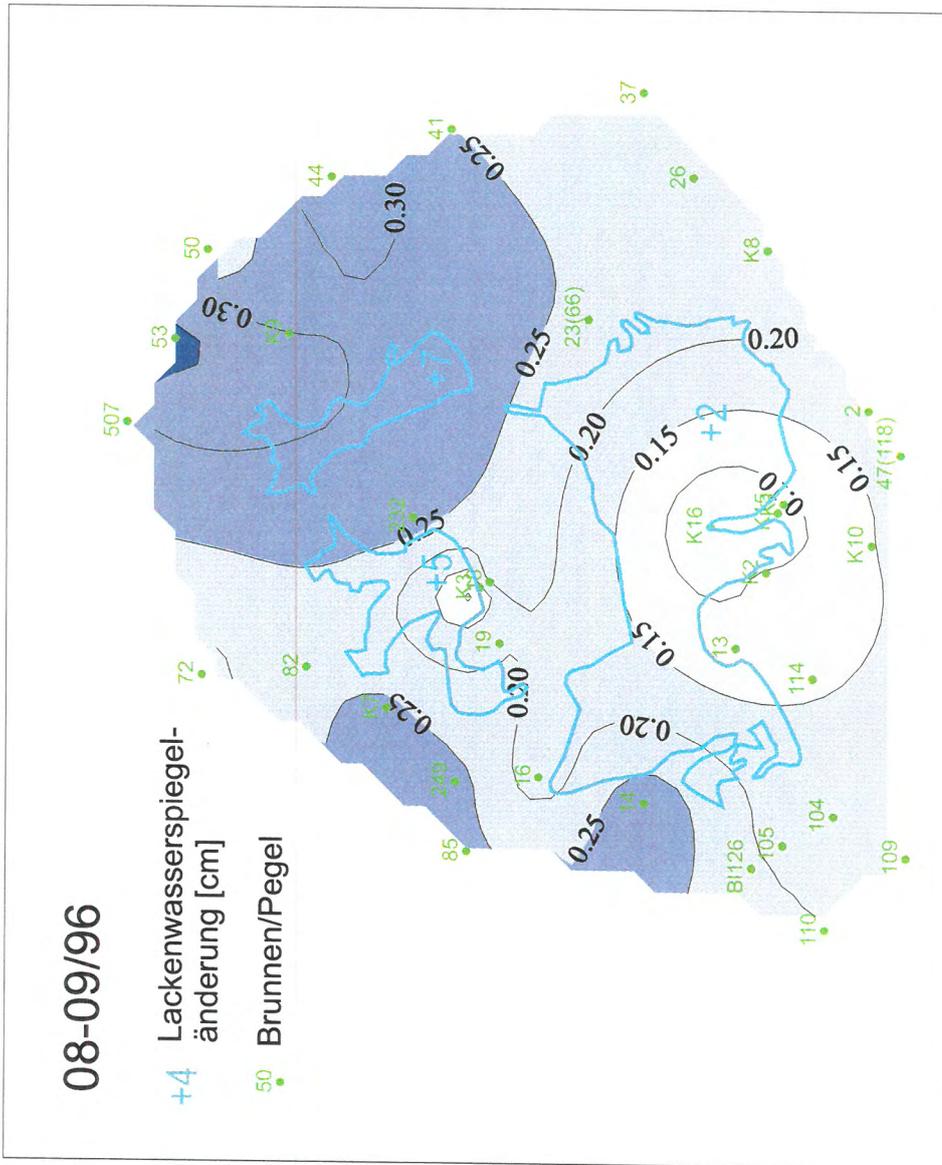
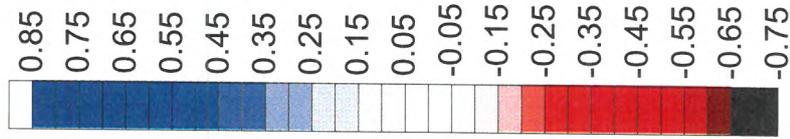


# Grundwasserspiegeländerung [m]

08-09/96

+4 Lackenwasserspiegel-  
änderung [cm]

50 Brunnen/Pegel

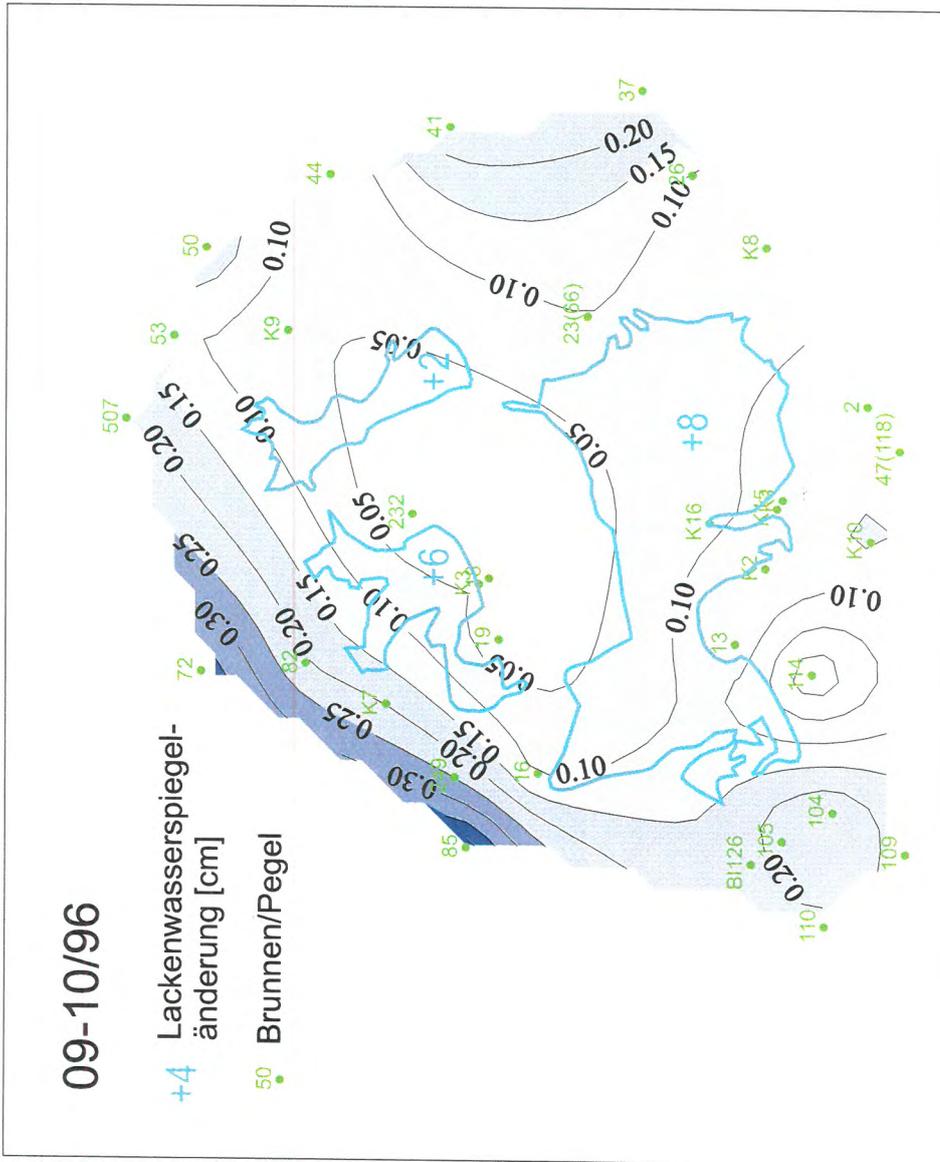
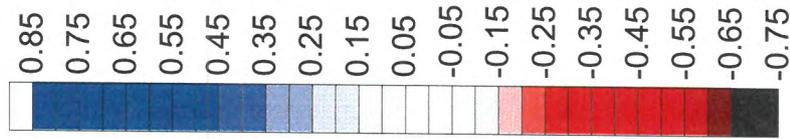


# Grundwasserspiegeländerung [m]

09-10/96

+4 Lackenwasserspiegel-  
änderung [cm]

50 Brunnen/Pegel

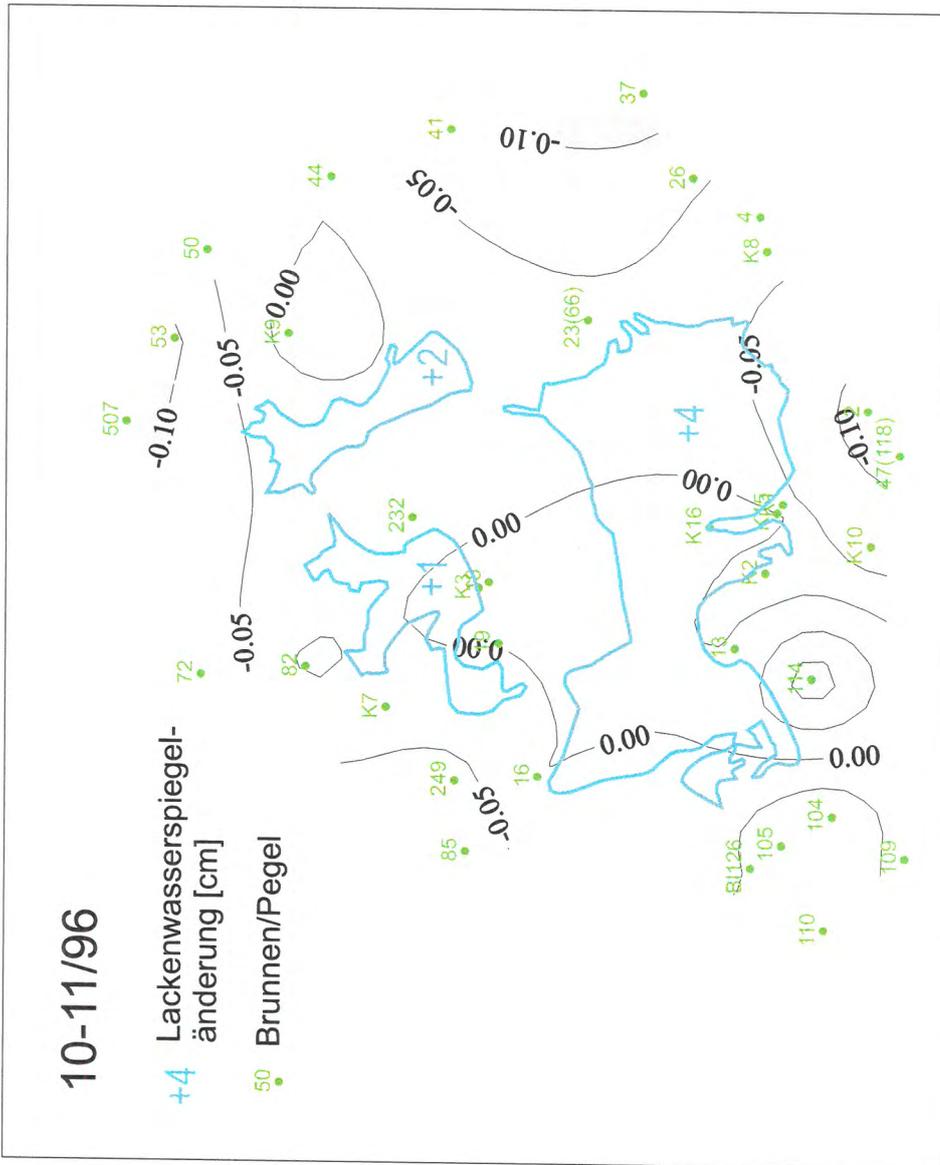
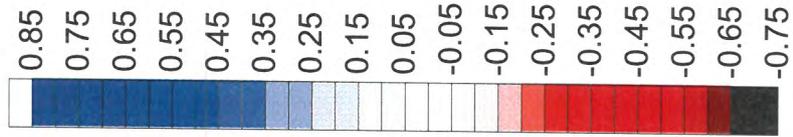


# Grundwasserspiegeländerung [m]

10-11/96

+4 Lackenwasserspiegel-  
änderung [cm]

