



DECKBLATT

	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	X A A X X	A A	N N N N N	N N
EU 151	9K	3164.31		HG	RB	0035	00

Titel der Unterlage: Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung: Fließrichtungs- und Fließgeschwindigkeitsbestimmung im oberflächen- nahen, Grundwasser, II: Bauabschnitt 1985	Seite: I.
	Stand: 26.02.86

Ersteller: GSF	Textnummer:
-------------------	-------------

Stempelfeld:

PSP-Element TP...9K/2122353		zu Plan-Kapitel: 3.1.9.6.3	
		PL 13.08.87	PL

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung der PTB.

Revisionsblatt



EU 151	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr	Rev
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
	9K	3164.31		HG		RB 0035	00

Titel der Unterlage: Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung: Fließrichtungs- und Fließgeschwindigkeitsbestimmung im oberflächennahen Grundwasser, II. Bauabschnitt 1985	Seite: <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">II.</div>
	Stand: <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">26.02.86</div>

Rev.	Revisionsst. Datum	verant. Stelle	Gegenzeichn. Name	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Änderung
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

LV-Nr. 2219.04

AP-Nr. 1

II. Bauabschnitt

Ergänzende Unterlagen zum Plan Endlager Schachtanlage Konrad

Leistungsverzeichnis-Nummer 2219.04

Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung

Arbeitspaket Nummer 1

II. Bauabschnitt 1985

Fließrichtungs- und Fließgeschwindigkeitsbestimmung
im oberflächennahen Grundwasser

Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH
Institut für Tieflagerung
Institut für Radiohydrometrie



LV-Nr. 2219.04

Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung

AP-Nr. 1

II. Bauabschnitt 1985

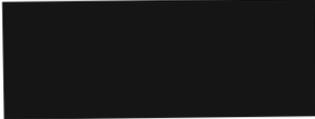
Fließrichtungs- und Fließgeschwindigkeitsbestimmung
im oberflächennahen Grundwasser

Braunschweig, den 26.02.1986

Der Bericht wurde im Auftrag der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) erstellt. Die PTB behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit Zustimmung der PTB zitiert, ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten zugänglich gemacht werden.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Kurzfassung	1
Vorbemerkungen	2
1 Einleitung und Problemstellung	4
2 Angaben zur Meßmethodik	6
3 Durchführung der Einbohrlochmessungen	9
3.1. Festlegung der Meßstellen	9
3.2 Umfang der Messungen	10
3.3 Darstellung der Untersuchungsergebnisse der ersten und zweiten Meßkampagne	11
3.4 Schlußfolgerungen	14
4 Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse der ersten und zweiten Meßkampagne des ersten und zweiten Bauabschnittes	15
Verzeichnis der Abbildungen 1 - 5	18
Verzeichnis der Tabellen 1 - 7	24
Verzeichnis der Anlagen 1 - 2	47
Literatur	50

Kurzfassung

II. Bauabschnitt 1985: Fließrichtungs- und Fließgeschwindigkeitsbestimmung im oberflächennahen Grundwasser

Stichwörter: Filtergeschwindigkeit, Fließrichtung, Hydrogeologie, Konrad, oberflächennahes Grundwasser, radiohydrometrische Einbohrlochmethode

Zur genaueren Erkundung des Abflußverhaltens des oberflächennahen Grundwassers in den quartären Lockergesteinsablagerungen der Senken wurde mit Hilfe der radiohydrometrischen Einbohrlochmethode die Fließrichtung und Filtergeschwindigkeit bestimmt. Die Messungen erfolgten sowohl im ersten als auch im zweiten Bauabschnitt in jeweils zwei Meßkampagnen während des langjährigen Grundwasserhochstandes und des langjährigen Grundwasserniedrigstandes in ausgewählten Grundwassermeßstellen.

Vorbemerkungen

Nach der derzeit gültigen Fassung des Niedersächsischen Wasserhaushaltsgesetzes (NWG) ist gemäß § 10 NWG die Durchführung von Grundwassermarkierungen mit radioaktiven Stoffen von der oberen Wasserbehörde zu genehmigen.

Infolgedessen stellte das Institut für Tieflagerung der GSF im Februar 1984 bei der Bezirksregierung Braunschweig den Antrag auf Erteilung einer Erlaubnis zur Durchführung von Markierungsversuchen mit radioaktiven Stoffen. Um dem Antrag entsprechen zu können, wurde das Institut für Tieflagerung im August 1984 von der Bezirksregierung Braunschweig gebeten, ergänzende Unterlagen zur Verfügung zu stellen. Ende August 1984 wurden die gewünschten Unterlagen der Genehmigungsbehörde übergeben. Mit Schreiben vom 21.01.1985 erhielt das Institut für Tieflagerung die wasserrechtliche Erlaubnis zur Durchführung der geplanten Einbohrlochmessungen für die erste und zweite Meßkampagne des ersten Bauabschnittes des hydrogeologischen Untersuchungsprogrammes Konrad. Die Messungen zur ersten Meßkampagne des ersten Bauabschnittes wurden am 29.01.1985 aufgenommen und am 07.02.1985 beendet.

Um eine statistisch gesicherte Aussage über das Abflußverhalten des oberflächennahen Grundwassers im Untersuchungsgebiet machen zu können, wurde in einem Fachgespräch zwischen BGR, GSF und PTB beschlossen, die Anzahl der Meßstellen in den Meßkampagnen des zweiten Bauabschnittes zu erhöhen.

Im April 1985 reichte das Institut für Tieflagerung in Abstimmung mit der PTB bei der Bezirksregierung Braunschweig die entsprechenden Antragsunterlagen ein. Am 07.06.1985 wurde die wasserrechtliche Erlaubnis zur Durchführung der Einbohrlochmessungen für die erste und zweite Meßkampagne des zweiten Bauabschnittes erteilt.

Da die Wiederholungsmessungen des ersten Bauabschnittes aus organisatorischen und fachlichen Gründen zeitgleich mit den Messungen zur ersten Meßkampagne des zweiten Bauabschnittes durchgeführt werden sollten, wurde die Verschiebung der Wiederholungsmessungen des ersten Bauabschnittes vom geplanten Termin (April/Mai 1985) in den Juni/Juli 1985 notwendig. Die in situ-Messungen zur zweiten Meßkampagne des ersten Bauabschnittes und die Messungen zur ersten Meßkampagne des zweiten Bauabschnittes wurden in der Zeit vom 19.06.1985 bis zum 04.07.1985 durchgeführt. Die Wiederholungsmessungen zum zweiten Bauabschnitt wurden planungsgerecht am 26.11.1985 aufgenommen und am 28.11.1985 beendet.

1 Einleitung und Problemstellung

Im Auftrag der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) wurden in ausgewählten Grundwassermeßstellen in der näheren Umgebung der Schachanlage Konrad in situ-Messungen zur Bestimmung der Fließrichtungen und Filtergeschwindigkeiten des oberflächennahen Grundwassers von der GSF durchgeführt.

Die Arbeiten zu diesem Arbeitspaket wurden gemeinsam von den GSF-Instituten für Tieflagerung - Braunschweig und Radiohydrometrie - Neuherberg getragen.

Ziel der Untersuchungen war es, das Abflußverhalten des oberflächennahen Grundwassers in den quartären Ablagerungen der Senken im Bereich der Schachanlage Konrad näher zu untersuchen.

Um eine evtl. Veränderung der Fließrichtungen und Filtergeschwindigkeiten in den grundwasserführenden quartären Ablagerungen in Abhängigkeit von der jahreszeitlich bedingten Wasserführung des Aquifers erkennen zu können, umfaßten die in situ-Messungen in den beiden Bauabschnitten jeweils zwei Meßkampagnen.

Entsprechend der Leistungsvereinbarung zu diesem in zwei Bauabschnitte aufgeteilten Arbeitspaket wurden die radiohydrometrischen Einbohrlochmessungen jeweils während des langjährigen Hoch- und Niedrigwasserstandes vorgenommen.

Um eine statistisch gesicherte Aussage über das Abflußverhalten des oberflächennahen Grundwassers in den quartären Ablagerungen des Untersuchungsgebietes machen zu können, wurde unter Berücksichtigung der in der ersten Meßkampagne des ersten Bauabschnittes erzielten Ergebnisse die Auswahl der für Messungen im Rahmen des zweiten Bauabschnittes vorgesehenen Grundwassermeßstellen in Absprache mit BGR und PTB von fünf auf siebzehn erhöht.

Im ersten Teil des vorliegenden Berichtes werden die Untersuchungsergebnisse der ersten Meßkampagne des zweiten Bauabschnittes - vom Juni/Juli 1985 während des Niedrigwasserstandes - und der zweiten Meßkampagne des zweiten Bauabschnittes - von November 1985 während des Hochwasserstandes - vorgestellt. Im Anschluß daran erfolgt eine zusammenfassende Bewertung der Untersuchungsergebnisse aller Meßkampagnen aus beiden Bauabschnitten. Auf die Darstellung von Einzelergebnissen aus den Meßkampagnen des ersten Bauabschnittes soll in diesem Zusammenhang verzichtet werden; entsprechende Detailinformationen sind dem Bericht unter der Strukturplanbezeichnung 2219.04/AP 1, I. BA zu entnehmen.

2 Angaben zur Meßmethodik

Grundlage der Messungen der Filtergeschwindigkeit und der Fließrichtung bildet die radiohydrometrische Einbohrlochmethode. Ihre Anwendung setzt eine vertikale Pegelbohrung voraus, die den Grundwasserleiter in seiner Mächtigkeit oder im Meßhorizont erschließt. Die Grundwassermeßstelle soll mit Filterrohr und Kiesfilter so ausgebaut sein, daß sie vom Grundwasser bei geringem Filterwiderstand sandfrei durchströmt wird. Der Grundwasserdurchfluß durch das Filterrohr wird als stationär und horizontal angenommen.

Zum besseren Verständnis sei im folgenden kurz auf die der Bestimmung der Filtergeschwindigkeit und Fließrichtung zugrunde liegenden Gleichungen hingewiesen:

Die Filtergeschwindigkeit v_f ist nach DIN 4049 als Quotient des Grundwasserabflusses Q und der Bruttofläche F des Grundwasserleiters, die senkrecht zur Fließrichtung des Grundwassers steht, definiert:

$$v_f = \frac{Q}{F} \quad (1)$$

Die Filtergeschwindigkeit v_f ist der Abstandsgeschwindigkeit v aufgrund der Beziehung

$$v_f = P_n \cdot v \quad (2)$$

(P_n = effektive Porosität des Grundwasserleiters) sowie dem Grundwassergefälle J entsprechend dem Darcyschen Gesetz

$$v_f = k_f \cdot J \quad (3)$$

(k_f = Durchlässigkeitsbeiwert des Grundwasserleiters) proportional.

