		D	ECKBLA	Π				
		Projekt	PSP-Element	ОЫ , Ка	enn.	Aulgabe	1 UA	LM. Nr.
EU 134		NAAN	<u> </u>		NNNX	A A X X	- A A	NNNN
Titol der Hatorice	<u> </u>	9K	l 			1G	RB	0031
Hydraulisch	e Höhe, Fli	ießgeschwind:	igkeiten und	flieGzei	ten in	n einem	n []	L .
Grundwasser überlagert	leiter, der wird, Archiv	von einer so /-Nr.: 98.470	chlechter du]	urchlässig	jen Sch	licht	Sta	nd:
Enteller							Sep	otember
BGR								
Stempelfeld:	<u> </u>		<u></u>					
		•						
	OK (2122427	··· <u>·</u> ····			3 1 4			
		, 			2.1.1	u.u		
			PL			PL.		
				02.06.87				
						V	Freiguie	e im Projekt

• •

٩,

Revisionsblatt

Revisionsblatt						
	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	U A	Lfd. Nr Rev.
	NAAN	N N N N N N N N N	N N N N N N	X A A X X	AA	1 N N N N N N
EU 134	9K		-	HG	RB	0031 00
Titel der Unterlage:					Seite:	
Hydraulische Höhe, Fließgeschwindigkeiten und Fließzeiten in einem Grundwasserleiter, der von einer schlechter durchlässigen Schicht						
überlagert wird, Archiv-Nr.: 98.4/U					Stand:	
					Septe	mber 1985

Rev.	Revisionsst. Datum	verant. Stelle	Gegenzeichn. Name	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision
			:			
			1			
		1				
	•					
				1		
				1		
			1		; ;	
		! [
		•				
						•
						i
*) K K	ategorie R — re ategorie V — ve ategorie S —	daktionelle	Korrektur nde Verbesseru Andenung	ing		
Min	destena; bei dei	Kategorie	Sensissen Erlä	uterung	en ang	gegeben werden.

(

C

BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UNDS ROHSTOFFE HANNOVER

Hydraulische Höhe, Fließgeschwindigkeiten und Fließzeiten in einem Grundwasserleiter, der von einer schlechter durchlässigen Schicht überlagert wird

- Einige analytische Lösungen der hierfür maßgeblichen Differentialgleichung -

Sachbearbeiter:

ſ

Datum: Archiv-Nr.: Tagebuch-Nr.:



September 1985 98.470 11.770/85

- 1 -

• .

.

Inhaltsverzeichnis

ł

.

Ĉ

(

		<u>Seite:</u>
1.	Einleitung	2
2.	Hydrogeologische Situation	3
3.	Herleitung der Differentialgleichung	5
4.	Hydraulische Höhen, Fließgeschwindigkeiten, Fließzeiten und Durchflußmergen bei verschiedenen Randbedingungen	8
5.	Beispiel für die unter 4. entwickelten analytischen Lösungen	15

Anlage	1:	FORTRAN-Programm
Anlage	2:	Ein- und Ausgabedaten für das Beispiel in Kapitel 5
Anlage	3:	Bedienungsanleitung für das Programm aus Anlage 1

1. <u>Einleitung</u>

(

Im vorliegenden Bericht werden analytische Lösungen für die hydraulische Höhe (Standrohrspiegelhöhe) in einem Grundwassersystem entwickelt, bei dem ein Grundwasserleiter von einer wesentlich schlechter durchlässigen Schicht einheitlicher Mächtigkeit überlagert wird.

Nach Schilderung der hydrogeologischen Situation, aus der ein solcher idealisierter Fall abgeleitet werden kann, wird die zugehörige Differentialgleichung hergeleitet. Für verschiedenen Randbedingungen ergeben sich daraus Lösungen für die hydraulische Höhe und die Fließgeschwindigkeiten sowie abgeleitet aus diesen Gleichungen für die Fließzeiten und die Durchflußmengen.

Ein Fallbeispiel schließlich gibt für eine spezielle, vorgegebene Situation einen Einblick in die Auswirkungen verschiedener Randbedingungen auf hydraulische Höhen und Fließzeiten.

Das für die Berechnung der Daten verwendete FORTRAN-Programm ist in Anlage 1 enthalten. Anlage 2 enthält die mit Hilfe dieses Programms berechneten Daten für das Fallbeispiel. Anlage 3 ist eine Bedienungsanleitung zur Benutzung des Programms in einer Ausführung bezogen auf die VAX der BGR.

2. Hydrogeologische Situation

In NW-Deutschland wird die regionale Grundwasserströmung oft durch die Abb. 1a skizzierte geologische Situation bestimmt.

Mesozoische Sedimente wurden durch die Salztektonik steilgestellt und bilden heute Höhenzüge. Im Kern der Höhenzüge treten durchlässige Sedimente zutage, die Niederschlag leicht aufnehmen. Dort steht der Grundwasserspiegel im allgemeinen über der Oberfläche des umliegenden Flachlandes, wenn die gut durchlässigen Sedimente im Kern der Höhenzüge von schwer durchlässigen seitlich abgedeckt werden.



Abb. 1: Skizze der hydrogeologischen Ausgangssituation (Abb. 1a) sowie ihrer Umsetzung in ein Modell (Abb. 1b)

Schicht A: Grundwasserleiter Schicht B: Grundwasserhemmer

h_o: Differenz des Grundwasserstandes zwischen der Hochlage und der Niederung

- 3 -

Der hohe Grundwasserstand in den Hochlagen sorgt für einen langfristig gleichmäßigen Grundwasserabstrom zur Ebene hin. Grundwasserergänzung durch Niederschlag, Abstrom und Grundwasseraustritt in der Ebene stehen im Gleichgewicht. Die Neubildungsrate sowie die Durchlässigkeiten der Sedimente und deren Anordnung bestimmen Höhe und Verteilung der Grundwasserbewegung. Sie soll zur groben Orientierung für einfache Fälle im folgenden berechnet werden.

Die skizzierte geologische Situation in Abb. 1a wird dazu in ein Modell (Abb. 1b) umgewandelt. Am linken Rand wird im Grundwasserleiter eine hydraulische Höhe h_0 als Randbedingung festgesetzt, die der Höhendifferenz zwischen Grundwasserspiegel im Kern des Sattels und der Höhe des umliegenden Flachlandes entspricht. An der horizontalen Oberfläche des Modellkörpers in Abb. 1b ist dann die hydraulische Höhe h = 0 einzusetzen (Bezugsniveau). Die Sohlschicht unter dem Grundwasserleiter soll undurchlässig sein (z. B. Zechsteinsalinar). Der linke Rand in Abb. 1b darf als Wasserscheide angenommen werden, wenn der Höhenzug symmetrisch gebaut ist.

Lediglich für den rechten Rand des Systems in Abb. 1b sollen Fallunterscheidungen zugelassen sein:

- In einer gewissen Entfernung vom Höhenzug soll im überdeckten Grundwasserleiter die hydraulische Höhe h gleich Null sein (z. B. durch Messung in einer Bohrung nachgewiesen).
- In einer gewissen Entfernung vom Höhenzug ist eine undurchlässige vertikale Grenze anzunehmen (z. B. ein dem Höhenzug parallel laufender Salzstock).
- Das Flachland dehnt sich sehr weit aus und der Überdruck im Grundwasserleiter soll theoretisch erst in unendlicher Entfernung den Wert Null erreichen.