50 Brunnen/Pegel





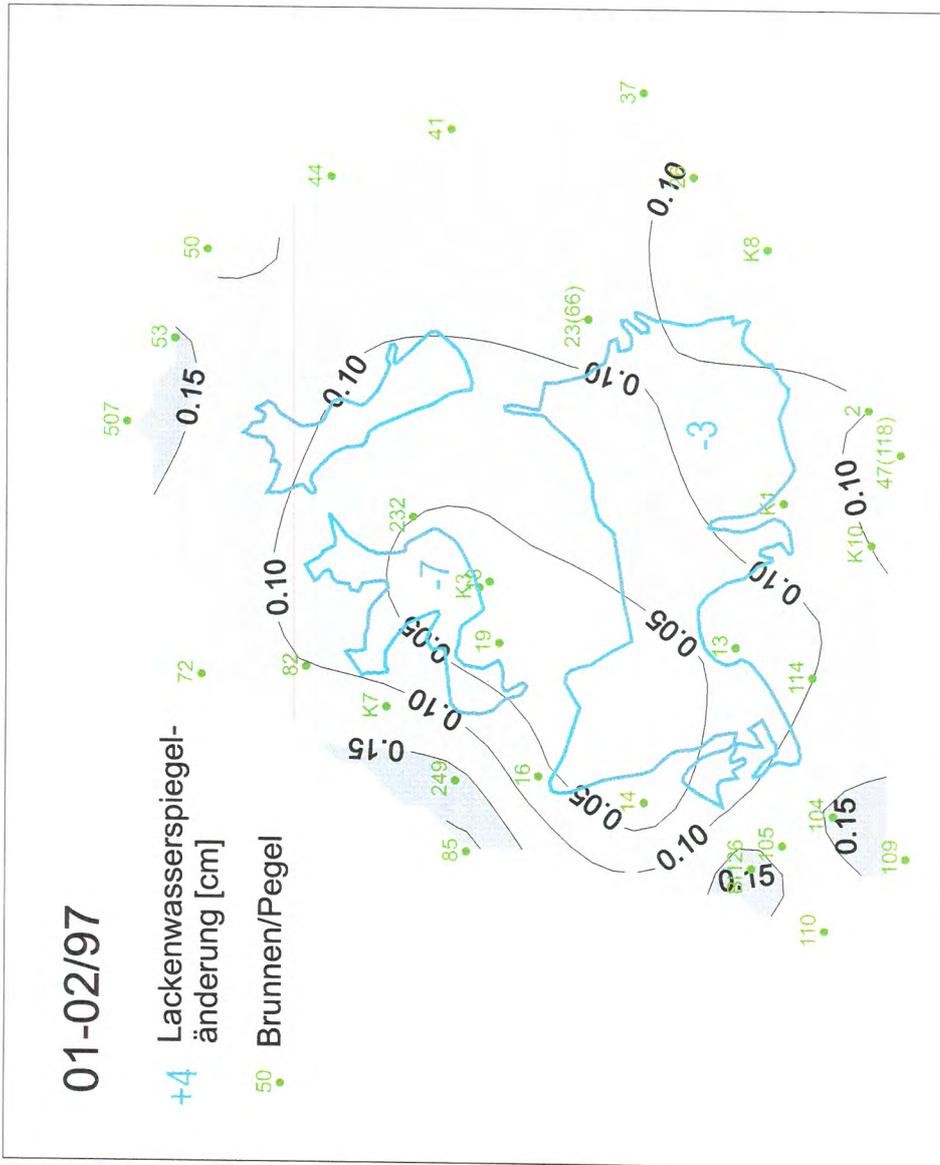
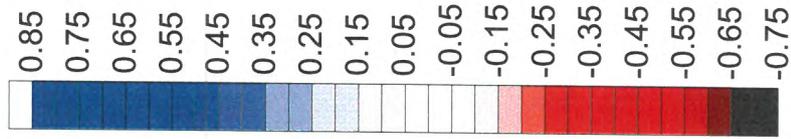


# Grundwasserspiegeländerung [m]

01-02/97

+4 Lackenwasserspiegel-  
änderung [cm]

50 Brunnen/Pegel

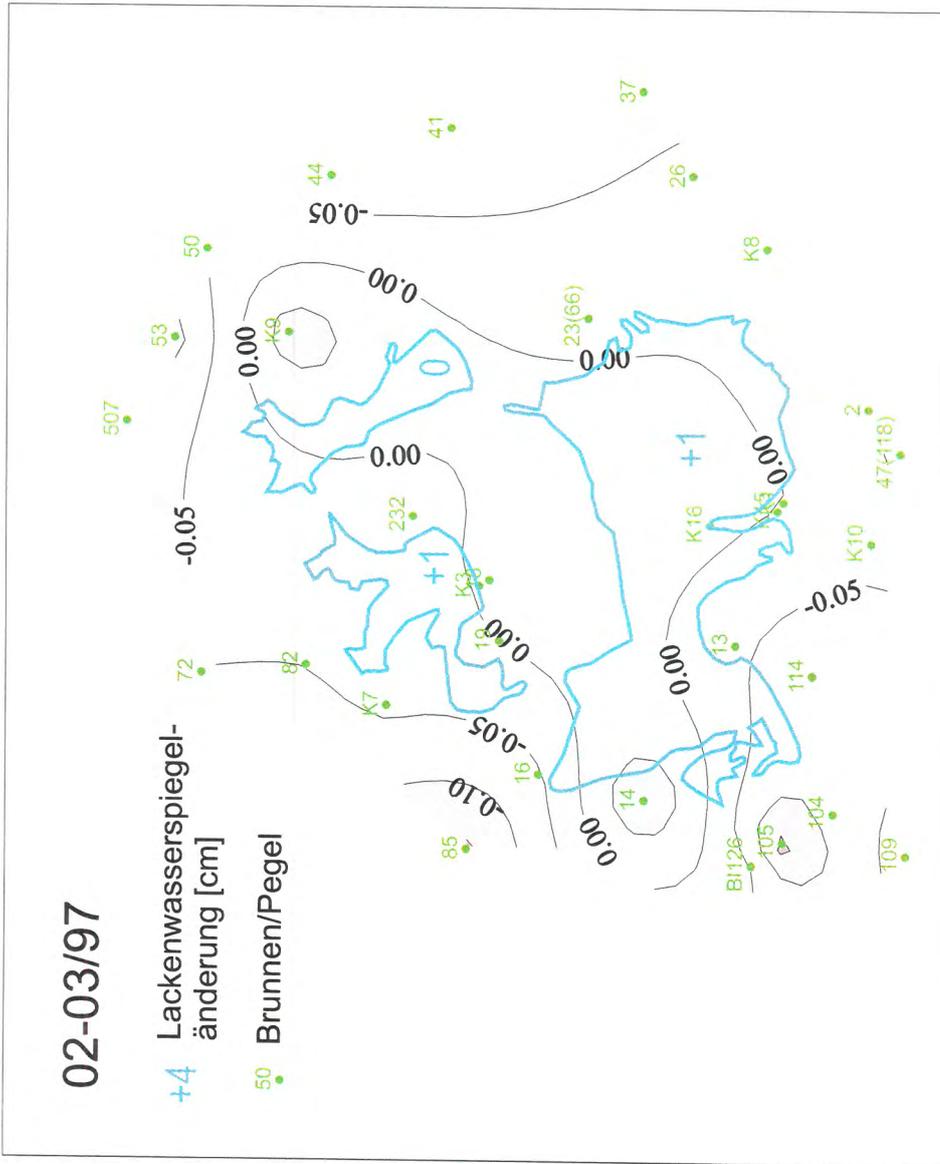
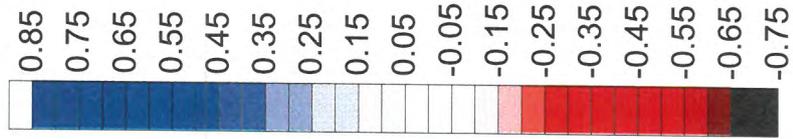


# Grundwasserspiegeländerung [m]

02-03/97

+4 Lackenwasserspiegel-  
änderung [cm]

50 Brunnen/Pegel



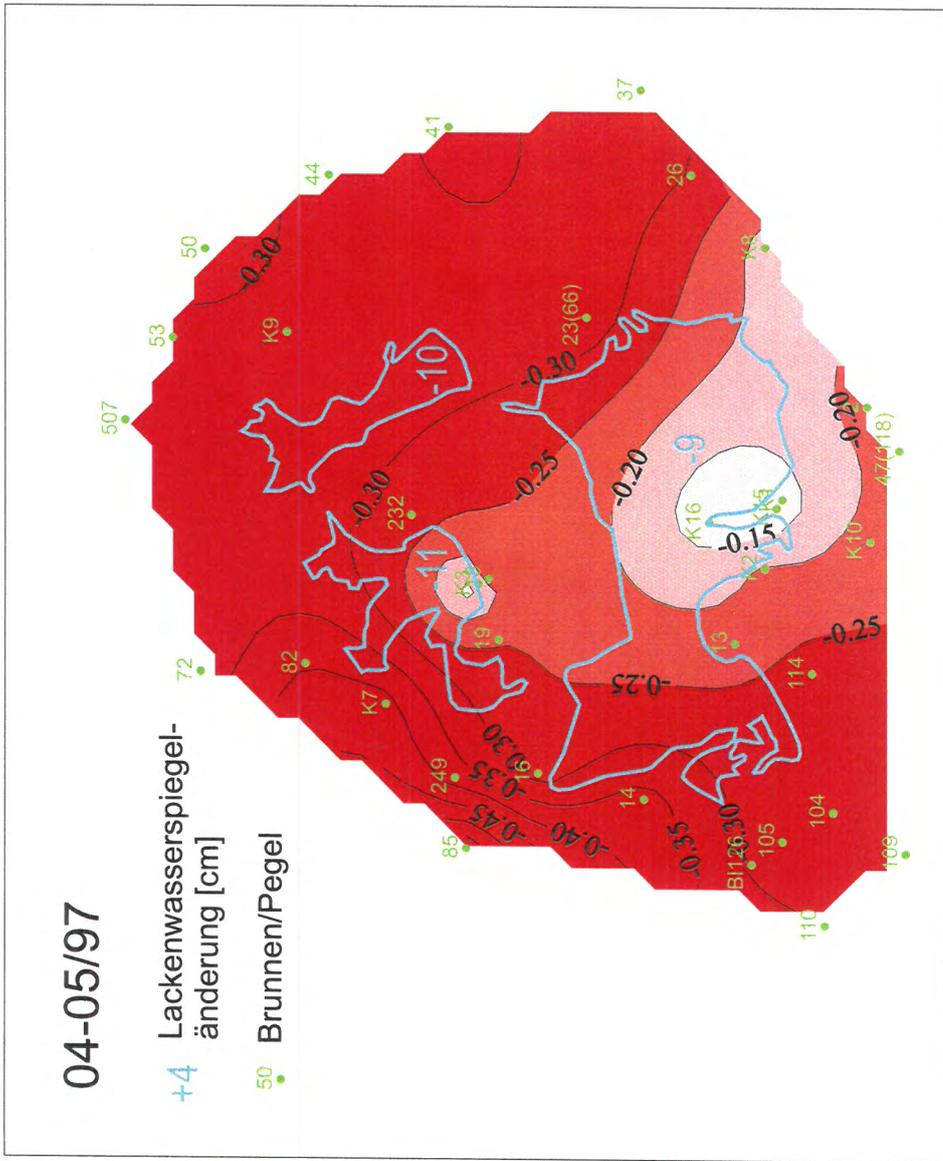
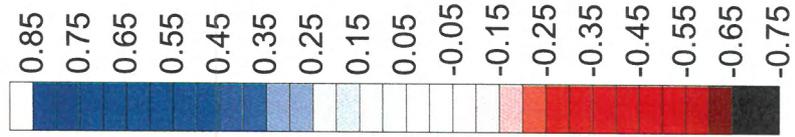


# Grundwasserspiegeländerung [m]

04-05/97

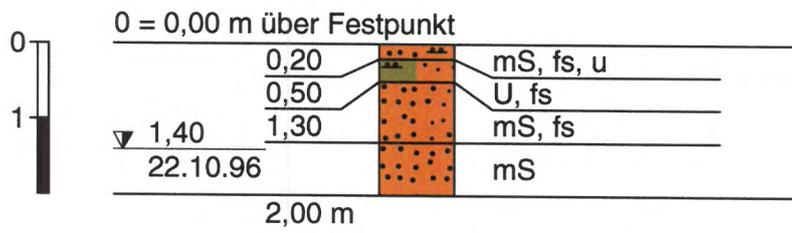
+4 Lackenwasserspiegel-  
änderung [cm]