Die Bestimmung der Filtergeschwindigkeit v_f erfolgt durch das Tracerverdünnungsverfahren. Hierzu wird die Wassersäule im Meßhorizont des Filterrohres homogen radioaktiv markiert. Aus der Verdünnung des radioaktiven Tracers durch das durchströmende Grundwasser ergibt sich v_f (s. Tracerverdünnungsdiagramm, Abb. 1):

$$v_f = \frac{\pi \cdot r}{2 \cdot \alpha \cdot t} \cdot \ln \frac{c_0}{c} \quad (4)$$

c_0 = Tracerkonzentration zur Zeit $t = 0$

c = Tracerkonzentration zur Zeit t

r = Innenradius des Filterrohres

α = α -Wert, Korrekturfaktor, der den Einfluß des Bohrlochausbaues und der in Abb. 1 gezeigten Tracersonde auf die Grundwasserbewegung im Filterrohrbereich berücksichtigt.

Nach Abfluß aus dem Filterrohr befindet sich der Tracer in der Grundwasserabflußrichtung und zeigt somit die Fließrichtung R_i des Grundwassers an. Diese wird dann durch Messung der Winkelverteilung der Strahlung, welche von der radioaktiven Tracerwolke zur Grundwassermeßstelle gelangt, ermittelt (s. Tracerverteilungsdiagramm, Abb. 1).

Die meßtechnischen Voraussetzungen zur Bestimmung der Filtergeschwindigkeit und der Fließrichtung des Grundwassers werden durch die in Abbildung 1 skizzierte Tracersonde erfüllt. Im zentralen Teil der Tracersonde, dem Meß- oder Verdünnungsvolumen (Höhe: 0,50 m) wird die radioaktive Tracerlösung injiziert, durch die Mischspirale laufend homogen verteilt und durch den Szintillationsdetektor registriert. Der Szintillationsdetektor ist in einen Bleikollimator integriert.

Die Kollimatoröffnung wird durch einen Motor um eine senkrechte Achse gedreht, wobei ihre azimutale Lage auf die durch den Kompaß festgelegte Nordrichtung bezogen registriert wird. Eventuelle Vertikalströmungen des Grundwassers werden durch das Druckausgleichsrohr kurzgeschlossen und stören somit die Tracerverdünnung im Meßvolumen nicht.

Als Tracer wird das radioaktive Isotop Br-82 in NH_4Br -Lösung verwendet. Das geringe Volumen der injizierten Tracerlösung (weniger als 1 ml) erzeugt praktisch keine Störung der hydraulischen Randbedingungen. Br-82 ist ein nahezu idealer hydrologischer Tracer, d.h. er gleicht in seinem Fließverhalten dem des Grundwassers. Seine Gammastrahlung kann auch von außerhalb des Filterrohres registriert werden. Die für eine Messung benötigte Aktivität beträgt je nach Filterrohrdurchmesser $0,3 \cdot 10^4$ bis $1,5 \cdot 10^4$ Bq bzw. 1 bis $5 \mu\text{Ci}$ bei einer Anfangskonzentration im Filterrohr, die kleiner als 30 Bq/ml bzw. $10^{-3} \mu\text{Ci/ml}$ ist und nach Beendigung der Messung um mindestens eine Größenordnung absinkt. Die Halbwertszeit von Br-82 beträgt 35,3 Stunden.

Während des Meßvorganges wird zunächst der zeitliche Verlauf der Impulsrate, d.h. die Konzentration des Tracers im Filterrohr und anschließend die Winkelverteilung der Impulsrate, d. h. die azimutale Tracerverteilung außerhalb des Filterrohres gemessen. Dies erfolgt bei der in Abbildung 1 gezeigten Sonde nacheinander mit dem im Meßvolumen angeordneten Detektor. Mit der beschriebenen Sonde können Filtergeschwindigkeiten von etwa 0,005 bis 50 m/d bestimmt werden, wobei die Meßgenauigkeit im Einzelfall vom Verlauf des Verdünnungsdiagrammes abhängt. Im allgemeinen ist der Meßfehler der Filtergeschwindigkeit v_f kleiner als $\pm 5 \%$. Die Grundwasserfließrichtung wird im Bogenmaß ($N = 0^\circ$, $E = 90^\circ$, $S = 180^\circ$, $W = 270^\circ$) angegeben. Die Genauigkeit ist im allgemeinen besser als 20° .

Weitere Einzelheiten über die radiohydrometische Einbohrlochmethode sind der Spezialliteratur zu entnehmen (s. Literaturverzeichnis).

3 Durchführung der Einbohrlochmessungen

Als Meßkampagnen für die Einbohrlochmessungen des zweiten Bauabschnittes waren gemäß Arbeitspaketbeschreibung die Monate April/Mai 1985 - während des langjährigen Grundwasserhochstandes und die Monate Oktober/November 1985 - als Zeitraum für den langjährigen Grundwasserniedrigstand vorgesehen.

Aufgrund der in den Vorbemerkungen angeführten Umstände konnten die Einbohrlochmessungen zur ersten Meßkampagne des zweiten Bauabschnittes jedoch erst mit zweimonatiger Verspätung aufgenommen werden. Die Ergebnisse der vom 19.06.1985 bis zum 04.07.1985 dauernden Messungen wurden der PTB unter der Strukturplanbezeichnung 2219.04/AP 1, II. BA - Zwischenbericht im Juli 1985 übergeben. Die für Oktober/November 1985 geplanten Wiederholungsmessungen wurden ohne Komplikationen in der Zeit vom 26.11.1985 bis 28.11.1985 ausgeführt.

3.1 Festlegung der Meßstellen

Die Auswahl der für die Einbohrlochmessungen bestimmten Grundwassermeßstellen erfolgte aus dem u. a. für derartige Untersuchungen errichteten bzw. sanierten Grundwassermeßstellennetz Konrad. Die Festlegung der Meßstellen wurde nach fachlichen Gesichtspunkten in Absprache mit BGR und PTB vorgenommen. Neben der Charakterisierung des Abflußverhaltens des oberflächennahen Grundwassers in den verschiedenen quartären Senken des Untersuchungsgebietes waren vor allem solche Meßstellen von Interesse, die im Bereich des Zusammentreffens mehrerer quartärer Senken liegen.

Nachdem im Rahmen des ersten Bauabschnittes Einbohrlochmessungen nur im Nahbereich um die Schachanlage Konrad durchgeführt worden waren, sollten im zweiten Bauabschnitt entsprechende Messungen in den Rand-

bereichen des Untersuchungsgebietes folgen. Aufgrund der Ergebnisse der Einbohrlochmessungen aus der ersten Meßkampagne des ersten Bauabschnittes wurde jedoch übereinstimmend mit BGR und PTB beschlossen, zusätzlich zu den Messungen in Grundwassermeßstellen der Randbereiche das Meßpunktnetz im Nahbereich um die Schachanlage Konrad durch weitere Meßstellen zu verdichten, um ein höheres Maß an statistischer Sicherheit bei den Meßwerten zu erhalten.

3.2. Umfang der Messungen

Ursprünglich war geplant, die Einbohrlochmessungen im Rahmen der Meßkampagne des zweiten Bauabschnittes auf fünf Grundwassermeßstellen in den Randbereichen des Untersuchungsgebietes zu beschränken. Aus den in Kapitel 3.1 genannten Gründen wurde die Zahl der Meßstellen auf siebzehn erweitert; folgende Grundwassermeßstellen wurden aufgrund ihrer besonderen Lage ausgewählt:

IA	173	2210
VI	642	2384
X	663	2385
XVII	1130	2393
XVIII	1247	2407
XIX	1365	

In den Grundwassermeßstellen

642	1247
1130	1365

mußten die Messungen entfallen, da die baulichen Voraussetzungen dieser Meßstellen den Einsatz der Einbohrlochsonde nicht erlaubten.

Die so verbleibenden dreizehn Grundwassermeßstellen stehen ebenso wie die Meßstellen aus dem ersten Bauabschnitt in pleistozänen Lockergesteinsablagerungen. Die Mächtigkeiten der vorwiegend aus pleistozänen Sanden und Kiesen bestehenden Ablagerungen betragen bei den Grundwassermeßstellen des zweiten Bauabschnittes 11 bis 82 m.

Die Einbohrlochmessungen in den einzelnen Grundwassermeßstellen erfolgten im Bereich der jeweiligen Filterstrecke in meterweisen Abständen. In Tabelle 1 sind die technischen Daten der für die Messungen ausgewählten Grundwassermeßstellen aufgelistet.

3.3 Darstellung der Untersuchungsergebnisse der ersten und zweiten Meßkampagne

Die aus den radiohydrometrischen Messungen mit der Einbohrlochsonde ermittelten Ergebnisse der ersten und zweiten Meßkampagne sind für die verschiedenen Teufenbereiche der einzelnen Grundwassermeßstellen in Tabelle 2 (Filtergeschwindigkeit) und Tabelle 3 (Fließrichtung) zusammengestellt.

Die Grundwassermeßstellen IA, VI, X, XVII, XVIII, XIX, 173, 663, 2210, 2384, 2385, 2393 und 2407 wurden bereits im Juni/Juli 1985 in einer ersten Meßkampagne radiohydrometrisch untersucht. Zum Zeitpunkt der Wiederholungsmessungen (November 1985) war der Grundwasserruhepegel in den Beobachtungspegeln IA, X, XVII, XIX, 173, 663 und 2385 etwa 0,05 m bis 0,65 m niedriger, in den Meßstellen VI, XVIII, 2210 und 2407 etwa 0,35 m bis 0,65 m höher als während der ersten Meßkampagne und in den Meßstellen 2384 und 2393 annähernd gleich. Abgesehen von den Grundwasserspiegel-lagen in den Meßstellen 2384 und 2393 war damit eine Voraussetzung zur Durchführung der Wiederholungsmessungen, nämlich das Abflußverhalten des oberflächennahen Grundwassers zu Zeiten unterschiedlicher Wasserführung des Aquifers zu erfassen, erfüllt.

Die Schwankungsbreite der in den einzelnen Grundwassermeßstellen gemessenen Filtergeschwindigkeiten und Fließrichtungen ist nach Meßkampagnen getrennt aus den Histogrammen in Abbildung 2 (1. Meßkampagne: Juni/Juli 1985) und Abbildung 3 (2. Meßkampagne: November 1985) zu entnehmen.

Soweit die Anzahl der Meßpunkte statistische Aussagen ermöglicht, ist die Streuung der Meßpunkte der Grundwasserfließrichtungen in beiden Meßkampagnen gering.

Mit einer über alle gemessenen Grundwassermeßstellen gemittelten Abstromrichtung bestätigen die Wiederholungsmessungen vom November 1985 die bereits im Juni/Juli 1985 beobachtete Grundwasserabstromrichtung nach Nordwesten. Die geringe Abweichung zwischen den Fließrichtungsmessungen in der ersten Meßkampagne mit $R_i = 332^\circ$ und $R_i = 311^\circ$ in der zweiten Meßkampagne entsprechen einer natürlichen zu erwartenden Schwankungsbreite.