Für diese angegebenen Fälle lassen sich die hydraulischen Höhen und Grundwasserströmungen berechnen.

3. Herleitung der Differentialgleichung

Die folgenden analytischen Lösungen beziehen sich also auf eine Modellsituation, bei der ein quaderförmiger Grundwasserleiter von einer wesentlich schlechter durchlässigen Schicht überlagert wird (Abb. 2). Bei der Herleitung der Differentialgleichung werden als Voraussetzungen benutzt:

- Der Grundwasserabstrom im GW-Leiter ist horizontal, in der schlechter durchlässigen überlagernden Schicht vertikal. Dies ist bei starkem Durchlässigkeitskontrasten zwischen beiden Schichten erfüllt.
- Die Dichte des Grundwassers ist konstant.
- Der Grundwasserabstrom verläuft gänzlich in der Profilebene.



Abb. 2: Modell für die hydrogeologische Ausgangssitutation (Angaben zu den Größen siehe Text)

- 5 -

Vorgegeben ist im Grundwasserleiter an der linken Fläche A (bei x = o) eine konstante hydraulische Höhe. An der rechten Austrittsfläche im Grundwasserleiter B ($x = x_1$) ist

- a) die hydraulische Höhe vorgegeben mit $h(x_1) = 0$ oder
- b) der Durchfluß gleich Null d.h. $\frac{dh}{dx} = 0$ oder
- c) die hydraulische Höhe sehr weit entfernt gleich Null (d. h. lim h (x) = 0). $x \rightarrow \infty$

An der Deckfläche der überlagernden Schicht C ist in allen Fällen die hydraulische Höhe gleich Null. Die Schlschicht D ist undurchlässig.

Es bezeichnen im weiteren Verlauf:

 $(\$

m	Mächtigkeit des Grundwasserleiters (GW-Leiter)	(m)
m'	Mächtigkeit der überlagernden Schicht	(m)
К	Durchlässigkeit des GW-Leiters	(m/s)
К'	Durchlässigkeit des GW-Hemmers	(m/s)
φ	effektive Porosität im GW-Leiter	(m³/m³)
φ'	effektive Porosität im GW-Hemmer	(m³/m³)
h	hydraulische Höhe	(mWS)
q	Filtergeschwindigkeit	(m³/m²s)
V	Abstandsgeschwindigkeit	(m/s)
Q	Durchfluß	(m³/s)
b	Breite des GW-Leiters bzw. GW-Hemmers	(m)

Für den Durchfluß Q im GW-Leiter gilt (mit q = - K $\frac{dh}{dx}$)

$$Q = q \cdot m \cdot b = -m \cdot b \cdot K \cdot \frac{dh}{dx}$$
(1)

Für den Durchfluß Q_Z im GW-Hemmer gilt bezogen auf ein Raumelement mit der Länge Δx (siehe Abb. 3):

 $Q_z = \Delta x \cdot b \cdot q_z$



Abb. 3: Grundwasserumsatz für ein Raumelement im Grundwasserleiter

Nun ist
$$q_z(x) = -K' \frac{\partial h}{\partial z} = -K' \frac{h(GW-Leiter) - h(Deckfläche)}{m'} = -\frac{K'}{m'} \cdot h(x)$$

Daraus ergibt sich:

1

(

$$Q_z = -\Delta x \cdot b \cdot \frac{K'}{m'} \cdot h$$

Aus der Bilanz für ein Raumelement (Abb. 3) folgt wegen

$$Q_{in} - Q_{aus} = Q_{z} :$$

$$\frac{dQ}{dx} = -b \frac{K'}{m'} h$$
(2)

Da andererseits (Gleichung (1) abgeleitet nach x)

$$\frac{dQ}{dx} = -m \cdot b \cdot K \cdot \frac{d^2h}{dx^2}$$

ist, ergibt sich daraus (mit (2)):

$$-m \cdot b \cdot K \cdot \frac{d^2h}{dx^2} = -b \frac{K'}{m'}h$$

Daraus folgt mit $L^2 = \frac{K}{K} m m'$:

$$L^{2} h''(x) = h(x)^{+}$$

Die allgemeine Lösung dieser Differentialgleichung lautet:

$$h(x) = a e^{\frac{X}{L}} + b e^{-\frac{X}{L}}$$
(3)

4. <u>Hydraulische Höhen, Fließgeschwindigkeiten, Fließzeiten</u> und Durchflußmengen

4.1 <u>h = 0 am rechten Rand</u>

Seien nun folgende Randbedingungen gegeben:

1.) $h = h_0$ für x = 0 (linker Rand: hydr. Höhe konstant) 2.) h = 0 für $x = x_1$ (rechter Rand: hydr. Höhe Null)

Dann folgt als Lösung aus (3)

$$h_1(x) = h_0 (\sinh \frac{x_1}{L})^{-1} \sinh (\frac{x_1 - x}{L})$$
 (4)

+) Benutzung dieses Ansatzes bei zylindersymmetrischen Verhältnissen siehe z. B. Analysis and Evaluation of Pumping Test Data, Krusemann & de Ridder, Wageningen, 1976, S. 69 ff.

Daraus ergeben sich für die Filter- bzw. Abstandsgeschwindigkeit im Grundwasserleiter

$$q_{1}(x) = -K \frac{dh}{dx} = K \cdot \frac{h_{0}}{L} (\sinh \frac{x_{1}}{L})^{-1} \cosh \left(\frac{x_{1}-x}{L}\right)$$
(5)

$$V_{1}(x) = \frac{q_{1}(x)}{\phi} = \frac{K}{\phi} \cdot \frac{h_{0}}{L} \left(\sinh \frac{x_{1}}{L}\right)^{-1} \cosh \left(\frac{x_{1}-x}{L}\right)$$
(6)

Für die Fließgeschwindigkeiten in vertikaler Richtung durch den GW-Hemmer folgt (lineare Abnahme von h(x) gegen 0)

$$q_{1}^{Z}(x) = -K' \frac{dh}{dz} = -K' \frac{h(x) - h(Deckfläche)}{m'} = -\frac{K'}{m'} h(x)$$
$$= -\frac{K'}{m'} h_{0} (\sinh \frac{x_{1}}{L})^{-1} \sinh (\frac{x_{1}-x}{L})$$
(7)

bzw.

$$V_{1}^{Z}(x) = \frac{q_{1}^{Z}(x)}{\phi'} = -\frac{K'}{\phi'} \frac{h_{0}}{m'} (\sinh \frac{x_{1}}{L})^{-1} \sinh \left(\frac{x_{1}-x}{L}\right)$$
(8)

Diese Geschwindigkeiten sind konstant in z-Richtung.