50 Brunnen/Pegel





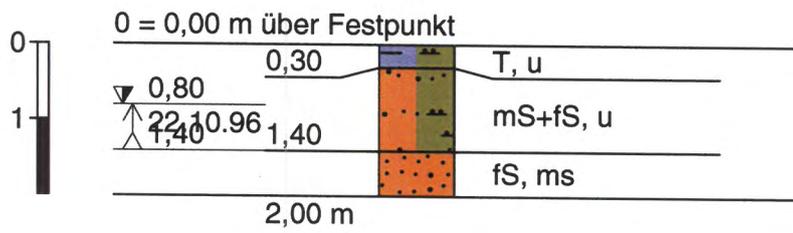
**LL 1**



**Höhenmaßstab 1:100**



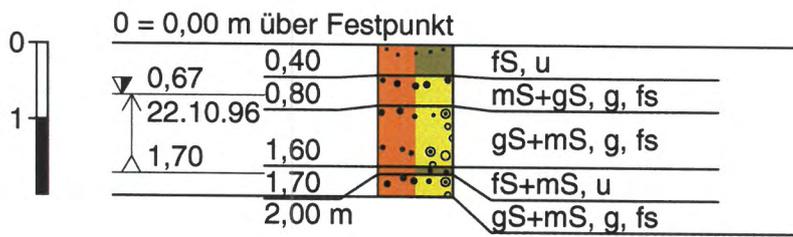
### LL 2



**Höhenmaßstab 1:100**



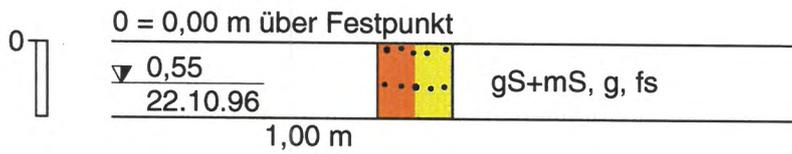
### LL 3



**Höhenmaßstab 1:100**



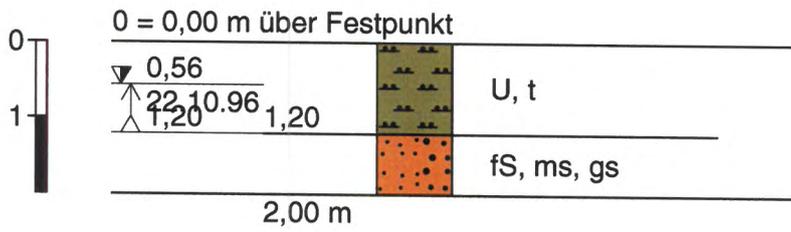
**LL 4**



**Höhenmaßstab 1:100**



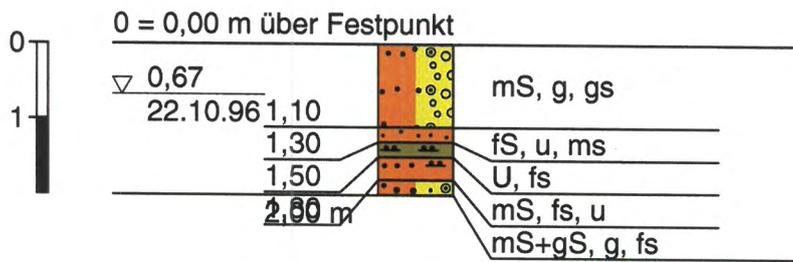
### LL 5



**Höhenmaßstab 1:100**



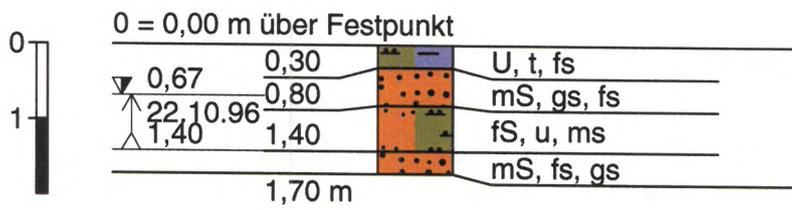
### LL 6



**Höhenmaßstab 1:100**



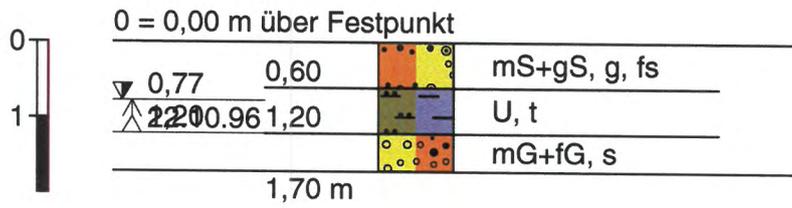
### LL 7



**Höhenmaßstab 1:100**



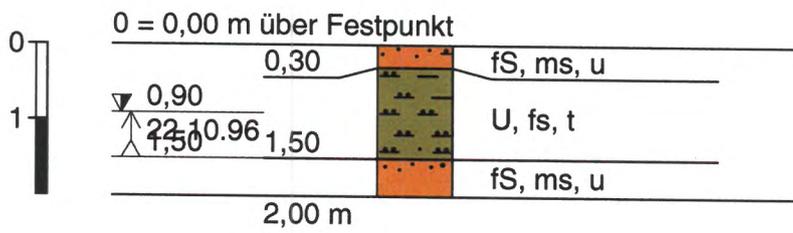
**LL 8**



**Höhenmaßstab 1:100**



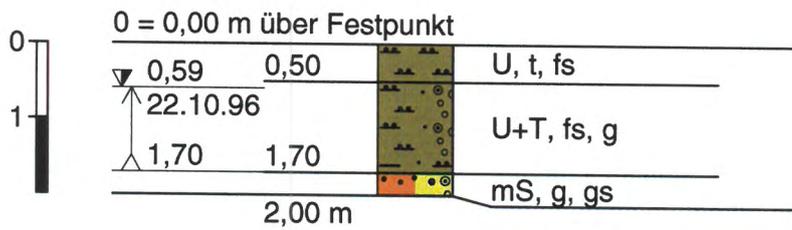