Indes wurden in einigen wenigen Grundwassermeßstellen von der allgemeinen Grundwasserabstromrichtung nach Nordwesten abweichende Fließrichtungen registriert. Abweichende Fließrichtungen nach Osten wurden in der ersten und zweiten Meßkampagne in den Grundwassermeßstellen XVIII, 173 und 2384 gemessen. Während in der Grundwassermeßstelle 663 in der ersten Meßkampagne die Abstromrichtung nach Norden gerichtet war, stellte sich in der zweiten Meßkampagne eine Fließrichtung nach Osten ein. Eine ebenfalls deutliche Änderung der Fließrichtung in der zweiten Meßkampagne wurde in der Grundwassermeßstelle XIX verzeichnet, wo sich der in der ersten Meßkampagne nach Nordwesten gerichtete Grundwasserabstrom nach Süden veränderte. Während in der Grundwassermeßstelle 2384 die nach Osten gerichtete Fließrichtung eindeutig auf den durch den Wasserwerksbetrieb des Wasserwerkes SZ-Bleckenstedt verursachten Absenkungstrichter zurückzuführen ist, entsprechen die gemessenen Abstromrichtungen in den Grundwassermeßstellen

XVIII und 173 durchaus den natürlichen hydraulischen Verhältnissen. Eine Bewertung der in den Grundwassermeßstellen XIX und 663 zu unterschiedlichen Zeiten gemessenen verschiedenen Abstromrichtungen kann nicht abschließend vorgenommen werden. Festzuhalten bleibt jedoch, daß trotz größerer Schwankungen in den Abstromrichtungen die Meßergebnisse der Fließrichtungen eine gute Übereinstimmung mit den zu unterschiedlichen Zeiten und damit unterschiedlichen Grundwasserständen erstellten Isohypsenplänen aufweisen (vgl. Teilaufgabe 2219.02/AP 4 und AP 5).

Die Meßwerte der Filtergeschwindigkeiten sind nach Meßkampagnen getrennt in Abbildung 4 und Abbildung 5 als Summenkurven der Häufigkeitsverteilung in lognormalem Maßstab eingetragen. Die aus den Diagrammen für die einzelnen Meßstellen ablesbaren Mittelwerte und Standardstreuungen der Filtergeschwindigkeiten sind für beide Meßkampagnen zusammen in Tabelle 4 enthalten. Tabelle 5 liefert die in den Meßkampagnen ermittelten Fließrichtungen einschließlich der arithmetischen Mittel und der Standardabweichung s .

Aus der Summe der Filtergeschwindigkeiten in den einzelnen Grundwassermeßstellen ergibt sich für die erste Meßkampagne (Juni/ Juli 1985) ein Mittelwert von $v_f = 0,13$ m/d; in der zweiten Meßkampagne (November 1985) ließ sich aus dem Summenhäufigkeitsdiagramm (Abb. 5) ein Mittelwert von $v_f = 0,09$ m/d ermitteln.

In Anlage 1 sind die in den Grundwassermeßstellen ermittelten Fließrichtungen und Filtergeschwindigkeiten beider Meßkampagnen dargestellt.

3.4 Schlußfolgerungen

Vergleicht man die Meßwerte für die Filtergeschwindigkeit und Fließrichtung aus beiden Meßkampagnen, so ergibt sich hinsichtlich der mittleren v_f - und R_i -Werte eine innerhalb der Fehlergrenzen liegende gute Reproduzierbarkeit.

Unter Berücksichtigung, daß die Meßergebnisse der Fließrichtungen und Filtergeschwindigkeiten in den einzelnen Grundwassermeßstellen letztlich nur eine punktuelle Aussagefähigkeit besitzen, decken sie sich jedoch weitgehend mit den aus anderen Untersuchungen bekannten Ergebnissen. So besteht zwischen den aus Isohypsenplänen ableitbaren Grundwasserabstromrichtungen (vgl. 2219.02/AP 4 und AP 5) und den in situ-Messungen eine gute Übereinstimmung. Für die Grundwasserabstromrichtung bzw. Fließrichtung ergibt sich sowohl aus den in situ-Messungen als auch aus den Isohypsenplänen eine Fließrichtung des oberflächennahen Grundwassers in den quartären Senken nach Nordwesten bzw. Norden (s. Anlage 1). Eine wesentliche Änderung der Fließrichtung ist sowohl aus den für unterschiedliche Zeiträume gezeichneten Isohypsenplänen als auch aus den während unterschiedlicher Grundwasserspiegellagen durchgeführten Messungen nicht zu ersehen.

4 Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse der ersten und zweiten Meßkampagne des ersten und zweiten Bauabschnittes

In jeweils zwei Meßkampagnen des ersten und zweiten Bauabschnittes wurden zu Zeiten unterschiedlicher Grundwasserstände (Grundwasserhoch- bzw. Grundwasserniedrigstand) mit der radiohydrometrischen Einbohrlochmethode die Fließrichtungen und Filtergeschwindigkeiten ermittelt. Die Messungen erfolgten jeweils in ausgewählten Grundwassermeßstellen in den quartären Ablagerungen der Senken des Nahbereiches um die Schachtanlage Konrad. Im ersten Bauabschnitt wurden im Januar/Februar 1985 (1. Meßkampagne) und im Juni/Juli 1985 (2. Meßkampagne) die Messungen in sechs Grundwassermeßstellen (III, V, VIIA, IXA, XV und 1111) durchgeführt. Der zweite Bauabschnitt mit der ersten Meßkampagne im Juni/Juli 1985 und der zweiten Meßkampagne im November 1985 umfaßte die Messungen in weiteren dreizehn Grundwassermeßstellen (IA, VI, X, XVII, XVIII, XIX, 173, 663, 2210, 2384, 2385, 2393 und 2407). Die im Rahmen dieser Messungen für jede einzelne Grundwassermeßstelle bestimmten Mittelwerte der Fließrichtungen und Filtergeschwindigkeiten sind in Tabelle 6 dokumentiert.

Trotz unterschiedlicher Grundwasserstände in den Meßkampagnen der beiden Bauabschnitte konnten, von wenigen Ausnahmen abgesehen, keine wesentlichen Veränderungen der Fließrichtungen und Filtergeschwindigkeiten zwischen den Meßkampagnen beobachtet werden.

Im Rahmen der Meßkampagnen des ersten Bauabschnittes traten größere Veränderungen bei der Messung der Fließrichtung und Filtergeschwindigkeit lediglich in der Grundwassermeßstelle IXA auf. Für die Beschreibung der natürlichen hydraulischen Verhältnisse in den quartären Ablagerungen waren die dort ermittelten Meßwerte nicht geeignet, da die Grundwassermeßstelle im Einzugsbereich des durch den Betrieb des Wasserwerkes SZ-Bleckenstedt aufgebauten Grundwasserströmungsfeldes liegt. Ebenfalls durch den Wasserwerks-

betrieb beeinflußt wurden die Meßergebnisse der im Rahmen des zweiten Bauabschnittes gemessenen Grundwassermeßstelle 2384. Bei einem zu erwartenden natürlichen ungestörten Grundwasserabstrom in diesem Bereich in Richtung Norden weisen die Abstromverhältnisse in beiden Meßkampagnen eindeutig nach Osten entsprechend dem durch den Absenkungstrichter verursachten Grundwassergefälle. Die Ursache für eine in der Grundwassermeßstelle XIX zwischen den Meßkampagnen des zweiten Bauabschnittes festgestellte signifikante Änderung der Fließrichtung von Nordwesten nach Süden konnte nicht abschließend geklärt werden. Das gleiche gilt für die in der Grundwassermeßstelle 663 im zweiten Bauabschnitt registrierte Änderung der Fließrichtung von Norden nach Osten. In den Grundwassermeßstellen XVIII und 173 wurden hingegen in beiden Meßkampagnen des zweiten Bauabschnittes Abstromrichtungen nach Osten beobachtet. Anders als bei den Grundwassermeßstellen IXA und 2384 wo der natürliche, nach Norden bzw. Nordwesten gerichtete Grundwasserabstrom durch den Wasserwerksbetrieb gestört ist, lassen sich derartige anthropogene Einflüsse bei den Grundwassermeßstellen XVIII, XIX, 173 und 663 nicht erkennen. Wie aus Anlage 2 ersichtlich, liegen diese Grundwassermeßstellen in Bereichen, wo Randsenken in die in nördliche bzw. nordwestliche Richtung verlaufende Hauptsenke einmünden. Unter Berücksichtigung dieser geologischen bzw. auch hydrogeologischen Verhältnisse sind die in den Grundwassermeßstellen XVIII, XIX, 173 und 663 registrierten lokalen Fließrichtungen nach Süden bzw. Osten durchaus plausibel. Ein Vergleich der in situ gemessenen Fließrichtungen mit den aus Isohypsenplänen zu verschiedenen Zeiten abzuleitenden Fließrichtungen zeigt sowohl für die unmittelbare Umgebung der Meßstellen als auch für den Gesamtbereich des Untersuchungsgebietes ein großes Maß an Übereinstimmung.

Die geringe Schwankungsbreite sowohl der Fließrichtungen als auch der Fließgeschwindigkeiten zwischen den Meßkampagnen im Jahre 1985 zeigt sich auch in den entsprechenden Mittelwerten der jeweils in einer Meßkampagne gemessenen Grundwassermeßstellen (vgl. Tab. 7).

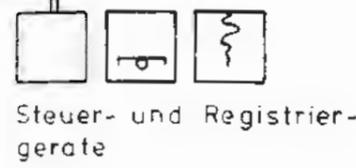
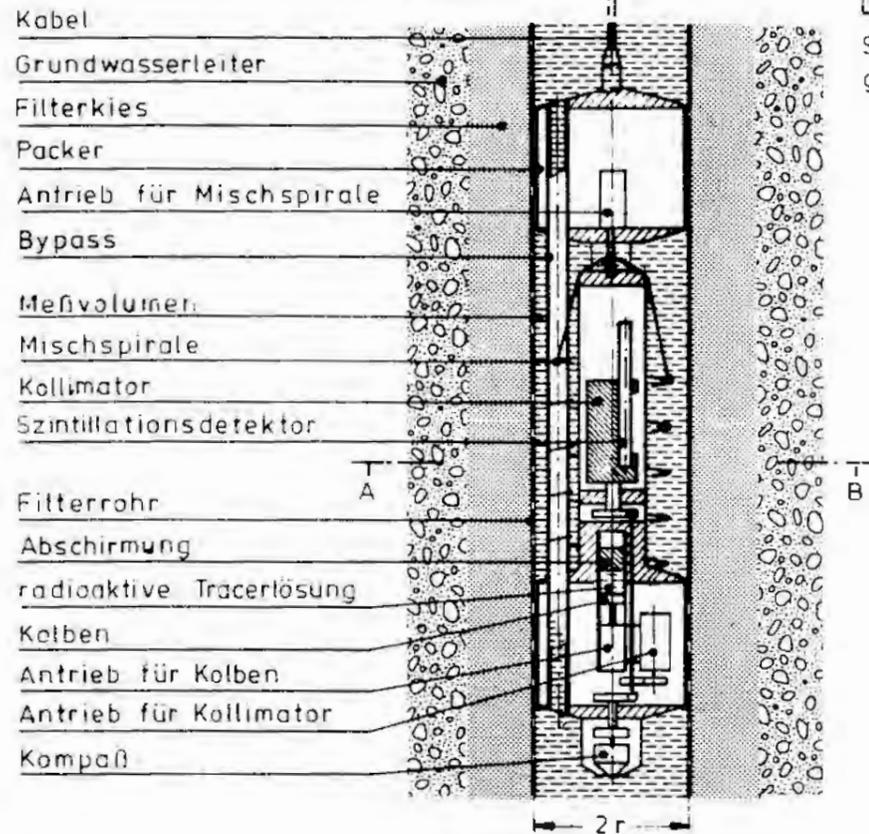
Auf der Basis der in der ersten Meßkampagne des ersten Bauabschnittes im Januar/Februar 1985 in fünf ausgewählten Grundwassermeßstellen registrierten Meßwerten ließ sich für die Fließrichtung ein Mittelwert von 338° , d. h. eine Abstromrichtung nach Nordwesten ermitteln. Für die Filtergeschwindigkeit wurde ein Mittelwert von $0,17$ m/d bestimmt. In der zweiten Meßkampagne des ersten Bauabschnittes und der ersten Meßkampagne des zweiten Bauabschnittes, die beide im Juni/Juli 1985 durchgeführt wurden, ergab sich unter Berücksichtigung der Einzelmessungen von insgesamt achtzehn Grundwassermeßstellen (5 Grundwassermeßstellen aus dem ersten Bauabschnitt und 13 Grundwassermeßstellen aus dem zweiten Bauabschnitt) ein Mittelwert für die Fließrichtung von 340° und für die Filtergeschwindigkeit von $0,16$ m/d. Mit einem Mittelwert für die Fließrichtung von 311° und für die Filtergeschwindigkeit von $0,09$ m/d weichen die aus Einzelergebnissen von dreizehn Grundwassermeßstellen im November 1985 bestimmten Werte geringfügig von den entsprechenden Mittelwerten vom Januar/Februar 1985 und Juni/Juli 1985 ab. Unter Berücksichtigung jahreszeitlich bedingter Schwankungen des Grundwasserspiegels sind diese geringen Unterschiede durchaus verständlich. Um eine eindeutige Korrelation zwischen der Änderung der Fließrichtung und Fließgeschwindigkeit einerseits und Grundwasserspiegelschwankungen andererseits vornehmen zu können, sind jedoch über längere Zeiträume entsprechende Beobachtungen und Messungen notwendig.