Aus den Abstandsgeschwindigkeiten lassen sich die Laufzeiten eines Wasserteilchens bestimmen:

Es gilt im GW-Leiter für die Laufzeit bis zum Punkt x:

$$t_{1}(x) = \int_{0}^{x} \frac{1}{V_{1}(x')} dx' = \frac{L \cdot \phi}{K \cdot h_{0}} (\sinh \frac{x_{1}}{L}) \cdot \int_{0}^{x} \frac{1}{\cosh \left(\frac{x_{1}-x}{L}\right)} dx'$$

Über Substitution folgt mit $\int_{0}^{X} \frac{1}{\cosh y} dy = 2 \operatorname{arctg} e^{y}$:

$$t_1(x) = \frac{2L^2\phi (\sinh \frac{x_1}{L})}{K \cdot h_0} \quad (\operatorname{arctg} e^{\frac{x_1}{L}} - \operatorname{arctg} e^{\frac{x_1 - x}{L}})$$
(9)

٠

Für die Laufzeit in der Deckschicht vom Punkt x zur Deckfläche gilt:

$$t_{1}^{Z}(x) = \frac{m'}{[V_{1}^{Z}(x)[} - \frac{\phi'(m')^{2} (\sinh \frac{x_{1}}{L})}{K' h_{0}} (\sinh \frac{x_{1}-x}{L})^{-1}$$
(10)

Daraus folgt als Formel für die gesamte Laufzeit eines Wasserteilchens von der Eintrittsfläche im GW-Leiter bis zur Deckfläche:

$$t_1^{g}(x) = t_1^{z}(x) + t_1(x) =$$

$$= \frac{\sinh \frac{x_{1}}{L}}{h_{0}} \left[\frac{2\phi L^{2}}{K} (\operatorname{arctg} e^{\frac{x_{1}}{L}} - \operatorname{arctg} e^{\frac{x_{1}-x}{L}} + \frac{\phi'(m')^{2}}{K'} (\sinh \frac{x_{1}-x}{L})^{-1} \right]$$
(11)

4.2 Kein Durchfluß am rechten Rand

Seien nun die Randbedingungen

ſ

(

1.) $h = h_0$ für x = 0 (linker Rand: hydr. Höhe konstant) 2.) $\frac{dh}{dx} = 0$ für $x = x_1$ (rechter Rand: kein Durchfluß)

Dann ergibt sich als Lösung aus (3)

$$h_2(x) = h_0(\cosh \frac{x_1}{L})^{-1} \cosh (\frac{x_1 - x}{L})$$
 (12)

- 10 -

Die entsprechenden Formein für die Geschwindigkeiten und Fließzeiten lauten dann:

$$a_{2}(x) = K \frac{h_{0}}{L} \left(\cosh \frac{x_{1}}{L}\right)^{-1} \sinh \left(\frac{x_{1}-x}{L}\right)$$
 (13)

$$V_{2}(x) = \frac{K}{\phi} \frac{h_{0}}{L} \left(\cosh \frac{x_{1}}{L}\right)^{-1} \sinh \left(\frac{x_{1}-x}{L}\right)$$
(14)

$$q_{2}^{Z}(x) = -K' \frac{h_{0}}{m'} \left(\cosh \frac{x_{1}}{L}\right)^{-1} \cosh \left(\frac{x_{1}-x}{L}\right)$$
 (15)

$$V_{2}^{Z}(x) = -\frac{K'}{\phi'} \frac{h_{0}}{m'} \left(\cosh \frac{x_{1}}{L}\right)^{-1} \cosh \left(\frac{x_{1}-x}{L}\right)$$
(16)

Wegen
$$\int \frac{1}{\sinh y}$$
 dy = 1n tanh $\frac{y}{2}$ folgt daraus:

$$t_{2}(x) = \frac{L^{2} \phi \cosh \frac{x_{1}}{L}}{K \cdot h_{0}} (\ln \tanh \frac{x_{1}}{2L} - \ln \tanh \frac{x_{1}-x}{2L})$$
(17)

$$t_{2}^{Z}(x) = \frac{\phi'(m')^{2} \cdot (\cosh \frac{x_{1}}{L})}{K' \cdot h_{0}} (\cosh (\frac{x_{1}-x}{L}))^{-1}$$
(13)

$$t_{2}^{g}(x) = \frac{\cosh \frac{x_{1}}{L}}{h_{0}} \left[\frac{\phi L^{2}}{K} \left(\ln \tanh \frac{x_{1}}{2L} - \ln \tanh \frac{x_{1}-x}{2L}\right) + \frac{\phi'(m')^{2}}{K'} \left(\cosh(\frac{x_{1}-x}{L})\right)^{-1}\right]$$
(19)

4.3 <u>h = 0 im Unendlichen</u>

ĺ

Gegeben sind als Randbedingungen im dritten Fall

1.)
$$h = h_0$$
 für x = 0 (linker Rand: hydr. Höhe konstant)

2.) $\lim_{X\to\infty} h(x) = 0$ (hydr. Höhe geht im Unendlichen gegen Null) Dann ergibt sich als Lösung aus (3)

$$h_{3}(x) = h_{0} e^{-\frac{x}{L}}$$
 (20)

Daraus lassen sich Formeln für die Geschwindigkeiten und Fließzeiten berechnen:

ſ

$$q_{3}(x) = K \frac{h_{0}}{L} e^{-\frac{X}{L}}$$
 (21)

$$V_{3}(x) = \frac{K}{\phi} \frac{h_{0}}{L} e^{-\frac{X}{L}}$$
(22)

$$q_{3}^{Z}(x) = -K' \frac{h_{0}}{m'} e^{-\frac{X}{L}}$$
 (23)

$$V_{3}^{Z}(x) = -\frac{K'}{\phi'} \frac{ho}{m'} e^{-\frac{X}{L}}$$
(24)

$$t_{3}(x) = \frac{L^{2}\phi}{K \cdot h_{0}} (e^{L} - 1)$$
 (25)

$$t_{3}^{Z}(x) = \frac{\phi'(\pi')^{2}}{\kappa' h_{0}} e^{L}$$
(26)

$$t_{3}^{g}(x) = \frac{1}{h_{o}} \left[\frac{\phi L^{2}}{K} \left(e^{L} - 1 \right) + \frac{\phi'(m')^{2}}{K'} e^{L} \right]$$
(27)

4.4 Durchflußmengen

Aus den unter 4.1, 4.2, 4.3, berechneten Filtergeschwindigkeiten lassen sich ebenfalls die Durchflüsse berechnen.

Dabei ergibt sich im Falle von Randbedingung (4.1) unter Verwendung der Gleichung (5) als einfließende Wassermenge in den Grundwasserleiter bei x = 0:

$$Q(in) = q_1(0) \cdot m \cdot b = m \cdot b \cdot K \cdot \frac{h_0}{L} \left(\sinh \frac{x_1}{L}\right)^{-1} \cdot \cosh(\frac{x_1}{L})$$
(28)

und für die ausströmende Wassermenge aus dem Grundwasserleiter bei x = x_1 :

$$Q(aus) = q_1(x_1) \cdot m \cdot b = m \cdot b \cdot K \frac{h_0}{L} (sinh \frac{x_1}{L})^{-1}$$
(29)