**LL 9**



**Höhenmaßstab 1:100**



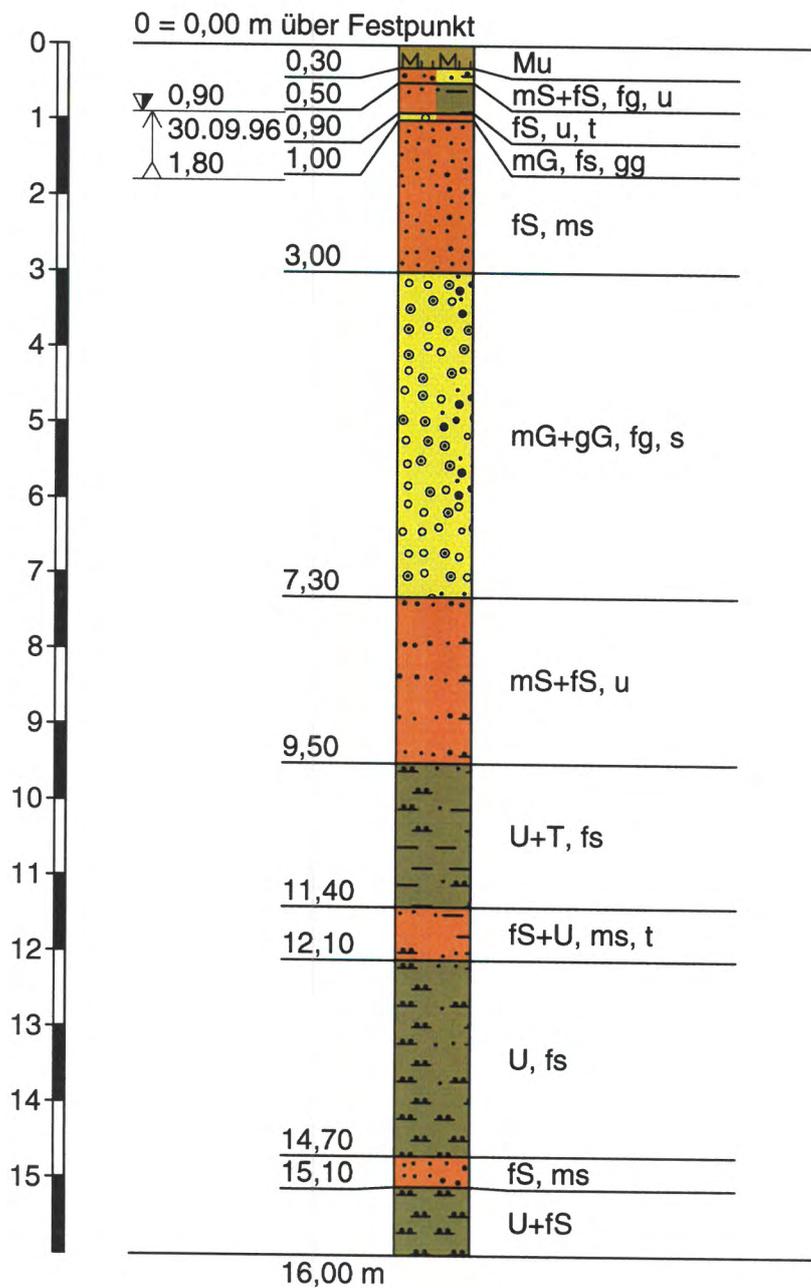
### LL 10



**Höhenmaßstab 1:100**



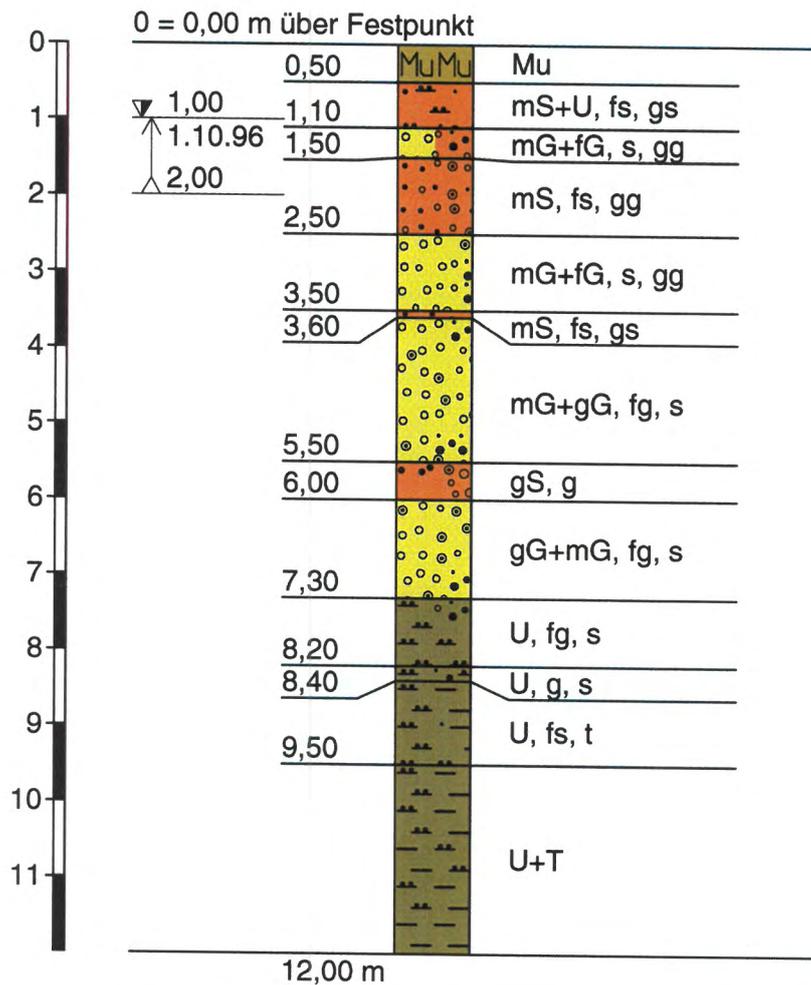
### LL 11



**Höhenmaßstab 1:100**



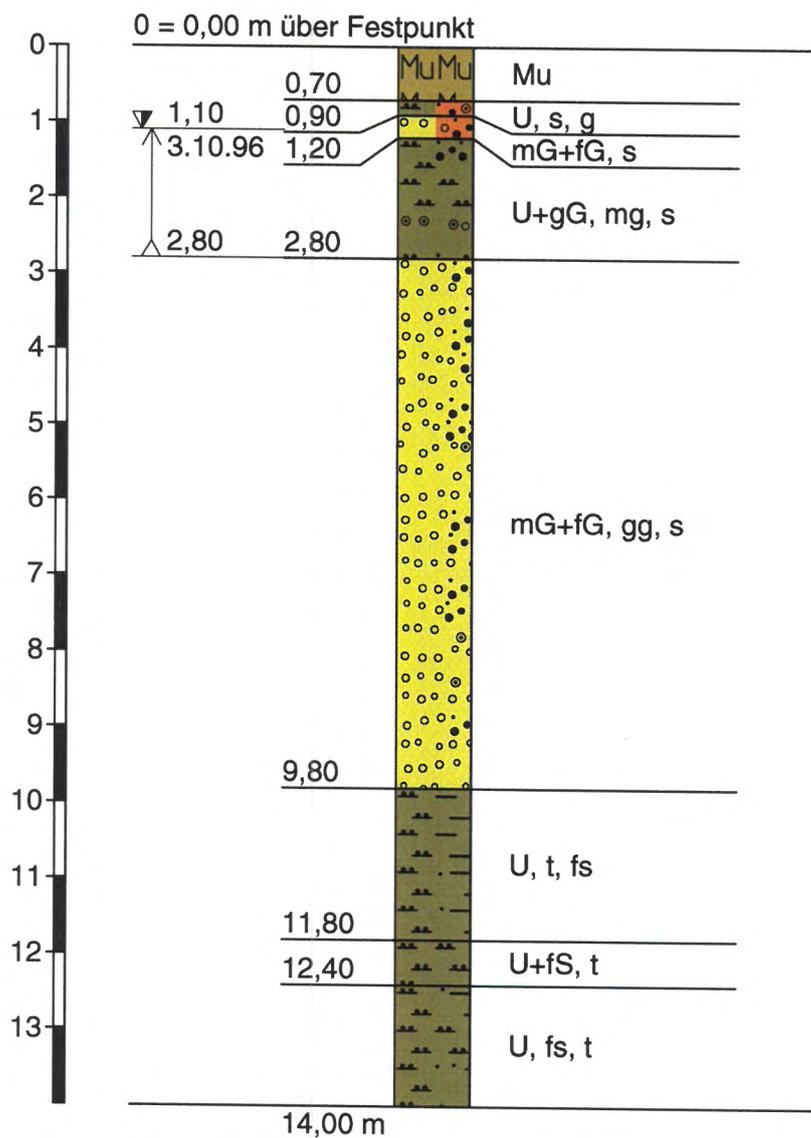
### LL 12



**Höhenmaßstab 1:100**



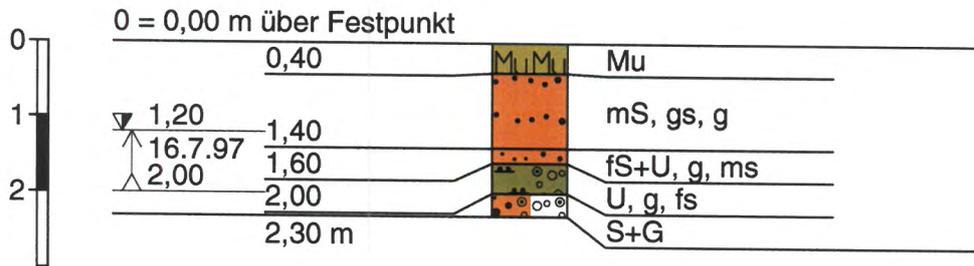
### LL 13



**Höhenmaßstab 1:100**



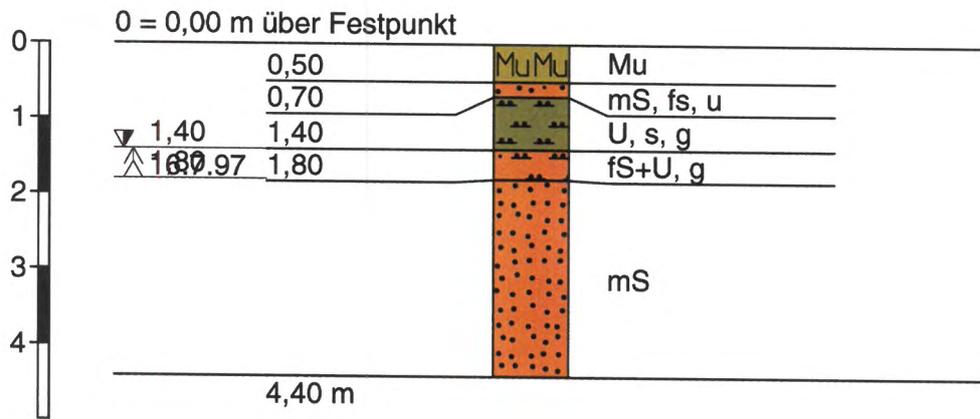
### LL14



**Höhenmaßstab 1:100**



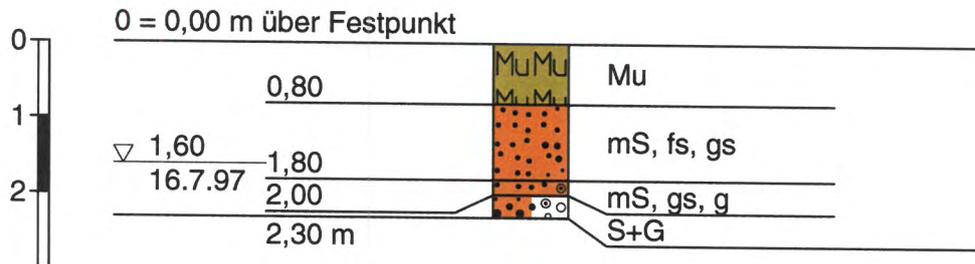
### LL15



**Höhenmaßstab 1:100**



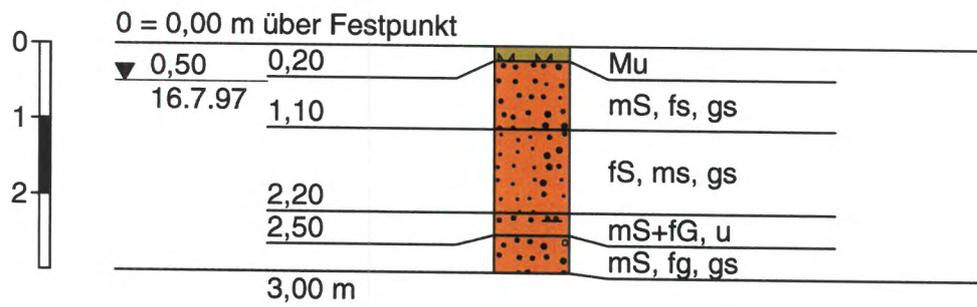
### LL16



**Höhenmaßstab 1:100**



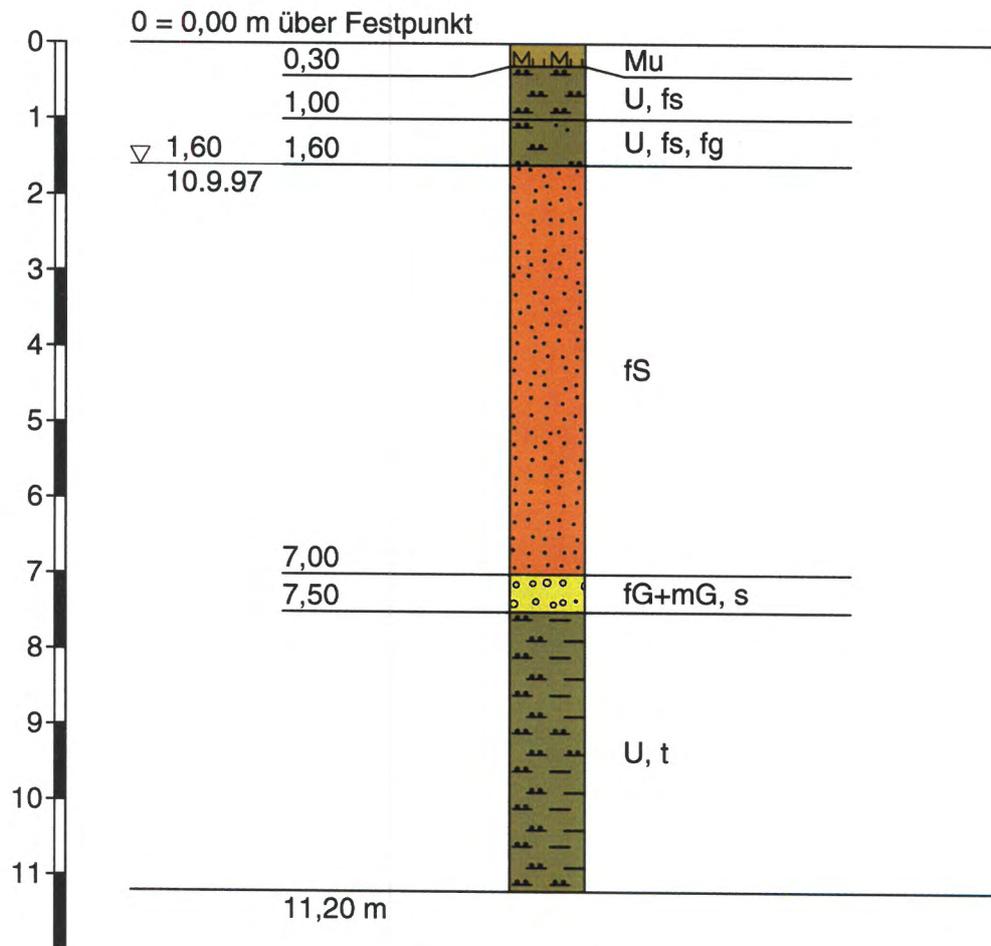
### LL17



**Höhenmaßstab 1:100**



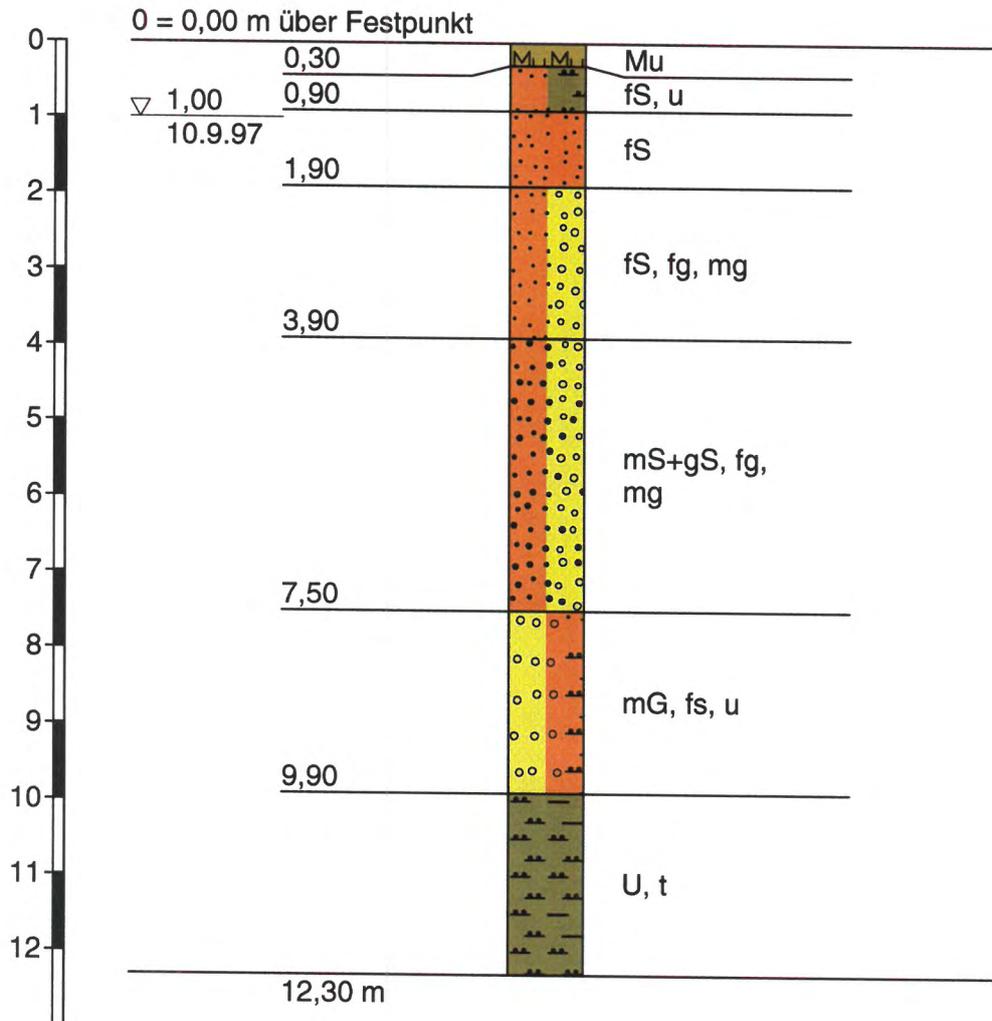