Abschließend bleibt festzuhalten: Nach den Meßergebnissen aller Meßkampagnen des Jahres 1985 fließt das oberflächennahe Grundwasser in den quartären Senken des Untersuchungsgebietes in nördliche bzw. nordwestliche Richtung ab. Die mittlere Abstromrichtung schwankt je nach Meßkampagne zwischen $R_i = 311^{\circ}$ und $R_i = 340^{\circ}$. Eine wesentliche Beeinflussung oder gar Umkehrung der mittleren Abstromrichtung durch natürliche Grundwasserspiegelschwankungen wurde nicht beobachtet. Aus der Summe der Filtergeschwindigkeiten in den einzelnen Grundwassermeßstellen läßt sich in Abhängigkeit von den einzelnen Meßkampagnen eine mittlere Filtergeschwindigkeit des oberflächennahen Grundwassers von $v_f = 0,09$ m/d bis $v_f = 0,17$ m/d ermitteln.

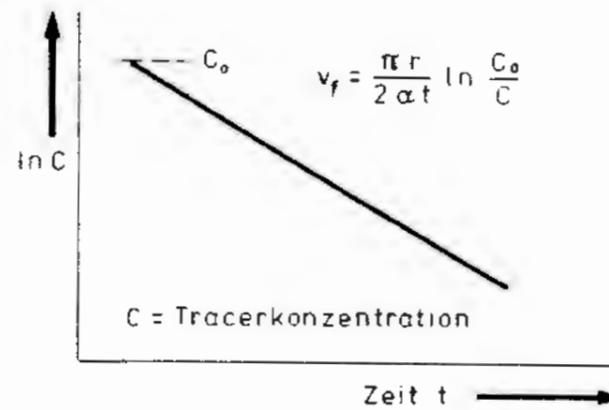
Verzeichnis der Abbildungen

- Abbildung 1: Tracersonde und Meßprinzip zur Bestimmung der Filtergeschwindigkeit v_f und der Fließrichtung R_i des Grundwassers. Höhe des Meßvolumens: 0,50 m.
- Abbildung 2: Histogramme der mit der Einbohrlochmethode ermittelten Fließrichtung R_i (Normalverteilung) und Filtergeschwindigkeit v_f (lognormale Verteilung; (II. BA - 1. Meßkampagne: Juni/Juli 1985).
- Abbildung 3: Histogramme der mit der Einbohrlochmethode ermittelten Fließrichtung R_i (Normalverteilung) und Filtergeschwindigkeit v_f (lognormale Verteilung); (II. BA - 2. Meßkampagne: November 1985).
- Abbildung 4: Summenhäufigkeit der Filtergeschwindigkeiten v_f . Darstellung in log. Klassen, Klassengrenzen: \sqrt{n} ; (II. BA - 1. Meßkampagne: Juni/Juli 1985).
- Abbildung 5: Summenhäufigkeit der Filtergeschwindigkeiten v_f . Darstellung in log. Klassen, Klassengrenzen: \sqrt{n} ; (II. BA - 1. Meßkampagne: November 1985).

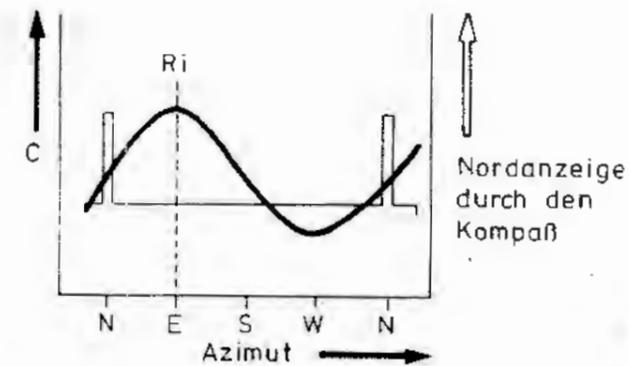
Tracersonde



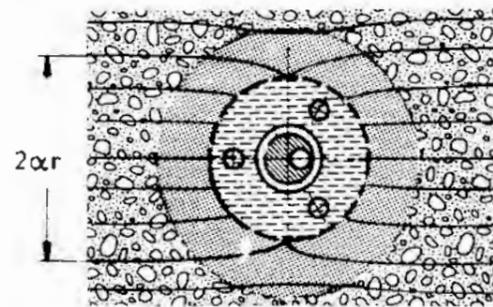
Tracerverdünnungsdiagramm zur Bestimmung der Filtergeschwindigkeit v_f