Für die ausströmende Menge Q_Z in die schwerer durchlässige Schicht zwischen zwei x-Werten x_2 , x_3 mit $0 \le x_2 < x_3 \le x_1$ folgt mit Gleichung (7):

$$Q_{z}(x_{2}, x_{3}) = b \cdot \int_{x_{2}}^{X_{3}} q_{1}^{z}(x') dx'$$

$$= -b \int_{x_{2}}^{X_{3}} \frac{K'}{m'} h_{0} (\sinh \frac{x_{1}}{L})^{-1} \sinh (\frac{x_{1}-x'}{L}) dx'$$

$$= -b \frac{K'}{m'} h_{0} (\sinh \frac{x_{1}}{L})^{-1} \int_{x_{2}}^{X_{3}} \sinh (\frac{x_{1}-x'}{L}) dx'$$

$$= -b \frac{K'}{m'} h_{0} (\sinh \frac{x_{1}}{L})^{-1} \cdot L[\cosh(\frac{x_{1}-x_{2}}{L}) - \cosh(\frac{x_{1}-x_{3}}{L})] (30)$$

Für die Randbedingungen (4.2) lauten die entsprechenden Gleichungen bei Verwendung der Gleichungen (13) und (15) :

$$Q(in) = m \cdot b \cdot K \cdot \frac{h_0}{L} \left(\cosh \frac{x_1}{L}\right)^{-1} \sinh \left(\frac{x_1}{L}\right)$$
(31)

$$Q_{Z}(x_{2},x_{3}) = -b \cdot \frac{K'}{m'} h_{0} \left(\cosh \frac{x_{1}}{L}\right)^{-1} \cdot L \left[\sinh(\frac{x_{1}-x_{2}}{L}) - \sinh(\frac{x_{1}-x_{3}}{L})\right]$$
 (33)

Und für die Randbedingungen (4.3) schließlich ergeben sich unter Verwendung von Gleichung (21) und (23):

$$Q(in) = m \cdot b \cdot K \cdot \frac{h_o}{L}$$
(34)

$$Q(aus) = m \cdot b \cdot K \cdot \frac{h_0}{L} \cdot e^{-\frac{X_1}{L}}$$
(35)

$$Q_{Z}(x_{2}, x_{3}) = -b \int_{x_{2}}^{x_{3}} K' \frac{h_{0}}{m} e^{-\frac{X'}{L}} dx'$$

= -b · k' $\frac{h_{0}}{m'} L (e^{-\frac{X_{2}}{L}} - e^{-\frac{X_{3}}{L}})$ (36)

Die (-)Zeichen in den Gleichungen (30), (33) und (36) geben dabei wie bei den Gleichungen (7), (8), (15), (16), (23) und (24) die Richtung des nach oben auströmenden Wassers an.

Ć

5. Beipiel für die unter 4. entwickelten analytischen Lösungen

Das folgende Beibiel zeigt die Auswirkung der verschiedenen Randbedingungen auf die hydraulische Höhe im GW-Leiter in Abhängigkeit von verschiedenen Durchlässigkeiten in der überlagernden schwer durchlässigen Schicht. Außerdem vermittelt es einen Eindruck über die Laufzeiten für ein Tracerteilchen vom Startpunkt am linken Rand des GW-Leiters bis zum oberen Rand der überlagernden Schicht bzw. bis zum Austritt aus dem GW-Leiter am rechten Rand (bei Randbedingung 4.1). Die Ein- und Ausgabedaten für die Beispielrechnung sind in Anlage 2 enthalten.

Es wurden dabei verwendet:

-	Mächtigkeit des GW-Leiters m	10 m
-	Mächtigkeit der überlagernden Schicht m'	100 m
-	Durchlässigkeit des GW-Leiters K	10 ⁻⁵ m/s
-	Durchlässigkeit des GW-Hemmers K'	10^{-8} , 10^{-9} , 10^{-10} , 10^{-11} m/s
-	effektive Porosität im GW-Leiter ϕ	0,1 m³/m³
-	effektive Porosität im GW-Hemmer φ'	0,1 m³/m³
-	hydraulische Höhe am linken Rand h _o	10 m WS
-	Länge des betrachteten Systems ∆x	104m
-	Breite des betrachteten Systems b	1 m

Es zeigt sich (Abb. 4a - c), daß bei geringen Durchlässigkeitskontrasten (K = 10^{-5} m/s, K' = 10^{-8} m/s) der Abfall der hydraulischen Höhe fast unabhängig von der Randbedingung am rechten Rand erfolgt. Dieser Abfall erfolgt relativ rasch auf den ersten Kilometern mit sehr steiler negativer Steigung direkt beim linken Rand. Diese Situation wirkt sich entsprechend stark auf die Berechnung der Laufzeiten aus (Abb. 5). Der größte Teil des Tracermaterials errreicht sehr schnell die Oberfläche (Laufzeiten bei 300 bis 3000 a). Die mengenmäßig geringen Bewegungen am rechten Rand verlaufen äußerst langsam mit Laufzeiten bis zu mehr als $10^{5}a$. Auch die Laufzeit vom linken zum rechten Rand (Randbedingung 4.1) beträgt schon 6 $\cdot 10^{5}a$.



Abb. 4a: Randbedingung 4.1



Abb. 4b: Randbedingung 4.2

ť

(

Abb. 4c: Randbedingung 4.3

Abb. 4a - c: Hydraulische Höhe in Abhängigkeit vom Durchlässigkeitskontrast zwischen Grundwasserleiter und überlagernder schwer durchlässiger Schicht

a)
$$K/K' = 10^3$$
 b) $K/K' = 10^4$
c) $K/K' = 10^5$ d) $K/K' = 10^6$

- 16 -



Abb. 5: Laufzeiten von der Eintrittsfläche in den Grundwasserleiter bis zur Deckfläche der überlagernden Schicht.

8

10 [km]

0

2

4

6

ĺ

Bei x = 10 km ist entweder die Kurve angegeben (4.3) oder ein x für die Laufzeit bis zum Ende des GW-Leiters (4.1) oder für den Weg nur durch die schwer durchlässige Deckschicht (4.2) mit Angabe des Durchlässigkeitskontrastes. Für a (4.1, 4.2, 4.3) und d (4.1) wird die Laufzeit größer als 10^6 a. Mit zunehmendem Durchlässigkeitskontrast nehmen die Auswirkungen der verschiedenen Randbedingungen zu. Für Randbedingung 4.1 nähert sich die hydraulische Höhe im GW-Leiter einem linearen Verlauf zwischen $h(0) = h_0$ und $h(x_1) = 0$, bei Randbedingung 4.2 einer Geraden mit Steigung 0. Diese Tendenz besteht auch, jedoch wesentlich langsamer bei Randbedingung 4.3.

Für die Laufzeiten bis zur Oberkante der Deckfläche bedeutet dies, daß für die Randbedingung 1a relativ starke Steigerungen der Laufzeit in Abhängigkeit von der Entfernung vom Startpunkt zu beobachten sind, wobei natürlich der Startwert der Laufzeitkurve immer von der Laufzeit bei x = 0 vorgegeben wird. Die Laufzeiten für die Randbedingung 4.2 nähern sich mit zunehmendem Durchlässigkeitskontrast allmählich einem konstanten Wert (gegeben durch die Laufzeit durch die überlagernde Schicht). Bei Randbedingung 4.1 ist zu bemerken, daß die Laufzeiten durch den GW-Leiter mit Zunahme des Durchlässigkeitskontrastes stark abnehmen bis zu einer Größe von ca. 3000 a.