**LL18**



**Höhenmaßstab 1:100**



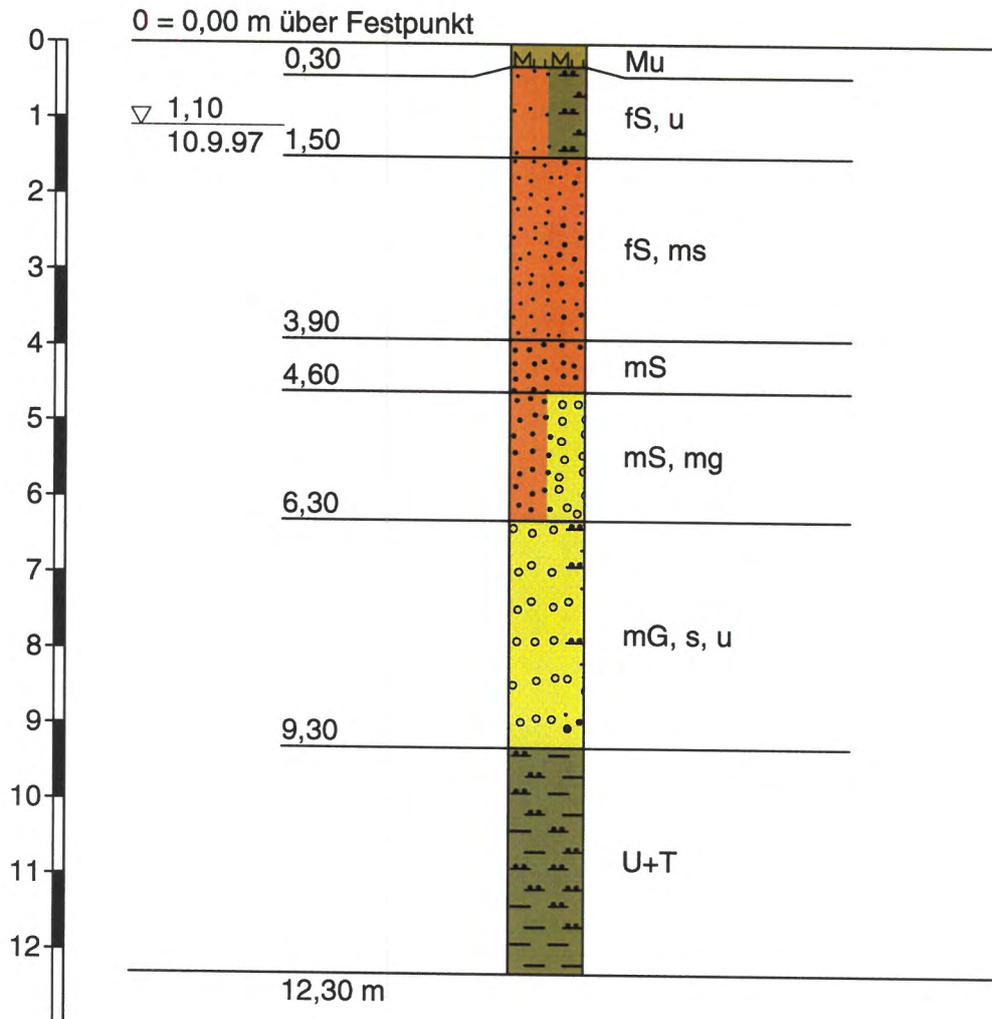
### LL19



**Höhenmaßstab 1:100**



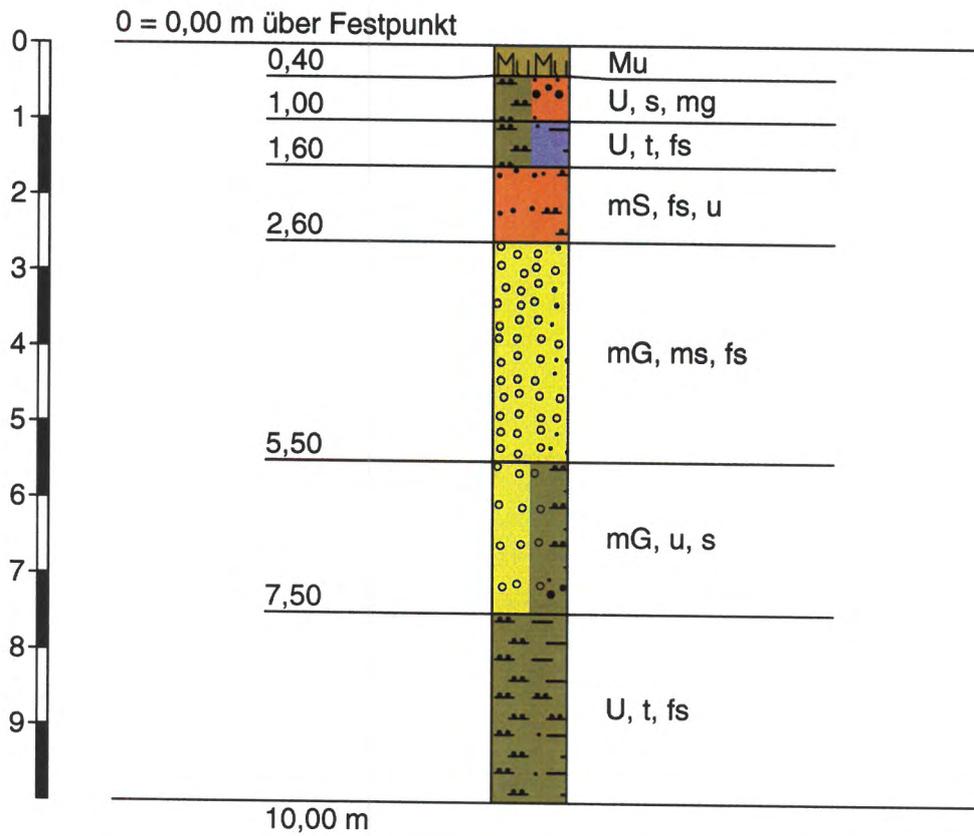
**LL20**



**Höhenmaßstab 1:100**



### LL21

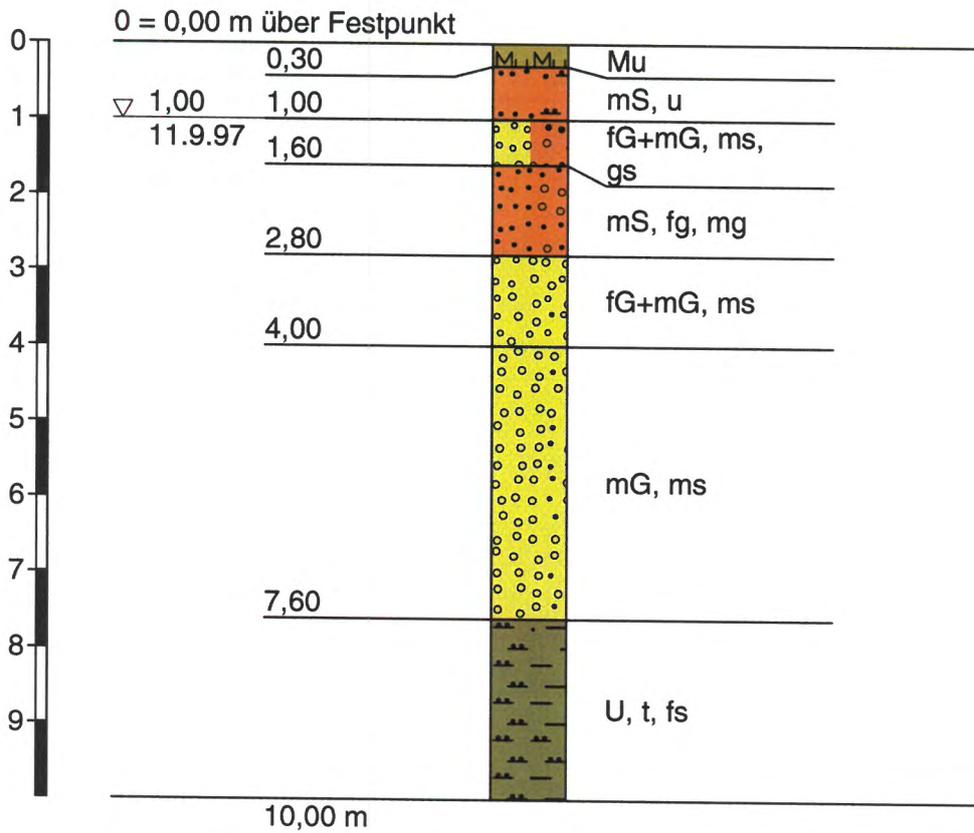


10,00 m

**Höhenmaßstab 1:100**



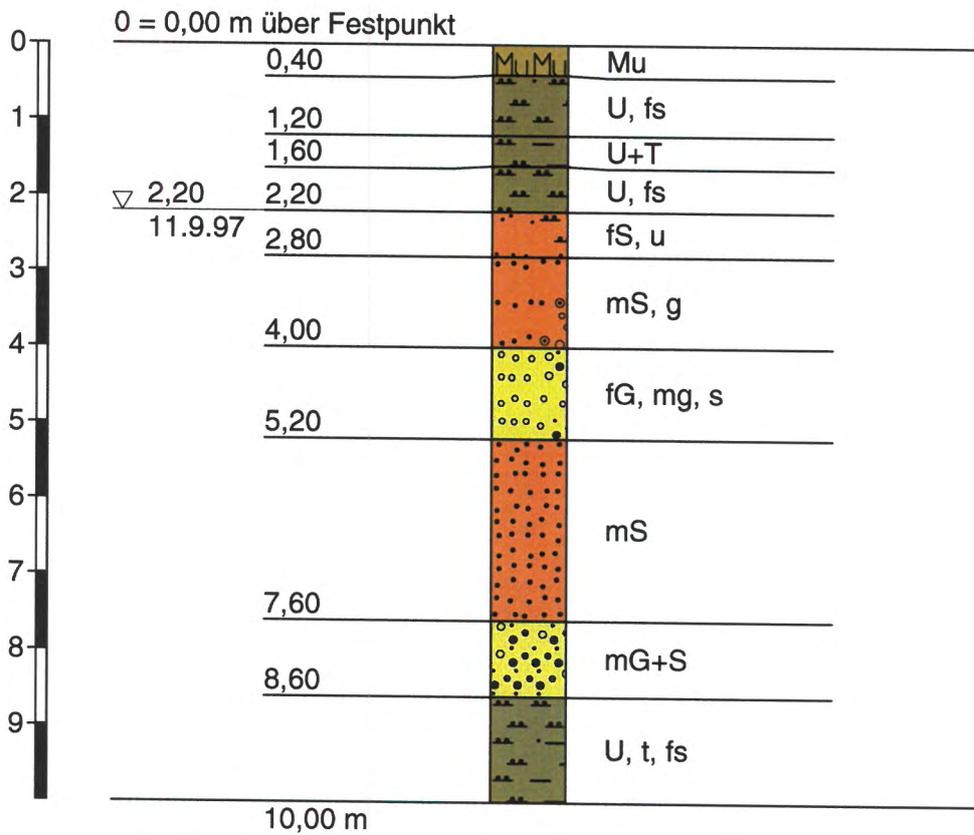
### LL22



**Höhenmaßstab 1:100**



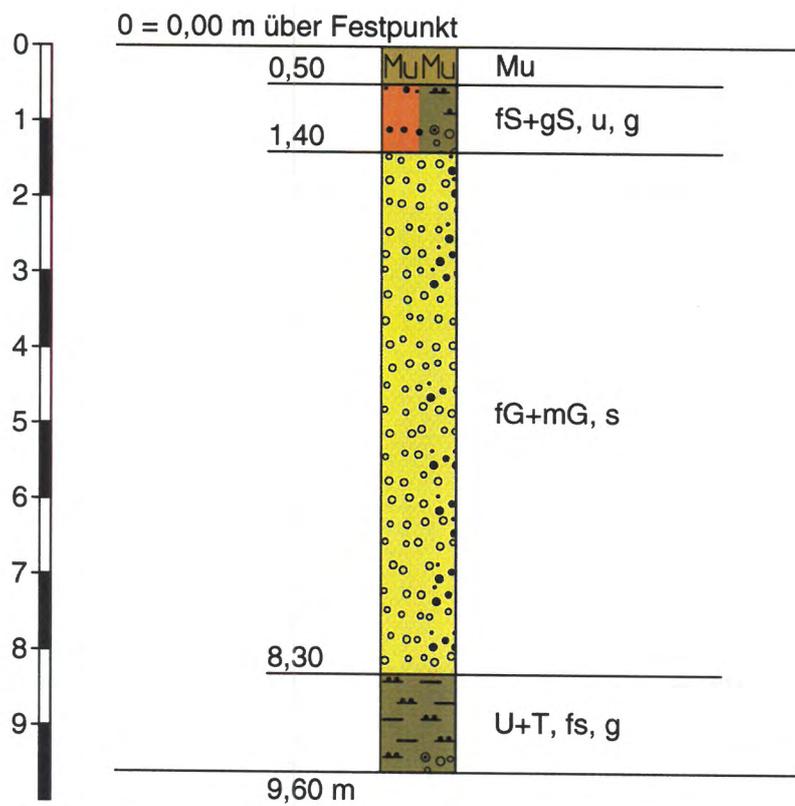
**LL23**



**Höhenmaßstab 1:100**



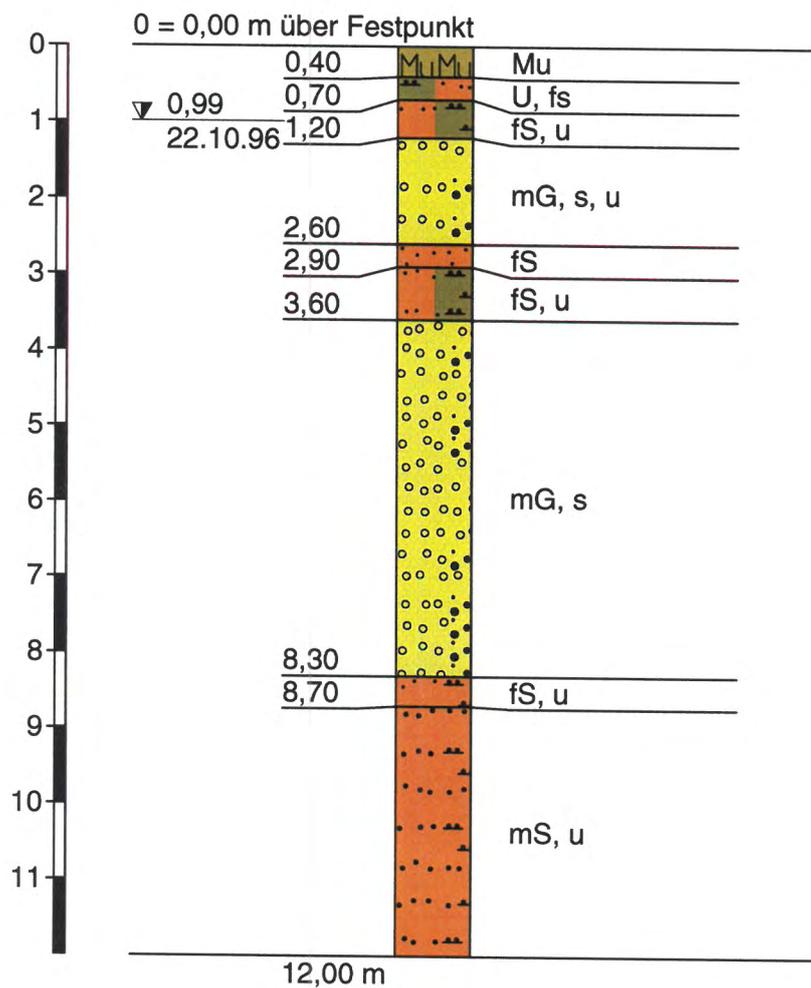
### S 18



**Höhenmaßstab 1:100**



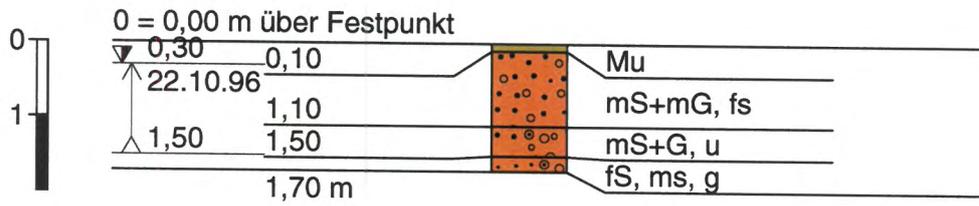
### KB 3



Höhenmaßstab 1:100



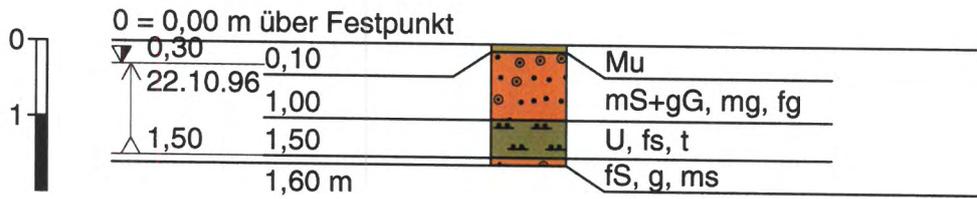
### K15



**Höhenmaßstab 1:100**



### K16



**Höhenmaßstab 1:100**



Boden- und Felsarten