Tracerverteilungsdiagramm zur Bestimmung der Fließrichtung R_i

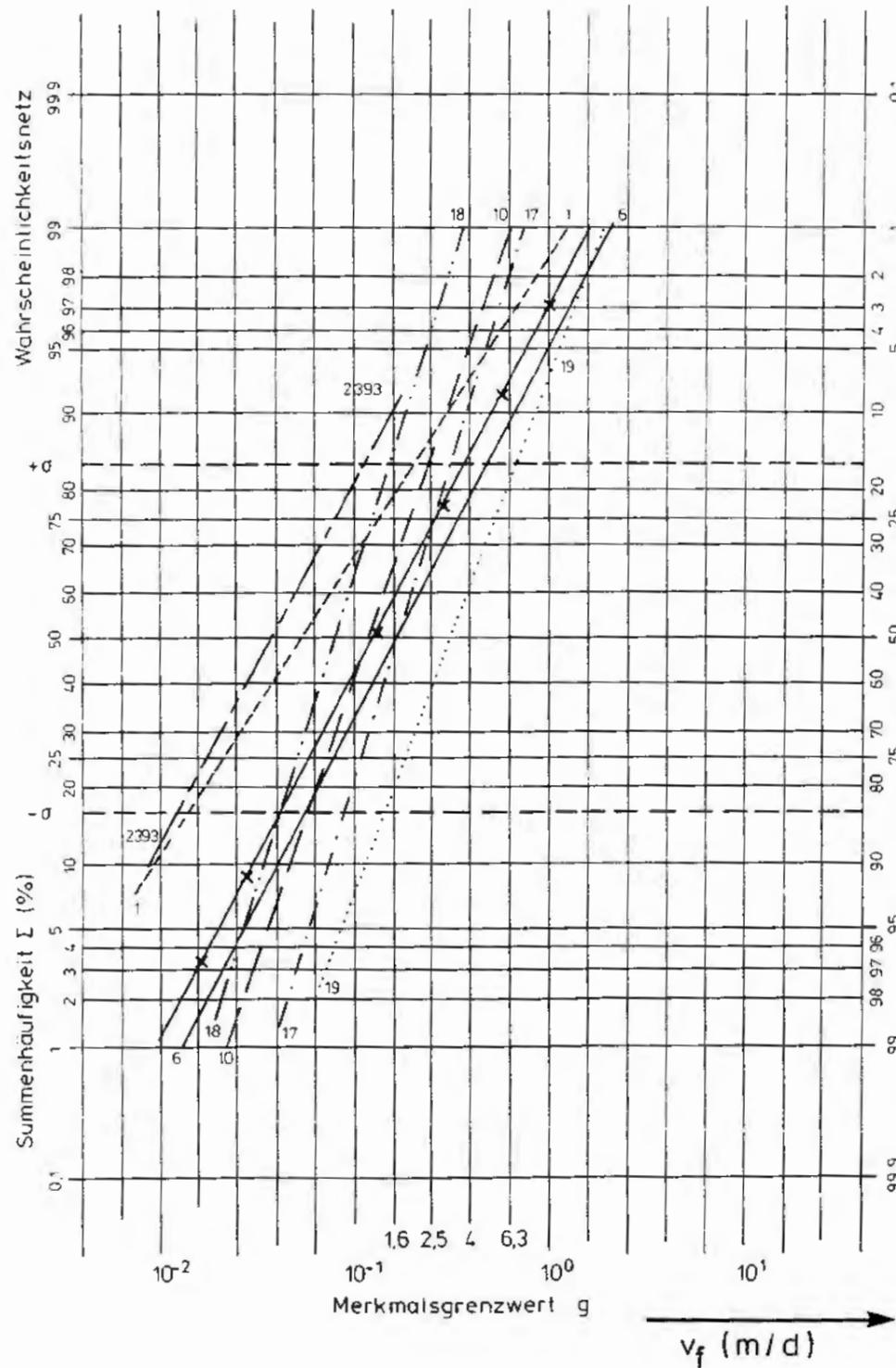


Filterrohr und Tracersonde im Grundwasserströmungsfeld



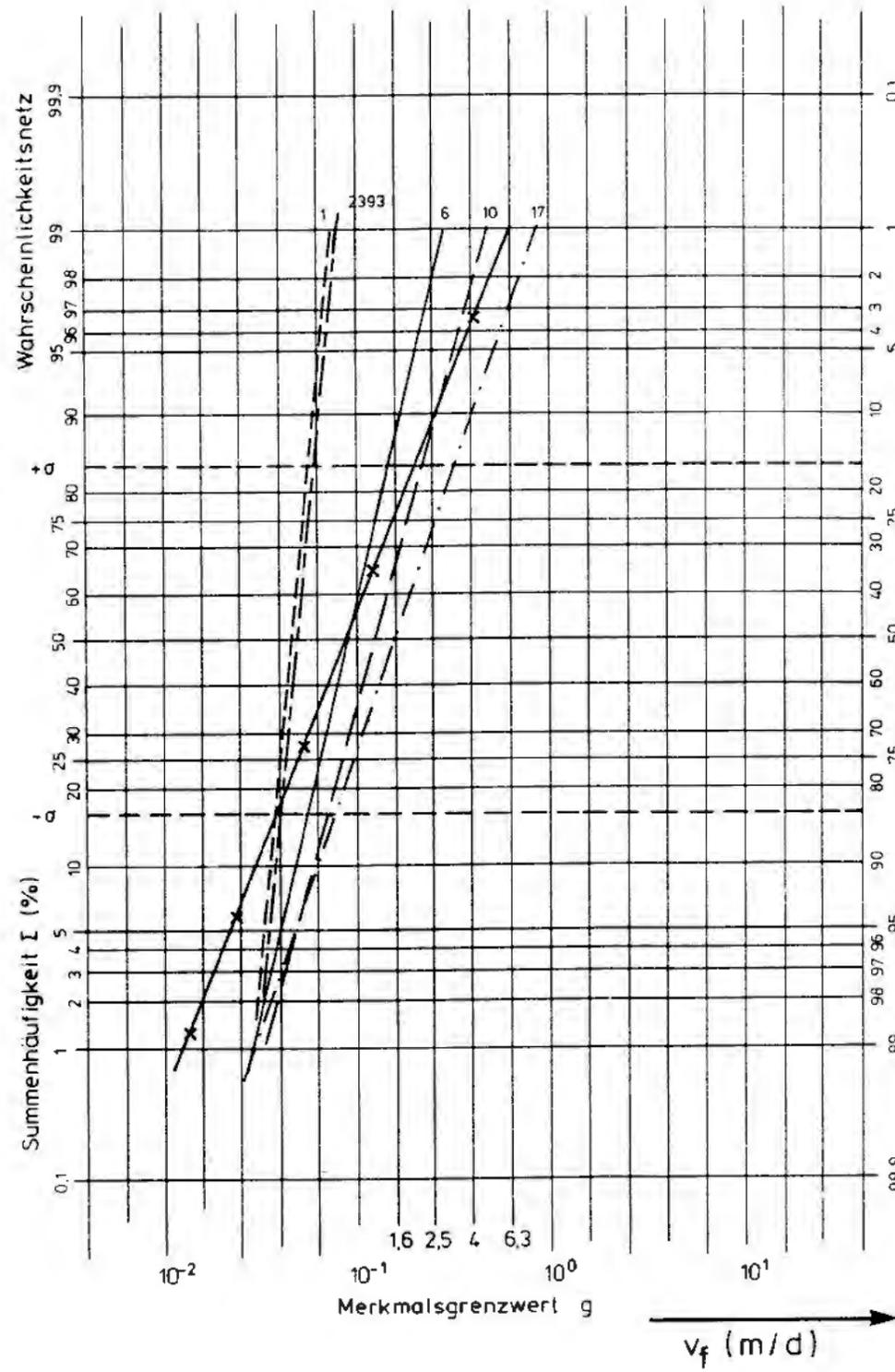
Schnitt A-B

Projekt:		Schachanlage Konrad Salzgitter	
Leistungskatalog:		Teilaufgabe Nr 2219,04 Arbeitspaket Nr 1/II BA	
Bemerkung		Objekt Fließrichtungs- u. Fließgeschwindigkeitsbestimmung im oberflächenn. GW Einzelheit Tracersonde u. Meßprinzip zur Bestimmung der v_f u. der R_i	
	Datum		Abb.
bearb	7/85		1
gez	7/85		
Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München Institut für Tiefenergie			



- GW-Meßstelle
- 1 - - - - - IA
 - 6 - - - - - VI
 - 10 - - - - - X
 - 17 - · - · - · XVII
 - 18 - · - - - · XVIII
 - 19 ········ XIX
 - 2393 - - - - - 2393
- x — alle GW-Meßstellen
(IA, VI, X, XVII, XVIII, XIX, 173, 663, 2210, 2384, 2385, 2393, 2407)

Projekt		Schachtanlage Konrad Salzgitter	
Leistungskatalog		Teilaufgabe Nr. 2219.04 Arbeitspaket Nr. 1/II.BA	
Bemerkung		Objekt: Fließrichtungs- u. Fließgeschwindigkeits- bestimmungen im oberflächenn. GW Einzeleinheit: Summenhäufigkeit der Filtergeschw. v_f : Darstellung in log Klassen, Klassengrenze \sqrt{n}	
	Datum	Name	Abb.
bearb.	7/85		6
gez.	7/85		
Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München Institut für Tiefenergie			



- GW-Meßstelle
- 1 - - - - - IA
 - 6 - - - - - VI
 - 10 - - - - - X
 - 17 - - - - - XVII
 - 2393 - - - - - 2393

x - - - - - alle GW-Meßstellen
 (IA, VI, X, XVII, XVIII, XIX,
 173, 663, 2210, 2384, 2385,
 2393, 2407)

Projekt		Schachanlage Konrad Salzgitter	
Leistungskatalog		Teilaufgabe Nr. 2219.04 Arbeitspaket Nr. 1/II.BA	
Bemerkung		Objekt: Fließrichtungs- u. Fließgeschwindigkeits- bestimmungen im oberflächenn. GW Einzelheit: Summenhäufigkeit der Filtergeschw. vf: Darstellung in log Klassen, Klassengrenze \sqrt{n}	
Datum		Abb.	
bearb.	12/85	5	
gez.	12/85		
Gesellschaft für Strömungs- und Umweltforschung mbH München Institut für Trefflagerung			

Verzeichnis der Tabellen

- Tabelle 1: Technische Daten der für die Einbohrlochmessungen genutzten Grundwassermeßstellen (II. BA).
- Tabelle 2: Filtergeschwindigkeit v_f (m/d) des oberflächennahen Grundwassers, gemessen in ausgewählten Grundwassermeßstellen (II. BA - 1. Meßkampagne: Juni/Juli 1985; 2. Meßkampagne: November 1985).
- Tabelle 3: Fließrichtung R_i ($^{\circ}$, N = 0° , E = 90° , S = 180° , W = 270°) des oberflächennahen Grundwassers, gemessen in ausgewählten Grundwassermeßstellen (II. BA - 1. Meßkampagne: Juni/Juli 1985; 2. Meßkampagne: November 1985).
- Tabelle 4: Mittelwerte der Filtergeschwindigkeiten v_f (nach Abb. 4 und Abb. 5 mit der Standardstreuung zwischen $+G$ und $-G$) des oberflächennahen Grundwassers in den einzelnen gemessenen Grundwassermeßstellen sowie für alle Grundwassermeßstellen (II. BA - 1. Meßkampagne: Juni/Juli 1985; 2. Meßkampagne: November 1985).
- Tabelle 5: Mittelwerte der Fließrichtungen R_i (arithmetisches Mittel mit Standardabweichung s) des oberflächennahen Grundwassers in den einzelnen gemessenen Grundwassermeßstellen sowie für alle Grundwassermeßstellen (II. BA - 1. Meßkampagne: Juni/Juli 1985; 2. Meßkampagne: November 1985).

Tabelle 6: Zusammenstellung der Mittelwerte der Filtergeschwindigkeiten v_f (mit der Standardstreuung zwischen $+\sigma$ und $-\sigma$) und der Fließrichtungen R_i (arithmetisches Mittel mit der Standardabweichung s) des oberflächennahen Grundwassers in den einzelnen gemessenen Grundwassermeßstellen (I. BA - 1. Meßkampagne: Jan./Febr. 1985; - 2. Meßkampagne: Juni/Juli 1985; II. BA - 1. Meßkampagne: Juni/Juli 1985; - 2. Meßkampagne: November 1985).

Tabelle 7: Mittelwerte der Filtergeschwindigkeiten v_f (mit der Standardstreuung zwischen $+\sigma$ und $-\sigma$) und der Fließrichtungen R_i (arithmetisches Mittel mit der Standardabweichung s) des oberflächennahen Grundwassers für die jeweils in einer Meßkampagne gemessenen Grundwassermeßstellen (I. BA - 1. Meßkampagne: Jan./Febr. 1985; - 2. Meßkampagne: Juni/Juli 1985; II. BA - 1. Meßkampagne: Juni/Juli 1985; - 2. Meßkampagne: November 1985).

Tab. 1: Technische Daten der für die Einbohrlochmessungen genutzten Grundwassermeßstellen (II. BA).

GW-Meßstelle	Lage Rechtswert Hochwert	Geländehöhe über NN (m)	Meßpunkthöhe über NN (m)	Teufe der GW-Meßstelle		Lage der Filterstrecke		Ausbau- durchmesser (mm)
				unt. GOK (m)	unt. Meßpunkt (m)	unt. GOK (m)	unt. Meßpunkt (m)	
IA	3598360 5779285	102,64	101,87 ²⁾	30,08	29,31 ²⁾	25,07- 28,07	24,30- ²⁾ 27,30	DN 150
VI	3597570 5781720	90,17 ¹⁾	91,30 ³⁾	32,87 ¹⁾	34,00 ³⁾	10,87- ¹⁾ 31,87	12,00- ³⁾ 33,00	DN 150
X	3600510 5781480	92,31	91,55 ²⁾	47,89	47,13 ²⁾	31,06- 46,06	30,30- ²⁾ 45,30	DN 150
XVII	3597720 5787195	82,60 ¹⁾	83,75 ³⁾	31,85 ¹⁾	33,00 ³⁾	16,85- ¹⁾ 30,85	18,00- ³⁾ 32,00	DN 150
XVIII	3595090 5782225	91,15	90,30 ²⁾	23,63	22,78 ²⁾	19,45- 21,45	18,60- ²⁾ 20,60	DN 150
XIX	3597960 5789375	79,84	78,95 ²⁾	20,26	19,37 ²⁾	11,19- 18,19	10,30- ²⁾ 17,30	DN 150

Forts. Tab. 1

GW-Meßstelle	Lage Rechtswert Hochwert	Geländehöhe über NN (m)	Meßpunkthöhe über NN (m)	Teufe der GW-Meßstelle		Lage der Filterstrecke		Ausbau- durchmesser (mm)
				unt. GOK (m)	unt. Meßpunkt (m)	unt. GOK (m)	unt. Meßpunkt (m)	
173	3597210 5778220	99,29	100,59 ³⁾	10,78	12,08 ³⁾	9,48- 10,48	10,78- ³⁾ 11,78	DN 50
663	3598620 5779780	94,97	95,98 ³⁾	14,52	15,53 ³⁾	13,52- 14,52	14,53- ³⁾ 15,53	DN 50
2210	359710 578212	90,43	91,34 ³⁾	17,90	18,84 ³⁾	16,90- 17,90	17,81- ³⁾ 18,81	DN 50
2384	3596575 5782890	90,08	91,09 ³⁾	14,37	15,38 ³⁾			DN 50
2385	3596290 5782560	90,14	91,21 ³⁾	11,93	13,00 ³⁾	10,43- 11,93	11,50- ³⁾ 13,00	DN 50
2393	3596355 5780655	90,32	91,09 ³⁾	16,23	17,00 ³⁾	12,73- 14,23	13,50- ³⁾ 15,00	DN 50
2407	3597500 5782440	90,35	91,16 ³⁾	12,65	13,46 ³⁾	11,15- 12,65	11,96- ³⁾ 13,46	DN 50