Es ergibt sich, daß bei der vorliegenden Situation geringe Laufzeiten - wie zu erwarten - bei geringem Durchlässigkeitskontrast bis zur Oberkante der überlagernden Schicht zu beobachten sind. Bei größeren Unterschieden in den Durchlässigkeiten und der Vorstellung eines weiter ausgedehnten GW-Leiters sind jedoch die Laufzeiten durch den GW-Leiter (Fälle 4.1 + 4.3) wesentlich geringer als durch die überlagernde Schicht, wobei die Menge des nach oben abströmenden Wasser sich bei K = 10^{-5} m/s und K' = 10^{-11} m/s auf weniger als 10 % der einströmenden Wassermenge verringert.

- 19 -

BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE HANNOVER

Sachbearbeiter:

.

.

Im Auftrage:

•

ł

r

Anlage 1: FORTRAN-Programm

•

Í

(

.

2

PROGRAM AN23CH

* DAS PRDGRAAM ANESCH BEDECHMET HYDPAULISCHE HOEHEN; * FILTER- UND ABSTANDSGESCHWINDIGKEITEN SOMIE TRADER-* LAJFZEITEN FUER INEISCHICHTENFAELLE (1.3. EIN GRUND-· WASSERLEITER MIT DEBERLAGERNOER SCHLECHT DURCHLAESSI-* GER SCHICHT). VURAJSGESETZT WIRD DABEL EINE REIN HD-* PILONTALE BENEGUNG IN DEP UNTEREN UND EINE REIN VER-* TIKALE BEWEGUND IN DER DEBERLAGERNDEN SCHICHT. * RANDBEDINGUNGEN FUER DIE HYDPAULISCHE HOFHE SIND: 1) HED A4 DEEREN RAND 2) HEHO (CONST.) AN LINKEN RAND DER UNTEREN * SCHICHT (EINSTROMBEREICH) * 34) H=D (CONST.) 324. 36) DH/OX=D ÷ AM RECHTEN RAND DER UNTEREN SCHICHT (D.H. AUSSTROM BED DA / KEIN AUSSTROM BED 38) 30) H=0 FUER X GEGEN UNENDLICH * * AUTOR : K. SCHELKES, 33.22, 5.35 REAL 41, 42, K1, K2, H0 REAL+B H/CX/VX/CC/VC/F4CC/F4CC/A1/A2/AT1/AT2/AT/TK/TC/TG REAL+8 X1/FAC1/X2/FAC6/X3/CHI/Q44/QMC DIMENSION XI(50) [1=2] $E \vee 4 = 21$ DPEN (UNITEIN/FILE="AN2SCHIN,DAT"/STATUS="OLD") DPEN (UNIT=INA/FILE='AN2SCHAUS.DAT'/STATUS='NEW') EINLESEN DER PARAMETER (11)SPEZIFIKATION DER LDESUNG (L=1: 34, L=2: 38, L=3: 30) MAECHTISKEIT DER UNTEREN SCHICHT (957.3)41 42 44ECHTIGKEIT DER UEBERLAGERNDEN SCHICHT k1 DURCHLAESSIGKEITSBEIWERT UNTERE SCHICHT <2 DURCHLAESSIGKEITSBEIKERT DEERE SCHICHT</pre> P1 EFFEKTIVE POROSITAET UNTERE SCHICHT (%) P2 EFFEKTIVE POROSITAET DEERE SCHICHT (%) H) HYDRAULISCHE HOEHE AM LINKEN RAND A1 LAENGE DES BETRACHTETEN SYSTEMS B BREITE DES BETRACHTETEN SYSTEMS NP ANZAHL DER ZU BERECHNENDEN PUNKTE XI ABSTAND DER PUNKTE VON XED (NP>D) (I2)(1057.0) KO ABSTAND EINES STARTWERTES VON X=D UND (257.0) DELK ABSTAND ZU DEDEM WEITEREN PUNKT (NP=D) BEM.: DIE GROESSEN MUESSEN KONSISTENT SEIN I4 CGS-SYSTEM READ (IN/22) L X340 (IN+23) M1+42+K1+K2+01+02+40+X1+3 READ (IN,24) NP IF (NP.EQ.D) GOTO 10 RE40 (IN+25) (XI(I)+I=1+4P) SCTC 12 10 READ (IN/26) X0/DELX <I(1)=X0 DO 11 I=2,50 XI(I)=XI(I-1)+DELX IF (XI(I).LE.X1) NP=I ELATINGS 11 12 WRITE (144/40) HRITE (IN1/41) L/M1/M2/K1/K2/P1/P2/H0/K1/3

()()()

1

(

(

		VRITE (INA/42)
		1= (E2) 3070 103
		I= (1.21.3) SOTO 113
2		***************************************
-		- キーバルに ほうじょう しいかい コントレー ション・パーマン マン・マン・マン・マン・マン・マン・マン・マン・マン・マン・マン・マン・マン・マ
-		= 1 = 5 = 5 = 7 (11 + 12 + (1 / 12)
		=402=H0/05INH(X1/F4C1)
		=103=2+P1+F401+*2/X1
		=404=92+42++2/<2
		= 10 5 = 517 = 101 * = 402 = 1 = 5 = 5 = 7 = 7 = 7 = 7 = 7 = 7 = 7 = 7
		$41 = 0 = K^2 (X1/F4C1)$
		1T1=DATAN(A1)
		00 50 I=1,40
		$x_2 = (x_1 - x_1(1)) / = 4C1$
		1=-102(J)_1AC(X2)
		yx=px/91
		21=F405+031N+(X2)
		VZ=12/22
		42=DEX*(X2)
		172=01(1N(12)) 17=171-172
		TX=F4C3/F402+4F
		IF (DSINH(X2).EQ.0.0) GDT0 60
		T2=F4C4/F402/05INH(X2)
		50[0 6]
	5.0	, L=1.J=720 TC=TX+T7
	51	ARITE (IN4,33) (XI(I),4,2X,VX,3Z,VZ,TX,TZ,T3)
	5 J	SUNTINC
		QMI=M1+3+FAC5+DCOSH((1/F4C1)
		コイルキャート・シート・シート・シート・シート・シート・シート・シート・シート・シート・シ
		WRITE (INALAS)
		I= ((I(1).E1.0.0) GOTO SD
		Ab = No + 1
		00 51 I=1/NP-1
	31	XICNPHIFTY =XICNPHIY CONTINUE
		xI(1)=3.0
	30	I= (XI(NP).EQ.X1) GOTO 32
		NP = NP + 1
		$XI(NP) = x_1$
	34	12-54-54C54F4C1 13 83 F=1,N2-1
		41=(X1-XI(I))/=AC1
		42=(X1-XI(I+1))/=401
		3MZ=X2+AT
		WRITE (INA,46) (XI(I)/XI(I+1)/IMZ)
	23	CONTINUE
		30T0 2JU
-		* RECHNENS FLER FALL 33 (04/0X=0)

	100	=101=S2RT(M1+M2+<1/K2)
		=102=43/00034((1/F101)