 Mutterboden, Mu	 Grobkies, gG, grobkiesig, gg
 Mittelkies, mG, mittelkiesig, mg	 Feinkies, fG, feinkiesig, fg
 Kies, G, kiesig, g	 Grobsand, gS, grobsandig, gs
 Mittelsand, mS, mittelsandig, ms	 Feinsand, fS, feinsandig, fs
 Sand, S, sandig, s	 Schluff, U, schluffig, u
 Ton, T, tonig, t	

Korngrößenbereich f - fein  
m - mittel  
g - grob

Nebenanteile ' - schwach (<15%)  
- - stark (30-40%)

Grundwasser

▽ 1,00  
22.12.98 Grundwasser am 22.12.98 in 1,00 m unter Gelände angebohrt

▽ 1,00  
22.12.98 Grundwasser in 1,80 m unter Gelände angebohrt, Anstieg des Wassers auf 1,00 m unter

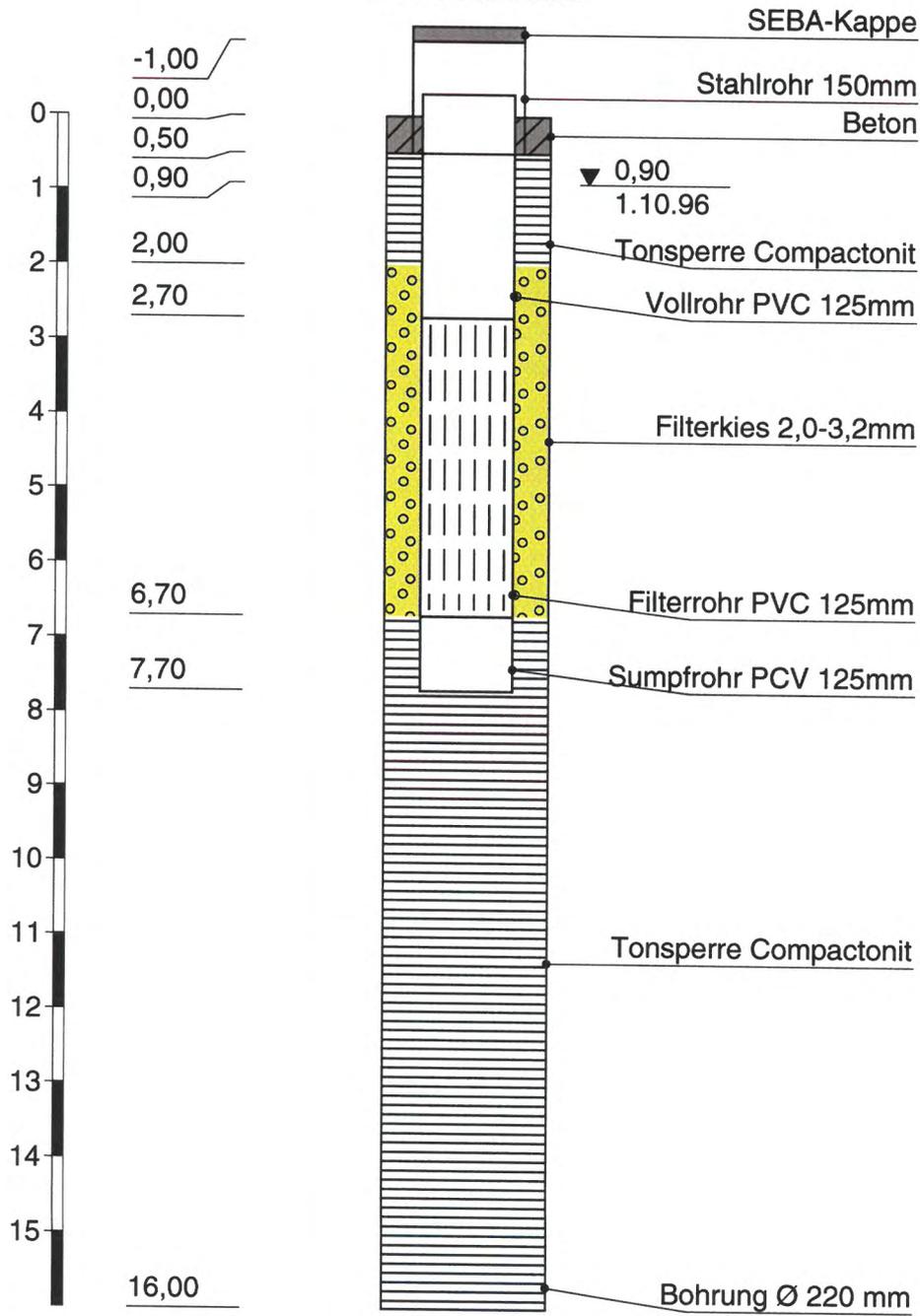
▽ 1,00  
22.12.98 Grundwasser nach Beendigung der Bohrarbeiten am 22.12.98