1) bezogen auf Oberkante Betonplatte

2) bezogen auf Oberkante Rohrstützen der Flanschplatte

3) bezogen auf Oberkante Flansch/Oberkante Rohr

Tab. 2: Filtergeschwindigkeit v_f (m/d) des oberflächennahen Grundwassers, gemessen in ausgewählten Grundwassermeßstellen (II. BA - 1. Meßkampagne: Juni/Juli 1985; - 2. Meßkampagne: November 1985)

Gwsp = Grundwasserspiegel der GW-Meßstelle
 Meßpkt. = Oberkante Flansch/Oberkante Rohr
 σ = Meßfehler

GW-Meßstelle	Datum	Gwsp unt. Meßpkt. (m)	Meßtiefe unt. Meßpkt. (m)	v_f (m/d)	$\sigma(v_f)$
I A	19.06	5,97	25,5	0,24	0,03
			26,5	0,24	0,01
			27,5	0,06	0,02
	26.11.	6,07	25,5	0,04	< 0,01
			26,5	0,06	< 0,01
			27,5	0,06	0,01
VI	03.07.	8,53	13,0	1,84	0,21
			14,0	0,46	0,06
			15,0	0,09	0,01
			17,0	0,96	0,02
			18,0	0,05	0,01
			19,0	0,24	0,01
			20,0	0,18	0,02
			21,0	0,43	0,02
			22,0	0,28	0,01
			23,0	0,25	0,01
			24,0	0,26	0,05
			25,0	0,21	0,03

Forts. Tab. 2

GW-Meßstelle	Datum	Gwsp unt. Meßpkt. (m)	Meßtiefe unt. Meßpkt. (m)	v_f (m/d)	$G(v_f)$
			26,0	0,08	0,02
			27,0	0,08	0,01
			28,0	0,14	0,02
			29,0	0,06	0,01
			30,0	0,09	0,02
			31,0	0,04	0,01
			32,0	0,06	0,03
	28.11.	8,18	13,0	0,07	0,01
			14,0	0,21	0,03
			15,0	0,10	0,03
			17,0	0,06	0,02
			18,0	0,07	0,03
			19,0	0,08	0,01
			20,0	0,06	0,02
			21,0	0,22	0,02
			22,0	0,16	0,02
			23,0	0,15	0,01
			24,0	0,11	0,05
			25,0	0,14	0,02
			26,0	0,09	0,02
			27,0	0,10	0,02
			28,0	0,12	0,02
			29,0	0,14	0,02
			30,0	0,12	0,02
			31,0	0,04	0,01
			32,0	0,13	0,01

Forts. Tab. 2

GW-Meßstelle	Datum	Gwsp unt. Meßpkt. (m)	Meßtiefe unt. Meßpkt. (m)	v_f (m/d)	$\sigma(v_f)$
X	19.06.	3,43	31,0	0,11	0,01
			32,0	0,08	0,01
			33,0	0,08	0,01
			34,0	0,15	0,02
			35,0	0,06	0,02
			36,0	0,08	0,01
			37,0	0,10	0,02
			38,0	0,18	0,02
			39,0	0,09	0,01
			40,0	0,26	0,04
			41,0	0,15	0,02
			42,0	0,15	0,03
			43,0	0,09	0,02
			44,0	0,55	0,04
	26.11.	3,48	31,0	0,08	< 0,01
			32,0	0,06	0,02
			33,0	0,07	0,03
			34,0	0,14	0,02
			35,0	0,14	0,02
			36,0	0,21	0,02
			37,0	0,11	0,02
			38,0	0,20	0,01
			39,0	0,16	0,03
			40,0	0,16	0,04
			41,0	0,17	0,02
			42,0	0,18	0,03
43,0	0,14	0,01			
44,0	0,06	0,02			

Forts. Tab. 2

GW-Meßstelle	Datum	Gwsp unt. Meßpkt. (m)	Meßtiefe unt. Meßpkt. (m)	v_f (m/d)	$\sigma(v_f)$
XVII	27.06.	4,05	19,0	0,05	0,01
			20,0	0,19	0,03
			21,0	0,17	0,04
			22,0	0,44	0,05
			23,0	0,55	0,07
			24,0	0,14	0,02
			25,0	0,23	0,03
			26,0	0,20	0,03
			27,0	0,21	0,02
			28,0	0,07	0,01
			29,0	0,09	0,01
			30,0	0,08	0,01
			31,0	0,09	0,01
	28.11.	4,23	19,0	0,09	0,01
			20,0	0,19	0,02
			21,0	0,24	0,04
			22,0	0,24	0,05
			23,0	0,44	0,04
			24,0	0,11	0,02
			25,0	0,13	0,03
			26,0	0,22	0,03
			27,0	0,21	0,04
			28,0	0,06	0,02
			29,0	0,08	0,02
			30,0	0,08	0,02
			31,0	0,15	0,03

Forts. Tab. 2

GW-Meßstelle	Datum	Gwsp unt. Meßpkt. (m)	Meßtiefe unt. Meßpkt. (m)	v_f (m/d)	$\zeta(v_f)$			
XVIII	19.06.	5,85	20,0	0,14	0,01			
			21,0	0,05	0,01			
	26.11.	5,32	20,0	0,05	< 0,01			
			21,0	0,05	0,01			
XIX	20.06.	3,52	10,5	1,03	0,12			
			11,5	0,32	0,04			
			13,5	0,41	0,04			
			14,5	0,34	0,05			
			15,5	0,30	0,01			
			16,5	0,16	0,02			
	26.11.	3,68	10,5	1,17	0,23			
			11,5	0,22	0,04			
			13,5	0,21	0,04			
			14,5	0,24	0,03			
			15,5	0,11	0,01			
			16,5	0,36	0,01			
			173	25.06.	4,04	11,5	0,01	0,01
						28.11.	4,67	11,5
663	19.06.	5,69	14,8	0,06	0,01			
	26.11.	5,93	14,8	0,03	< 0,01			
2210	26.06.	9,68	18,5	0,02	0,01			
	26.11.	9,21	18,5	0,01	< 0,01			
2384	03.07.	6,97	14,9	0,04	0,01			
	26.11.	6,99	14,9	0,06	0,01			

Forts. Tab. 2

GW-Meßstelle	Datum	Gwsp unt. Meßpkt. (m)	Meßtiefe unt. Meßpkt. (m)	v_f (m/d)	$\sigma(v_f)$
2385	25.06.	4,25	12,0	0,03	0,01
	26.11.	4,85	12,0	0,02	< 0,01
2393	26.06.	4,68	13,8	0,11	0,01
			14,8	0,03	0,01
	27.11.	4,69	13,8	0,05	0,02
			14,8	0,04	0,01
2407	26.06.	9,49	13,0	0,15	0,02
	26.11.	8,83	13,0	0,03	0,01

Tab. 3: Fließrichtung $R_i = (^\circ, N = 0^\circ, E = 90^\circ, S = 180^\circ, W = 270^\circ)$
 des oberflächennahen Grundwassers, gemessen in ausgewählten
 Grundwassermeßstellen
 (II. BA - 1. Meßkampagne: Juni/Juli 1985;
 - 2. Meßkampagne: November 1985)

Gwsp = Grundwasserspiegel der GW-Meßstelle
 Meßpkt. = Oberkante Flansch/Oberkante Rohr
 σ = Meßfehler

GW-Meßstelle	Datum	Gwsp unt. Meßpkt. (m)	Meßtiefe unt. Meßpkt. (m)	Ri ($^\circ$)	σ (Ri)
I A	19.06.	5,97	25,5	259	29
			26,5	275	11
			27,5	348	7
	26.11.	6,07	25,5	167	18
			26,5	260	12
			27,5	310	8
VI	03.07.	8,53	13,0		
			14,0	306	20
			15,0		
			17,0	43	19
			18,0	310	22
			19,0		
			20,0	12	17
			21,0		
			22,0	309	17
			23,0	330	19
			24,0	326	23
25,0	68	15			
26,0	7	14			
27,0	331	17			

Forts. Tab. 3

GW- Meßstelle	Datum	Gwsp unt. Meßpkt. (m)	Meßtiefe unt. Meßpkt. (m)	Ri (°)	$\sigma(Ri)$
			28,0		
			29,0	315	16
			30,0	14	11
			31,0	321	22
			32,0		
	28.11.	8,18	13,0		
			14,0	245	20
			15,0	237	21
			17,0	47	24
			18,0	283	39
			19,0		
			20,0	251	18
			21,0	65	32
			22,0	44	16
			23,0	276	39
			24,0	226	27
			25,0	268	17
			26,0	288	14
			27,0	276	27
			28,0	281	13
			29,0	39	33
			30,0		
			31,0		
			32,0	22	8

Forts. Tab. 3

GW-Meßstelle	Datum	Gwsp unt. Meßpkt. (m)	Meßtiefe unt. Meßpkt. (m)	Ri (°)	σ (Ri)
X	19.06.	3,43	31,0	329	23
			32,0	358	25
			33,0		
			34,0	340	11
			35,0		
			36,0	310	13
			37,0	310	27
			38,0	323	21
			39,0		
			40,0	335	23
			41,0	331	17
			42,0		
	26.11.	3,48	43,0	360	10
			44,0	297	13
			31,0	350	25
			32,0	329	13
			33,0	303	15
			34,0	312	13
			35,0	326	10
			36,0	317	13
			37,0	323	17
			38,0	306	13
			39,0	312	12
			40,0	305	11
41,0	317	7			
42,0	307	9			
43,0	298	10			
44,0	285	15			

Forts. Tab. 3

GW-Meßstelle	Datum	Gwsp unt. Meßpkt. (m)	Meßtiefe unt. Meßpkt. (m)	Ri (°)	σ (Ri)
XVII	27.06.	4,05	19,0		
			20,0	321	17
			21,0		
			22,0	314	23
			23,0	302	17
			24,0	323	19
			25,0	320	15
			26,0	322	15
			27,0	267	15
			28,0	275	24
			29,0	17	23
			30,0	346	33
			31,0	346	26
	28.11.	4,23	19,9	292	20
			20,0	283	12
			21,0	308	14
			22,0	288	21
			23,0	251	14
			24,0	271	15
			25,0	310	12
			26,0	321	11
			27,0	319	8
			28,0	355	21
XVIII	19.06.	5,85	20,0	27	14
			21,0	48	11

Forts. Tab. 3

GW-Meßstelle	Datum	Gwsp unt. Meßpkt. (m)	Meßtiefe unt. Meßpkt. (m)	Ri (°)	$\sigma(Ri)$
XIX	26.11.	5,32	20,0	83	22
			21,0	66	11
	20.06.	3,52	10,5	293	23
			11,5	235	16
			13,5	340	21
			14,5	238	16
			15,5		
	26.11.	3,68	16,5	275	22
			10,5	159	7
			11,5	158	13
13,5			160	16	
14,5			162	15	
15,5			179	9	
173	25.06.	4,04	11,5	52	20
	28.11.	4,67	11,5	67	26
663	19.06.	5,69	14,8	357	24
	26.11.	5,93	14,8	62	28
2210	26.06.	9,68	18,5	307	20
	26.11.	9,21	18,5	351	24
2384	03.07.	6,97	14,9	67	15
	26.11.	6,99	14,9	85	15