=403=21*=401*+2/<1 =104=22*42**2/32 =105=K1/=101+F102 =106=<2/42+=102 11=07444(x1/(2+F4C1)) 171=0_03(11) 20 51 I=1,NP $x_2 = (x_1 - x_1(1)) / = a C 1$ H=F402+0005H(X2) IX==405+051NH(X2) VX=2X/21 QZ=F405*0005+(X2) VZ=2Z/22 IF (X2.3T.3.3) GOTO 70 TX=1.02+25 3010 71 12=0T4VH(X2/2) 70 472=0603(42) AT=AT1-4T2 TX=FAC3/FAC2+AT TZ=F4C4/F402/0005H(X2) 71 TG=TX+FZ ARITE (IN1,30) (XI(I),H,0X,VX,02,VI,TX,T2,T3) ST CONTINUE 241=M1+3+=403+DSINH(X1/=401) 244=0.0 オメエエミ くエメオンオオリ (うみエンラルマ) ARITE (INA/45) IF (XI(1).E1.0.0) GOTO 35 40=40+1 DC 36 I=1, NP-1 XI(NP-I+1)=XI(NP-I)CONTINUE 3.5 XI(1)=0.0 35 IF (XI(NP).E0.X1) GOTO E7 NP=NP+1 XI(NP) = X157 K2=3*#405*#401 00 33 I=1,NP-1 41 = (X1 - XI(I)) / = AC112=(X1-XI(I+1))/=101 AT1 = OSINH(A1)AT2=DSINH(A2) 4T = 4T1 - 4T22MZ=X2+4T WRITE (INA,46) (XI(I),XI(I+1),041) 38 CONTINUE 3070 200 **** ()()() + RECHNUNG FUER FALL 30 (HED FUER X GEGEN UNENDLICH) + ********** 110 =401=SQRT(M1*M2*K1/K2) =402=H0 =4C3=P1+=4C1++2/<1 =404=22*42**2/82 =405=K1*=402/F401 =4C6=X2*=4C2/M2 00 52 I=1,42 x2=x1(I)/F1C1 IF(X2.31.53.3) X2=50.2 X 3 = - X 2 H==A02+0EXP(X3)

ĺ

CX=F4C5+DE(P(X3) 1x= . x/21 2=#405*DEX9(X3) V2=12/22 4T=JEXP(X2)-1.J TX=F1C3/F1C2+4F TZ=#404/#402+0EXP(X2) FJ=TX+F1 ARITE (IN1/30) (KI(1)/H/0K/VK/02//2/TX/TI/T3) 52 CONTINUE 241=41+3+=105 244=41+3+=405+0846(-41/5401) ARITE (IN4,44) (OMI/244) 4RITE (I44,45) I= (XI(1).EQ.0.0) 3070 33 42=42+1 00 91 [=1,4P-1 XI(VP-I+1)=XI(VP-I)71 CONTINUE XI(1)=0.0 93 IF (XI(NP).EQ.X1) GOTO 92 MP=NP+1 XI(NP) = X192 <2=3+=103+=101 30 93 E=1,NP-1 11=-KI(I)/=AC1 42=-XI(I+1)/=401 471=05(0(41) AT2=DE(P(42) AT=AT1-473 QMZ=X2+4T WREFE (IMA,46) (XI(I),XI(I+1),CMI) **93 CONTINUE** 200 STOP ** ***** ** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** 22 =32447 ([1) FORMAT (PE7.D) 2.5 FORMAT (I2) 24 25 FORMAT ((10E7.3)) 25 FORMAT (227.3) 30 FORMAT (1X,9(EP.3,2X)) 40 FORMAT (1X, TPROGRAMM AM2SOMT///1X, TEIMGABEDATEN ::///) 41 FORMAT (11K, ART DER VERWENDETEN LDESUNG : * / ? X / E 1 / 21X/ MAECHTIGKEIT DER UNTEREN SCHICHT :1/29.3/ 314, MAECHTIGKEIT DER OBEREN SCHICHT :: .E9.3/ 414, DURCHLAESSIGKEITSBEIWERT UNTERE SCHICHT: .E9.3/ 514, DURCHLAESSIGKEITSBEIWERT OBERE SCHICHT : .E9.3/ 61x, EFFEKTIVE POROSITAET UNTERE SCHICHT : .E9.3/ 714, EFFEKTIVE PUROSITAET DBERE SCHICHT : .E9.3/ : ,=0.3/ BIX, VORGEGESENE HYDRAULISCHE HDEHE : 1, 37.3/ PIK/FLAENGE DES BETRACHTETEN SYSTERS *1X/ BREITE DES BETRACHTETEN SYSTEMS : (, E9.3/) FORMAT (///1K, 'ERGEBNIS DER BERECHNUNG :'//) SSTAND HYDR. FILTER- ABSTANDS-LAUFZEIT LAUFZEIT LAUFZEIT//14/ 43 FORMAT (1K) ABSTAND FILTER-1, 13x/ 143574405-HOEHE GESCHW. GESCHW. 2" VON K=3 SESCHW. GESCHAL! 334/ HORIION. VERTIKAL GESLATI/1X, V(X) →(x) 2(X) (Y)V1(x) ** 55X/17(X) 73(()*) 72(X) 44 FORMAT (//1X//EINSTROA UNITERE SCHICHT BET X=D ://EP.3// 11K/ AUSSTRON UNTERE SCHICHT BET X=X1 : (, EP.3/)

45 FORMAT (//1X/142STROM AUS DER UNTEREN IN DIE DRERE SCHICHT1/ 11K/12/ISCHEN XA= UND KB= ABSTROHMENGE1/) 45 FORMAT (1X/3X/E9.J/2X/E9.J/7X/E9.J) END

•

-

ĺ

.

(

. .

.

•

Anlage 2: Ein- und Ausgabedaten für das Beispiel in Kapitel 5

•

(

(

PRIGRAMM ANZSCH

EINGABEUATEN :

ART OCR VER	WENDETEN LOESUNG	: 1
MACCHYLSKel	LT DER UNTEREN SCHICHT	:0.100E+02
MASCHITICKEI	IT DER DBEREN SCHICHT	:0.1002+03
OURCHLAESSE	GKEITSJEIWERT UNTERA SCHICH	1:0.3156+05
JURCHLAESSI	GREITSBRIWERT OBCRE SCHICHT	:0.3156+00
EFFEXTIVE P	UROSITAET UNTERE SCHICHT	:0.1008+00
CAPERTIVE P	ORUSITAET GHERE SCHICHT	:0.1005+00
VORGEGESENE	HYDRAULISCHE HOEHE	:0.1006+92
LAENGE DES	BETRACHTETEN SYSTEMS	:0.1006+35
BREITE JES	BETRACHTETEN SYSTEMS	:0.1006+31

ERGEBNIS DER BERECHNUNG :

ABSTAND	HYOR.	FILTER-	ABSTANDS-	FILTER-	ABSTANDS-	LAUFZEIT	LAUFZEIT	LAUFZEIT
VJN X=J	HJEHE	GESCHW.	GESCHW.	GESCHW.	GESCHW.	HORIZON.	VERTIKAL	GESAMT
x	4(X)	Q(X)	¥(X)	02(X)	¥2(X)	T(X)	TZ(X)	TG(X)
0.3006+30	0.1006+72	3.3155+01	0.3156+02	0.3156-01	3.3156+00	0.0008+00	0.3176+03	0.3176+03
0.200c+34	0.1356+71	7.4252+09	0.4265+01	0.4256-92	3.4258-01	0.2036+93	0.2355+04	0.255E+04
0.4002+34	0.1935+90	0.5778-01	0.5778+00	0.5776-03	0.5776-02	0.1705+04	0.1735+05	0.1906+05
0.5006+34	0.2435-01	0.7816-02	0.7916-01	0.781E-04	0.7816-03	0.1296+05	0.1286+06	0.141E+06
9.300c+34	0.3276-72	0.1095-02	0.1036-01	0.1046-04	0.1045-03	0.9406+05	0.7642+05	0.1058+07
0.1002+35	0.0336+30	3.2356-01	0.2466-92	0.0005+00	0.000€+00	9.5498+06	0.1006+26	0.1006+26