▽ 1,00  
22.12.98 Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch

▽ 1,00  
22.12.98 Wasser versickert in 1,00 m unter Gelände

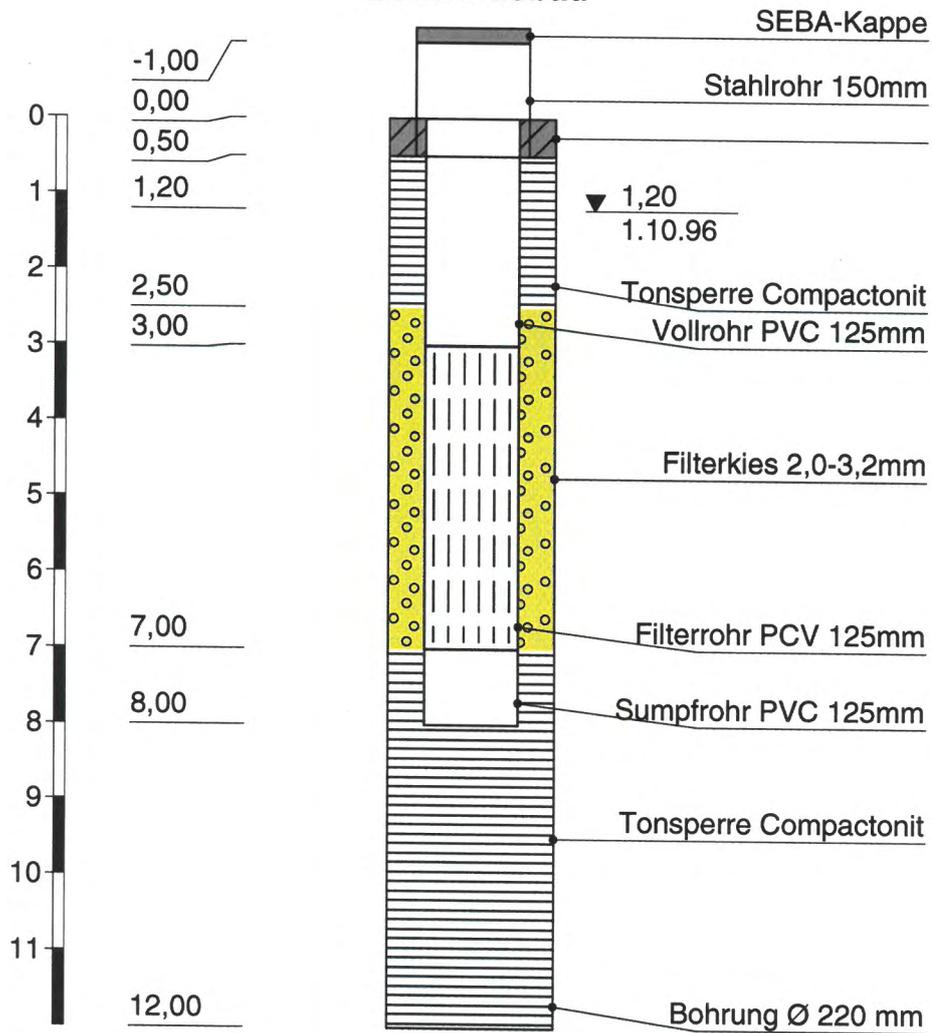


### LL 11 Ausbau



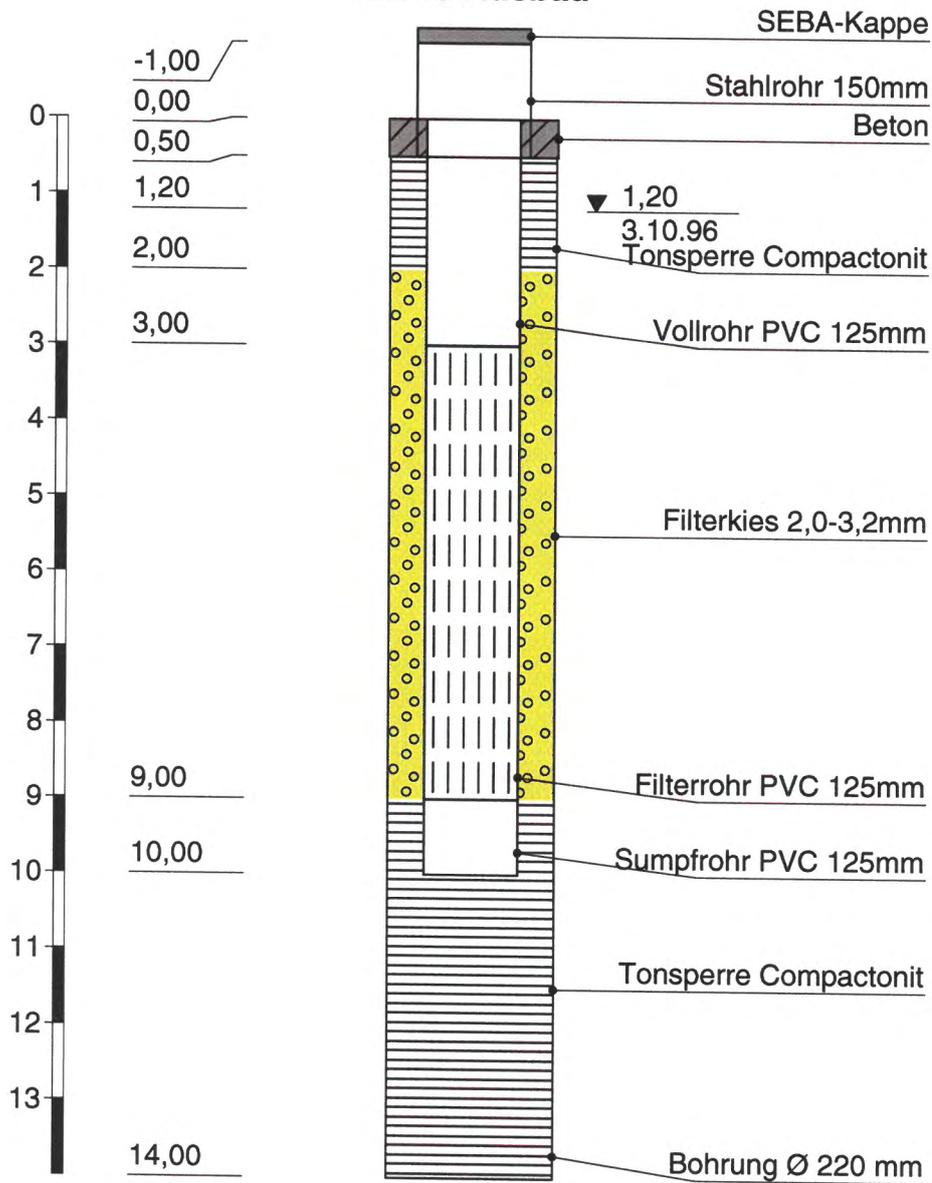


### LL 12 Ausbau

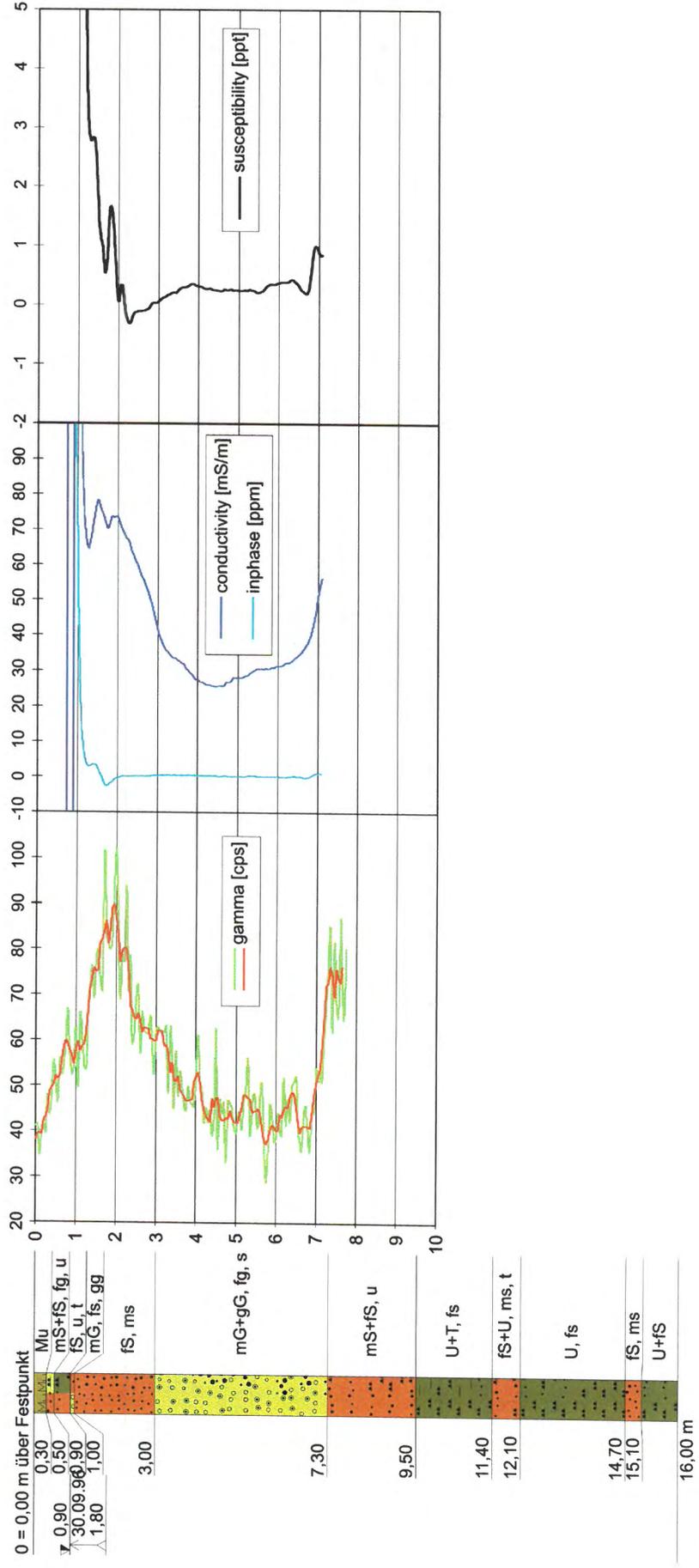




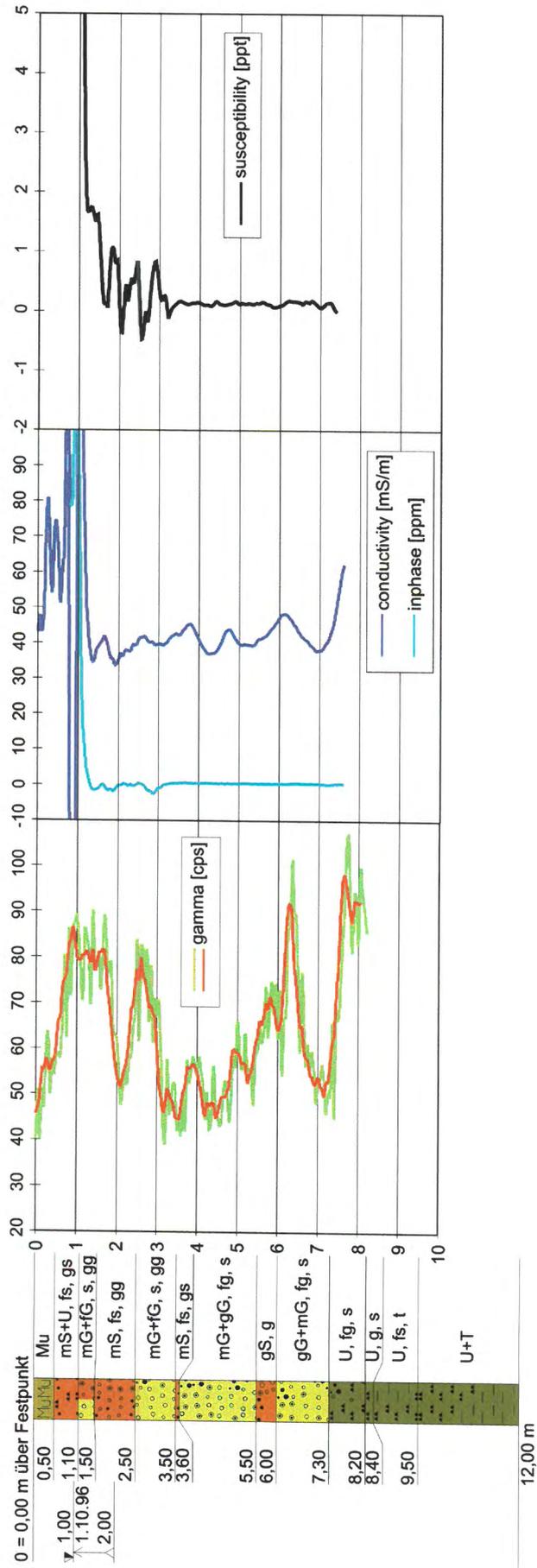
### LL 13 Ausbau



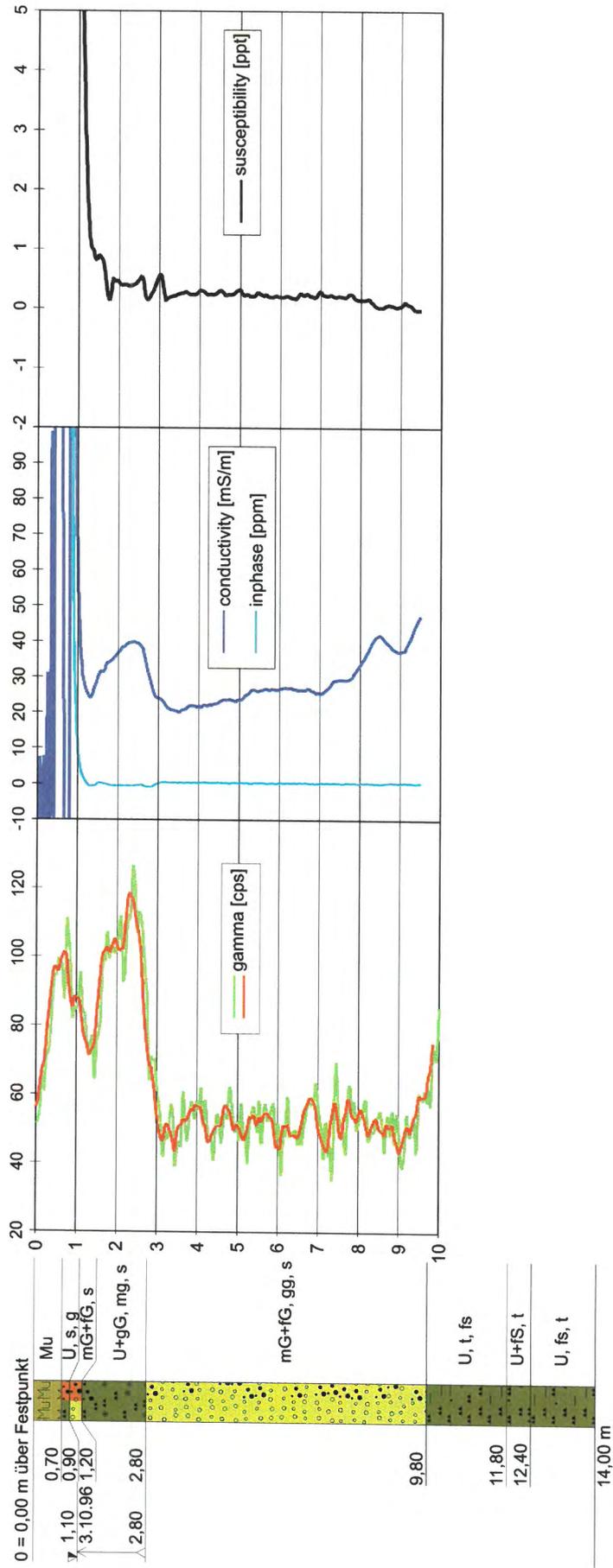