Forts. Tab. 3

GW-Meßstelle	Datum	Gwsp unt. Meßpkt. (m)	Meßtiefe unt. Meßpkt. (m)	Ri (°)	ζ (Ri)
2385	25.06.	4,25	12,0	9	24
	26.11.	4,85	12,0	6	8
2393	26.06.	4,68	13,8	17	17
			14,8	307	13
	27.11.	4,69	13,8	358	12
			14,8	39	14
2407	26.06.	9,49	13,0	344	31
	26.11.	8,83	13,0	297	21

Tab. 4: Mittelwerte der Filtergeschwindigkeiten v_f (nach Abb. 4 und Abb. 5 mit der Standardstreuung zwischen $+\sigma$ und $-\sigma$) des oberflächennahen Grundwassers in den einzelnen gemessenen Grundwassermeßstellen sowie für alle Grundwassermeßstellen (II. BA - 1.Meßkampagne: Juni/Juli 1985; - 2. Meßkampagne: November 1985)

n = Anzahl der Beobachtungen
 * v_f für n = 2 bis 7 als arithm. Mittel mit Standardabweichung s

GW-Meßstelle	Meßkamp.	n	$\overline{v_f}$ (m/d)	$+\sigma$	$-\sigma$
I A	1.	3 (*)	0,10	0,21	0,01
I A	2.	3 (*)	0,05	0,06	0,04
VI	1.	19	0,16	0,45	0,06
VI	2.	19	0,09	0,15	0,06
X	1.	14	0,13	0,25	0,06
X	2.	14	0,12	0,21	0,07
XVII	1.	13	0,15	0,26	0,08
XVII	2.	13	0,16	0,31	0,07
XVIII	1.	2 (*)	0,10	0,16	0,04
XVIII	2.	2 (*)	0,05		
XIX	1.	6 (*)	0,43	0,74	0,12
XIX	2.	6 (*)	0,39	0,78	0
173	1.	1	0,01		
173	2.	1	0,02		

Forts. Tab. 4

GW-Meßstelle	Meßkamp.	n	$\overline{v_f}$ (m/d)	+ σ	- σ
663	1.	1	0,06		
663	2.	1	0,03		
2210	1.	1	0,02		
2210	2.	1	0,01		
2384	1.	1	0,04		
2384	2.	1	0,06		
2385	1.	1	0,03		
2385	2.	1	0,02		
2393	1.	2 (*)	0,07	0,13	0,01
2393	2.	2 (*)	0,05	0,06	0,04
2407	1.	1	0,15		
2407	2.	1	0,03		
alle GW-Meßstellen	1.	65	0,13	0,33	0,05
	2.	65	0,09	0,20	0,04

Tab. 5: Mittelwerte der Fließrichtungen R_i (arithmetisches Mittel mit Standardabweichung s) des oberflächennahen Grundwassers in den einzelnen gemessenen Grundwassermeßstellen sowie für alle Grundwassermeßstellen
 (II. BA - 1. Meßkampagne: Juni/Juli 1985;
 - 2. Meßkampagne: November 1985)

$\overline{\sigma}(R_i)$ = arithm. Mittel der Meßfehler
 n = Anzahl der Beobachtungen

GW-Meßstelle	Meßkamp.	n	$\overline{R_i}$ ($^{\circ}$)	s	$\overline{\sigma}(R_i)$
I A	1.	3	294	47	16
I A	2.	3	246	73	13
VI	1.	13	346	39	18
VI	2.	15	310	71	23
X	1.	10	329	20	18
X	2.	14	314	16	13
XVII	1.	11	319	31	21
XVII	2.	13	327	60	17
XVIII	1.	2	38	15	13
XVIII	2.	2	75	12	17
XIX	1.	5	276	43	20
XIX	2.	6	162	9	12
173	1.	1	52		20
173	2.	1	67		26

Forts. Tab. 5

GW- Meßstelle	Meß- kamp.	n	\overline{Ri} (°)	s	$\overline{\sigma(Ri)}$
663	1.	1	357		24
663	2.	1	62		28
2210	1.	1	307		20
2210	2.	1	351		24
2384	1.	1	67		15
2384	2.	1	85		15
2385	1.	1	9		24
2385	2.	1	6		8
2393	1.	2	342	50	15
2393	2.	2	19	29	13
2407	1.	1	344		31
2407	2.	1	297		21
alle GW- Meßstellen	1.	52	332	44	19
	2.	61	311	78	17

Tab. 6: Zusammenstellung der Mittelwerte der Filtergeschwindigkeiten v_f (mit der Standardstreuung zwischen $+\sigma$ und $-\sigma$) und den Fließrichtungen R_i (arithmetisches Mittel mit der Standardabweichung s) des oberflächennahen Grundwassers in den einzelnen gemessenen Grundwassermeßstellen (I. BA - 1. Meßkampagne: Jan./Febr. 1985; - 2. Meßkampagne: Juni/Juli 1985; II. BA - 1. Meßkampagne: Juni/Juli 1985; - 2. Meßkampagne: November 1985)

n = Anzahl der Beobachtungen

* v_f für $n = 2$ bis 7 als arithm. Mittel mit Standardabweichung s

$\overline{\sigma}(R_i)$ = arithm. Mittel der Meßfehler

GW-Meßstelle	Meßkampagne	n	$\overline{v_f}$ (m/d)	$+\sigma$	$-\sigma$	$\overline{R_i}$ (°)	s	$\overline{\sigma}(R_i)$
III	I. BA - 1.	24	0,25	1,02	0,06			
		18				342	42	11
V	I. BA - 2.	24	0,25	0,55	0,12			
		19				331	36	20
VII A	I. BA - 1.	7	0,06	0,14	0,03			
		6				4	17	7
IX A	I. BA - 2.	7	0,09	0,13	0,05			
		7				33	11	16
XV	I. BA - 1.	2 ^(x)	1,40	2,06	0,74			
		2 ^(x)				91	13	21
1111	I. BA - 2.	2	1,30	1,96	0,64			
		2				97	2	15
I A	I. BA - 1.	17	0,55	1,05	0,28			
		12				35	95	17
VI	I. BA - 2.	17	0,60	1,38	0,26			
		14				235	32	22
XV	I. BA - 1.	15	0,09	0,17	0,04			
		15				299	36	10
1111	I. BA - 2.	15	0,13	0,20	0,07			
		12				334	35	24
I A	I. BA - 1.	1	0,18					
		1				343		10
I A	I. BA - 2.	1	0,12					
		1				17		15
I A	II. BA - 1.	3 ^(x)	0,10	0,21	0,01			
		3				294	47	16
VI	II. BA - 2.	3 ^(x)	0,05	0,06	0,04			
		3				246	73	13
VI	II. BA - 1.	19	0,16	0,45	0,06			
		13				346	39	18
VI	II. BA - 2.	19	0,09	0,15	0,06			
		15				310	71	23

Forts. Tab. 6

GW-Meßstelle	Meßkam- pagne	n	$\overline{v_f}$ (m/d)	+ σ	- σ	$\overline{R_i}$ ($^{\circ}$)	s	$\overline{\sigma(R_i)}$
X	II. BA - 1.	14	0,13	0,25	0,06	329	20	18
		10						
XVII	II. BA - 2.	14	0,12	0,21	0,07	314	16	13
		14						
		13	0,15					
XVIII	II. BA - 1.	11	0,15	0,26	0,08	319	31	21
		13	0,16					
		13						
XIX	II. BA - 2.	13	0,16	0,31	0,07	327	60	17
		2 ^(x)	0,10					
		2						
173	II. BA - 1.	2 ^(x)	0,05	0,16	0,04	38	15	13
		2						
		2	0,05					
663	II. BA - 2.	2	0,05	0,74	0,12	75	12	17
		6 ^(x)	0,43					
		5						
2210	II. BA - 1.	6 ^(x)	0,43	0,74	0,12	276	43	20
		6	0,39					
		6						
2384	II. BA - 2.	6	0,39	0,78	0	162	9	12
		1	0,01					
		1						
2385	II. BA - 1.	1	0,01	0,78	0	52		20
		1	0,02					
		1						
2385	II. BA - 2.	1	0,02	0,78	0	67		26
		1	0,06					
		1						
2393	II. BA - 1.	1	0,06	0,78	0	357		24
		1	0,03					
		1						
2407	II. BA - 2.	1	0,03	0,78	0	62		28
		1	0,02					
		1						
2384	II. BA - 1.	1	0,02	0,78	0	307		20
		1	0,01					
		1						
2385	II. BA - 2.	1	0,01	0,78	0	351		24
		1	0,04					
		1						
2385	II. BA - 1.	1	0,04	0,78	0	67		15
		1	0,06					
		1						
2393	II. BA - 2.	1	0,06	0,78	0	85		15
		1	0,03					
		1						
2407	II. BA - 1.	1	0,03	0,78	0	9		24
		1	0,02					
		1						
2393	II. BA - 2.	1	0,02	0,78	0	6		8
		2 ^(x)	0,07					
		2						
2407	II. BA - 1.	2 ^(x)	0,07	0,13	0,01	342	50	15
		2						
		2 ^(x)	0,05					
2407	II. BA - 2.	2	0,05	0,06	0,04	19	29	13
		2						
		1	0,15					
2407	II. BA - 1.	1	0,15	0,06	0,04	344		31
		1	0,03					
		1						
2407	II. BA - 2.	1	0,03	0,06	0,04	297		21
		1						
		1						

Tab. 7: Mittelwerte der Filtergeschwindigkeiten v_f (mit der Standardstreuung zwischen $+\sigma$ und $-\sigma$) und den Fließrichtungen R_i (arithmetisches Mittel mit der Standardabweichung s) des oberflächennahen Grundwassers für die jeweils in einer Meßkampagne gemessenen Grundwassermeßstellen