EINSTROM UNTERE SCHICHT BET X=9 10.315E+02

AUSSTROM UNTERE SCHICHT BET X=X1 :0.2445-02

AUSTROM AUS DI	ER UNTEREN	t n	DIE UMERE SCHICHT
Luischen Xa=	UND X5*		Abstrommenge
0.009E+30	3.203e+04		9.3728+92
0.20J2+34	3.403E+04		9.369±+01

4.2012+34]_4076+114		0.3675+01
0.4JJE+]4	1.1416+146		1.6395+39
J.09J2+94	1. 10 18 104		0.373.491
J,::JJ,-+J,	3. キョフミ・りう	•	0.2402-01

PROGRAMM ANZSCH

ĺ

(

.

SINGABSDATEN :

ART OLR VERWENDLITEN LOGSUNG	: 1
HABCHTESKEIT DER UNTFREN SCHICHT	:0.1006+02
MAECHTELKEET DER DIEREN SCHECHT	:0.1005+03
OURCHLAESSIGKEITSBEIWERT INTERF SCHICH	1:0.315E+05
DURCHLASSIGKEITSSEIWERT OBERE SCHICHT	:0.5158-01
EFFEKTIVE POROSITANT UNTERE SCHICHT	:0.1006+00
EFFERTIVE POROSITATE UBERG SCHICHT	:0.1005+09
VORGEGESENE HYDRAULISCHE HOEHE	10.1008+02
LAENGE DES BETRACHTETEN SYSTEMS	:0.100E+35
BREITE JES BETRACHTETEN SYSTEMS	:0.1006+01

.

.

ERJEANIS DER JERECHNUNG :

GRATEEA	HYJR.	FILTER+	ABSTANDS-	FILTER-	ABSTANDS-	LAUFZEIT	LAUFZEIT	LAUFZEIT
VON X=J	HJEHE	GESCHW.	GESCHW.	GESCHW.	GESCHW.	HORILON.	VERTIKAL	GESANT
X	4(X)	Q(X)	V(X)	QZ(X)	¥2(X)	T(X)	12(1)	TG(X)
3.1005+10	0.1306+92	3.1006+01	0.1005+02	0.3156-02	3.3156-01	0.0005+00	0.317E+04	0.317E+04
0.2002+34	0.5296+01	0.5346+00	0.5345+01	0.1676-02	3-167E-01	0.2796+03	0. 500E+04	0.6256+04
0.4006+34	0.2756+31	7.2336+00	0.2336+91	0.3716-03	0.4716-02	U.798E+05	0-1158+05	0.1236+05
0.6002+)4	0.1336+01	J.162E+UD	0.1528+01	0.4368-03	9-4358-02	0.174E+04	0.2305+05	0.2675+05
0.3006+34	0.5758+00	0.1026+00	0.1025+01	0.1106-03	0.130E-02	0.334E+04	0.5545+05	0.5586+05
0.1002+15	0.0336+30	3.3458-01	0.345E+00	0.0006+00	3.000€+00	0.5566+04	0.1006+26	0,1006+26

-

-

,

EINSTROM UNTERS SCHICHT BEI X=0 :0.1002+03

AUSSTROM UNTERE SCHECHT BET X+X1 10.8452+00

AGSTROM AUS DER UNTEREM IN DIE GBERE SCHICHT Zwischem XA= UND XU+ Abstrommenge

.

0.0005+13	7.2072+04	0.4655+1)1
3.2002+34	3.4376+04	1,7462+01
0.4338+34	3.5.176+04	0.1246+01
0.6)35+34	3.6436+64	0.5946+00
0.3035+34	1.1475+05	7,175++00

PROGRAMM ANESCH

1

(

Ć

EINGAGEGATIN :

ART DER VERWENDETEN LUESUNG	: 1
MAECHTISKEIT DER UNTEREN SCHICHT	:0.1006+02
HAECHTESKEET DER JERLN SCHICHT	:0.1002+03
DURCHLASSIGKEITSBRIWERT UNTERS SCHICHT	:0.315E+05
DURCHLASSIGKEITSGEINERT OBERE SCHICHT	19.115-12
EFFERTIVE POROSLIAST UNITERE SUBLEME	-0 1006+30
SPREATINE DOROSITARS DIRECT SUBLES	+0 100F+02
ACTING THE TRANSPORTED AND THE ADDRESS OF THE	10.1002435
AREITE DES BETRACHTETEN SYSTEMS	:0.1006+01

ENGEBNIS DER BERECHNUNG :

4351443 V3N X=J X 3.2002+34 0.2002+34 0.4002+34 0.5002+34 0.3002+34 0	H)2440 H(X) F=1000+02 F=1000+02 F=1000+02 F=1000+02 F=1000+02 F=1000+00 F=1000+00	GESCHW. Q(X) 7.4142+00 0.3582+00 3.3192+00 3.2903+00 0.2732+00 3.2435+00	GESCH4. V(X) 0.414E+01 0.35AE+01 0.513E+01 0.290E+01 0.273E+01 0.264E+01	GESCHW. QZ(X) 9.315E-03 0.238E-03 0.171E-03 0.110E-03 0.540E-04 0.000E+00	GESCHW. VZ(X) J.315E-02 J.253E-02 J.171E-02 U.110E-02 J.540E-03 J.003E+00	HORTZON. T(X) 0.0000000 0.521000 0.111000 0.11500 0.17500 0.26900 0.26900 0.250000	VERTIKAL TZ(X) 0.317E+05 0.420E+05 0.586E+05 0.903E+05 0.105E+06 0.100E+26	GESAMT TG(X) 0.317E+05 0.425E+05 0.597E+05 0.926E+05 0.138E+05 0.100E+26
--	---	---	---	--	--	---	---	---

ELNATRON UNTERS SCHECHT BET X=0 -0.4144+01

AUSSTROM UNTERS SCHICHT BEE X=X1 10.267=401

4957804 AUS DER UNITEREN IN DIE OFFRE SCHICHT Zwischen X4= UND X0+ ABSTROMMANGE U.UUDE+DU D.2016+U4 - 1.5516+U0

0+0076+10	1.2036704	1.1315100
0.2036+74	3.4018+04	0.4075+00
0.4335+94	7.5072+04	0,2305+00
9.6936+94	3.2036+04	0.1645+00
0.300=+04	3.1035+05	n.stie-01

PROURANN ANZSCI

ZINGASEDATTH ::

ART DER VERWENDETEN LOESUNG	: 1
MAECHTTUKETT DER UMTEREN SCHICHT	10.1006+02
MAECHTIJKEIT DER DIEREN SCHICHT	:0.1006+03
DURCHEASSIGKEITS3" INERT UNTER" SCHICHT	1:0.3152+03
OURCHLAESSIGKEITSBEIWERT BRERE SCHICHT	:0.3156-03
EFFEKTIVE PUROSITART UNTERE SCHICHT	:0.100E+07
EFFLKTIVE PORUSITART OBERE SCHICHT	:0.1005+00
VURGEGESENE HYDRAULISCHE HOEHE	:0.1008+32
LAENGE DES BETRACHTETEN SYSTEMS	:0.1005+35
BREITE DES BETRACHTETEN SYSTEMS	:0.1002+01

ERGEBNIS DER BERECHNUNG :

.