# LL11



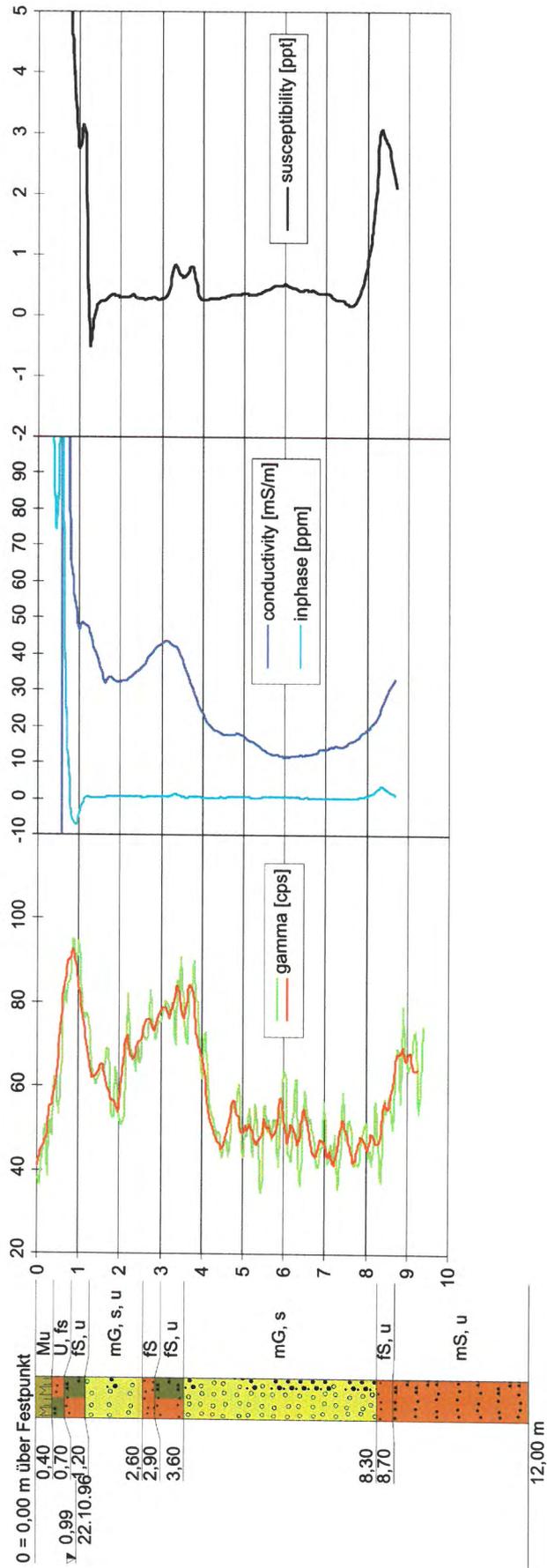
# LL12



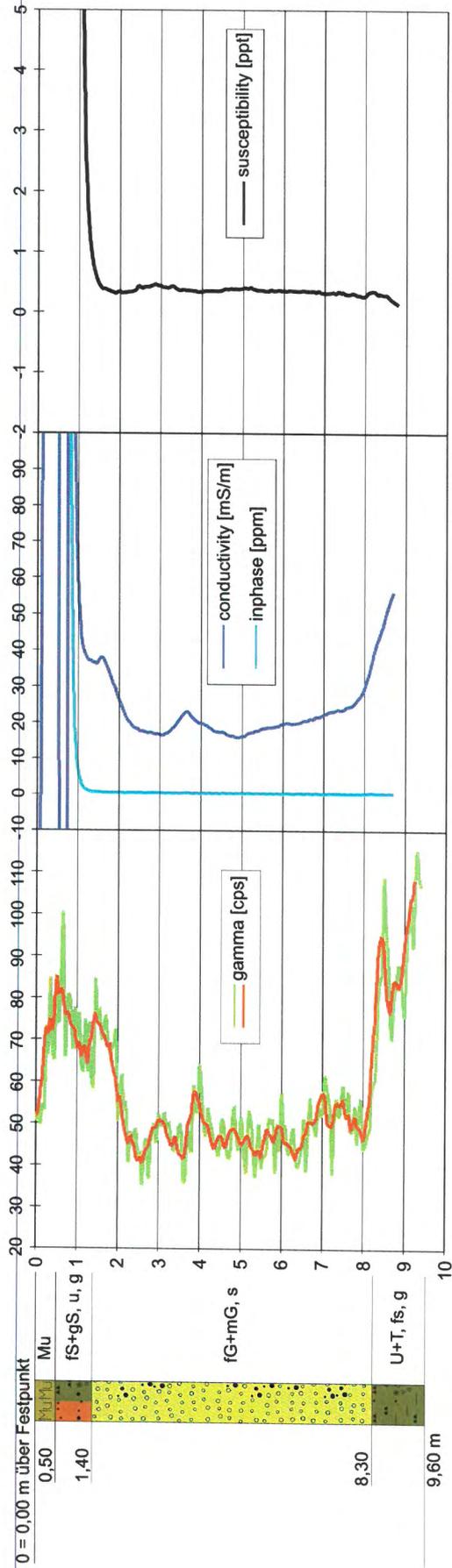
# LL13



# KB3

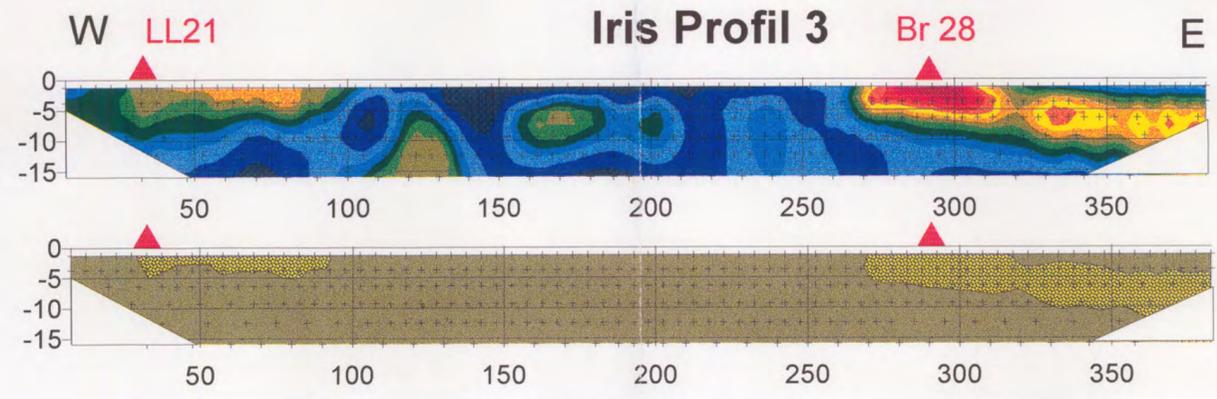
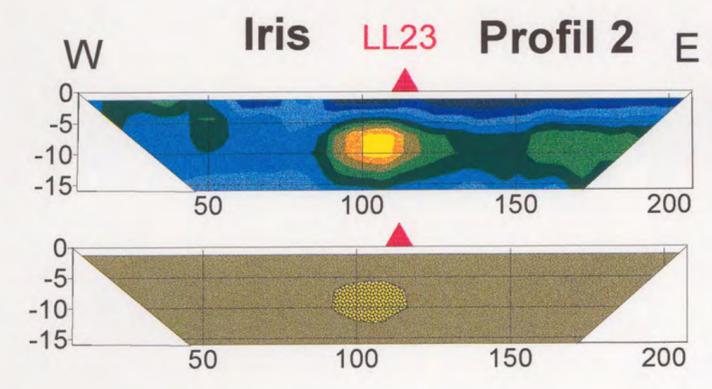
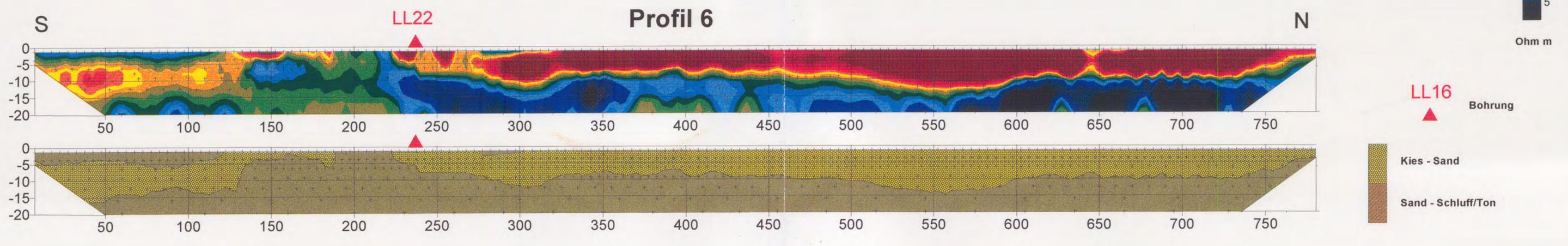
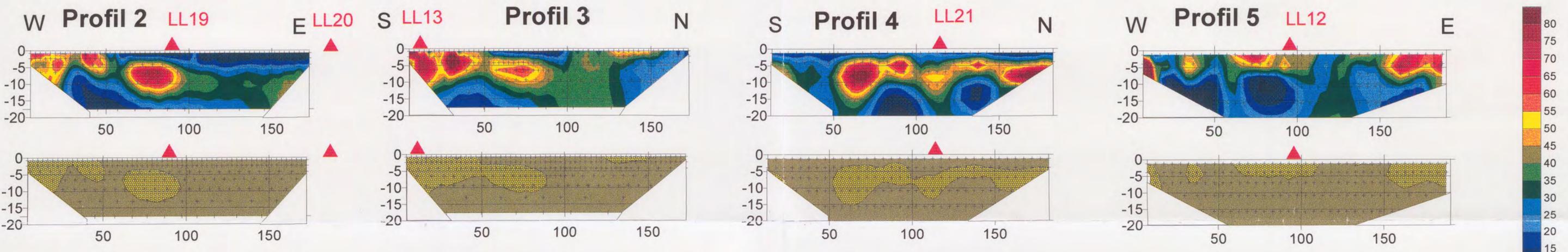
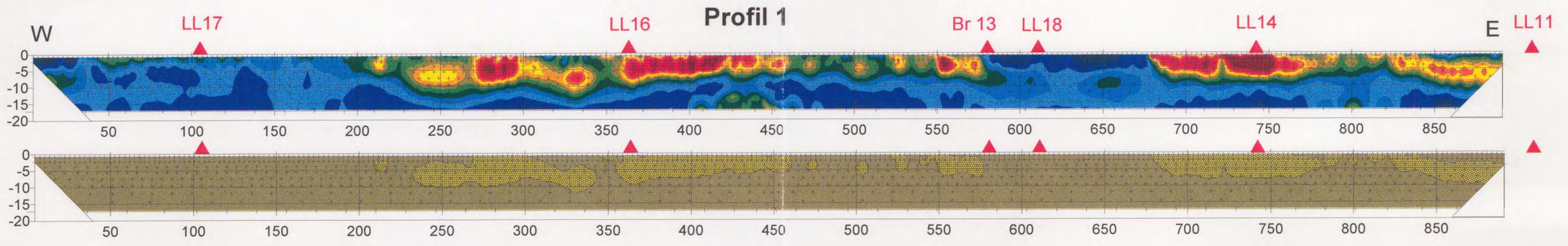


# S18



# Lange Lacke

# Profile Geoelektrik



Längenangaben in m

# Meßgebiet Lange Lacke

## EM 31 Messung