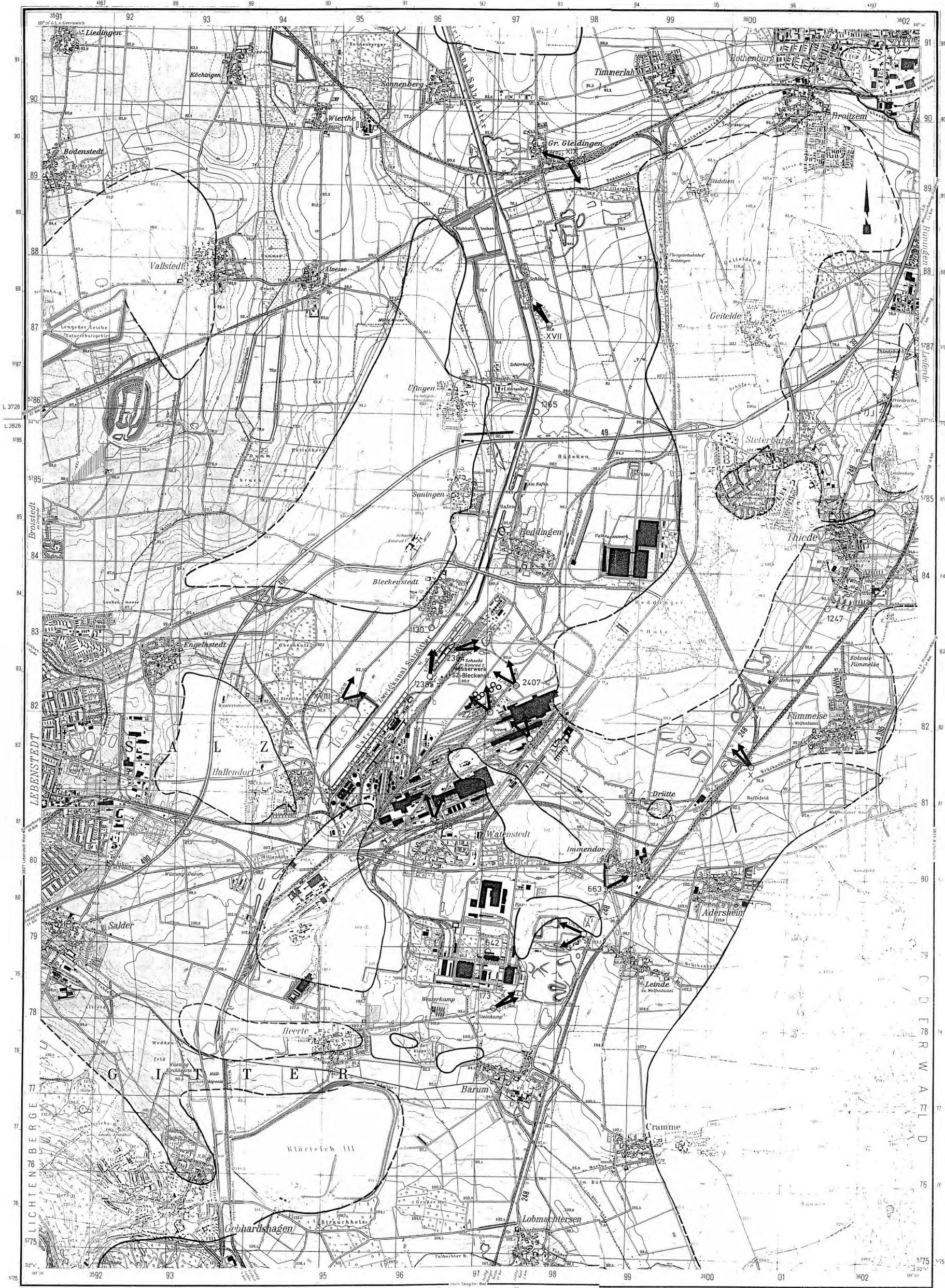
- (I. BA - 1. Meßkampagne: Jan./Febr. 1985;
 - 2. Meßkampagne: Juni/Juli 1985;
 II. BA - 1. Meßkampagne: Juni/Juli 1985;
 - 2. Meßkampagne: November 1985)

$\frac{n}{\sigma(R_i)}$ = Anzahl der Beobachtungen
 = arithm. Mittel der Meßfehler

GW-Meßstelle	Meßkampagne	n	$\overline{v_f}$ (m/d)	$+\sigma$	$-\sigma$	$\overline{R_i}$ (°)	s	$\overline{\sigma(R_i)}$
III, V, VII A, XV, 1111, (ohne IX A)	I. BA - 1.	49 42	0,17	0,58	0,05	338	50	11
III, V, VIIA, XV, 1111, (ohne IX A), I A, VI, X, XVII, XVIII, XIX, 173, 663, 2210, 2384, 2385, 2393, 2407	I. BA - 2. und II. BA - 1.	114 93	0,16	0,42	0,06	340	46	19
I A, VI, X, XVII, XVIII, XIX, 173, 663, 2210, 2384, 2385, 2393, 2407	II. BA - 2.	65 61	0,09	0,20	0,04	311	78	17

Verzeichnis der Anlagen

- Anlage 1: Topographische Karte
 1 : 15.000
 Lage der für die Einbohrlochmessungen ausgewählten
 Grundwassermeßstellen (II. BA), mit Angabe der
 Fließrichtungen und Filtergeschwindigkeiten des
 oberflächennahen Grundwassers.
- Anlage 2: Topographische Karte
 1 : 15.000
 Lage der für die Einbohrlochmessungen ausgewählten
 Grundwassermeßstellen (I. und II. BA), mit Angabe
 der Fließrichtungen und Filtergeschwindigkeiten
 des oberflächennahen Grundwassers.

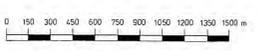


LEGENDE:

Untersuchungsgebiet der GSF : R. 392000-3602000
H. 9775000-9781000

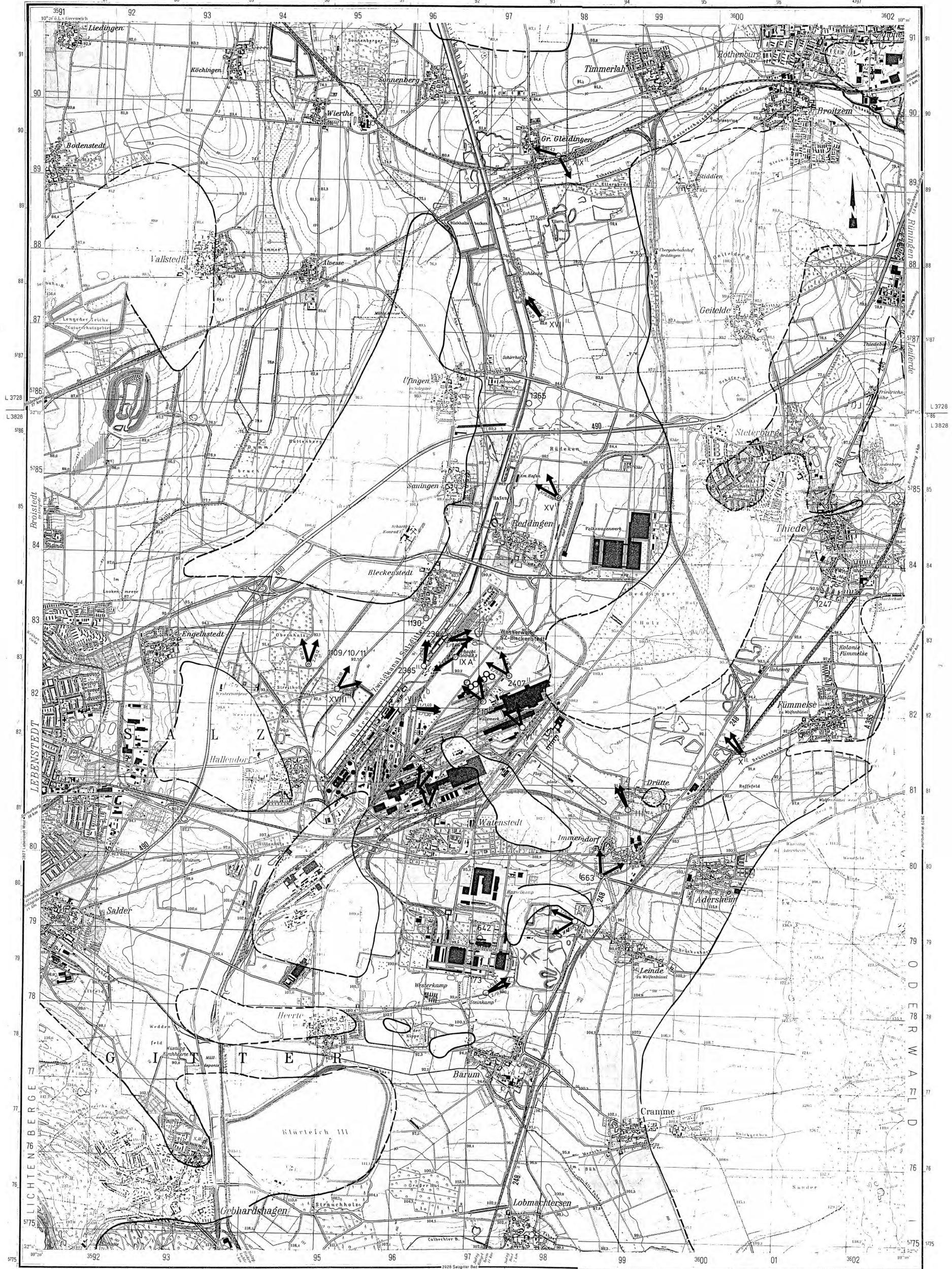
- Gebiete mit Quartärmächtigkeiten $\geq 5m$
- Grundwasserförderbrunnen
- Grundwassermeßstelle
- ⊙ Grundwassermeßstellengruppe

←/0.8l Fließrichtung des oberflächennahen Grundwassers,
mit Angabe der Filtergeschwindigkeit in m/d
und der Meßkampagne 1: Juni/Juli 1985
GW-Hochstand
2: (November 1985)
GW-Niedrigstand



Kartengrundlage: Topographische Karte 1:25 000
3728 (1983) und 3828 (1982)
Vervielfältigt mit Erlaubnis des Herausgebers:
Niedersächs. Landesverwaltungsamt - Landesvermessung
- B5 - 378 / 84

Projekt: Schachtanlage Konrad Salzgitter			
Leitungsakz.: Teilaufgabe Nr. 2219.04 Arbeitspaket Nr. 1/ II.BA			
Bemerkung: Objekt: Fließricht u. Filtergeschwindigkeitsbest. im oberflächennahen GW			
Einzelheit: Lage der für die Einbaulochmess. ausgew. GW-Meßstellen II.BA			
Datum: 12/85	Maßstab: 1:15 000	Anlage: 1	

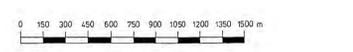


LEGENDE :

- Gebiete mit Quartärmächtigkeiten >= 3m
- Grundwasserförderbrunnen
- Grundwassermeßstelle
- Grundwassermeßstellengruppe

Fließrichtung des oberflächennahen Grundwassers, mit Angabe der Filtergeschwindigkeit in m/d und der Meßkampagne IBA 1 (Jan./Febr. 1985) und IBA 2 (Juni/Juli 1985)

- IBA 1 (Jan./Febr. 1985)
 1. GW-Niedrigstand
 2. (Juni/Juli 1985) GW-Hochstand
- IBA 2 (Juni/Juli 1985)
 1. GW-Hochstand
 2. (November 1985) GW-Niedrigstand



Kartengrundlage: Topographische Karte 1:25 000
 3728 (1983) und 3828 (1982)
 Vervielfältigt mit Erlaubnis des Herausgebers:
 Niedersächs. Landesverwaltungsamt - Landesvermessung
 - B5 - 378 / 84

Projekt: Schachtanlage Konrad Salzgitter	
Leistungsprotokoll:	Teilaufgabe Nr. 22/9/GC Arbeitspaket Nr. 1/1 und IBA
Bemerkung:	Objekt: Fließricht- u. Fließgeschwindigkeitsbest. im oberflächennahen GW Einzelheit: Lage der für die Einbohrlochmessung ausgew. GW-Meßstellen 1 und IBA
Datum:	Moßstab: 1:15 000
dear: 12/85	Anlage: 2
gez: 12/85	
GfZ-Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München Institut für Tiefenerdung	