ASSTAND	HYDR.	FILTER-	ARSTANDS-	FILTER-	ABSTANDS-	LAUFZEIT	LAUFZEIT	LAUFZEIT
VJN XTJ	HJLHE	GESCHW.	GESCHW.	GESCHW.	GESCHW.	IORIZON.	VERTIXAL	GESANT
X	4(X)	2(x)	Y(X)	QZ (X)	¥2(X)	T(X)	12(2)	TG (X)
9.3006+30	0.1006+02	3.325E+UA	0.3255+01	0.3156-04	3.3158-03	0.0006+00	0.3176+06	0.317E+04
0.200E+34	0.795E+01	0.320€+00	0.3296+01	0.2518-04	3.251E-03	0.6206+03	0.399E+76	0.4006+04
0.4006+34	0.5748+01	3.315E+09	0.3156+01	0.1376-04	0.1878-03	0.1256+04	0.535E+06	0.536E+06
0.5002+34	0.1742+01	3:312E+00	0.5125+01	0.1242-04	3.1246-03	0.1896+04	0.8052+06	0.507E+06
0.3UUE+34	U.177E+01	3.3138+07	0.5108+01	0.6208-05	J.523E-04	0.253E+04	0.1515+07	0.1525+07
0.1006+35	0.0116+10	3.310€+00	0.3102+01	0.0006+00	3.0036+00	0.318E+04	Q.100€+26	0.1006+26

EINSTROM UNTERE SCHICHT BEI X=0 :0.3255+03 Ausstrom Unters Schicht Bei X=X1 :0.3108+03

AUSTRUM AUS DER UNFEREN IN DIE DBERE SCHICHT Zalschen X4= und X8= Arstrommenge

4.0002+10	3.2096+04	9,5653-91
3.2335+34	1.4006404	1.4375-91
0.+335+94	3,5008+04).3116-91
0.6016+04	3.2036+04	0.1965-01
0.8005+14	7.1032+05	0.6205+02

.

•

PROGRAMM ANZSCH

ELNGASEDATEN :

ANT DER VERN	ENDETEN LOCAUNG	: 2
HASCHTISKEIT	DER UNTEREN SCHECHT	:0.1006+02
HASCHILSKELT	OFR OBERIN SCHICHT	:0.1006+03
OUTCHLACSSIS	KEITSBEIWERT UNTERE SCHIC	HT:0.3155+01
DURCHLAESSIG	XEITSUFINERT OBERE SCHICH	<pre>(f :0.315E+00)</pre>
EFFEKILVE PO	ROSETAET UNTERE SCHICHT	:0.1006+00
SPREKTIVE PO	ROSITAET DIERE SCHICHT	:0.1006+30
VORGEGESENS	HYDRAULISCHE HDEHE	:0.1006+02
LAENGE DES &	ETRACHTETEN SYSTEMS	:0.1006+35
areire des a	ETRACHTETEN SYSTEMS	:0.1006+91

ERGEBNIS DER BERECHNUNG :

A35TAND VON X=J X 0.JU06+90 0.2006+34 0.406+34 J.5006+34 0.406+34	HYDR. HOEHE H(X) 0.1000+02 0.1350+01 0.1350+00 0.2420-01 0.3420-02	F1LTER- GESCHW. Q(X) D.3152+01 D.425±+00 D.577E-01 J.7816-02 D.1046-02	ABSTANDS- GESCHW- V(X) J-315E+02 U-426E+01 0-577E+00 U-721E-01 0-104E-01	FILTER- GESCHW. JZ(X) 0.315E-01 0.426E-02 0.577E-03 0.731E-04 0.109E-04	48574N05- GESCHW. VZ(X) D.3155+00 D.5775-02 D.731E-03 D.1086-03	LAU#2EIT 102120N. 1(X) 0.007E+00 0.203E+03 0.120E+05 0.129E+05 0.952E+U5	LAUFZEIT VERTIKAL FZ(X) 0.317E+03 0.235E+04 0.173E+05 0.123E+06 0.929E+06	LAUFZEIT GESAMT TG(X) 0.3176+03 0.2556+04 0.1906+05 0.1416+04 0.1026+07
0.3006+34	U. \$428-72	0.1045-02	0.1048-01	0.1092-04	0.103E-03	0.9526+05	0.9295+06	0.102E+07
0.100E+35	0.9938-73	0.0002+00	0.0005+00	0.2962-05	3.296E-04	0.1006+26	0.350E+07	0.100E+26

EINSTRON UNTERS SCHICHT BUT KED 10.3155400

AUSSTRON UNTERS SCHICHT HET KEXT 10.0002+00

 AdSTROM AUS DER UNFGREN IN DIE UNDRE

 LWIJCHEN XA=
 UND XG=
 AASTROMMENGE

 U.UUJEHU D.200EHUA
 1.272EHU2

 J.2012HUA
 1.2012HUA

 J.2012HUA
 1.272EHU2

 J.2012HUA
 1.4012HUA

 J.2012HUA
 1.4142HUA

-

EINGAGEDATEN :

ART DER VERW	ENDETEN LOESUNG	: ?
MAECHTEJKEET	USA UNTEREN SCHICHT	:0.1006+02
HASCHITISKEET	DER DBERLN SCHICHT	:0.1005+03
DURCHLASSEG	KEITSBEIWERT UNTERE SCH	ECHT:0.315E+03
OURCHLAESSIG	RELTSGEIWERT OPERE SCHI	CHT :0.315E-01
EFFEKTIVE PU	ROSITAET UNTERF SCHICHT	:0.1005+00
EFFERTIVE PO	RUSITART UBERE SCHECHT	:9.100E+90
VORGEGEBENE :	HYDRAULISCHE HOEHE	:0.1006+92
LAENGE JES J	ETRACHFETEN SYSTEMS	:0.1002+05
ARELTE DES A	ETRACHTETEN SYSTEMS	:0.1006+01

ERGENNIS DER AFRECHNUNG :

ABSTAND	HTOR.	FILTER-	195TANDS-	FELTER-	48STANOS-	LAUFZEIT	LAUFZEIT	LAUFZEIT
¥34 X+J	H3646	GESCHW.	GESCHW.	GESCHW.	GESCHW.	HORIZON.	VERTIKAL	GESANT
4	4(X)	0(X)	v(x)	Q2(X)	V2(X)	1(X)	f2(X)	TG(X)
0.0002+00	0.1006+02	3.7755+00	0.9956+01	0.3156-32	J.315E-01	0.0006+00	0.3175+04	0.3178+04
0.2002+34	U.554E+01	2.5252+03	0.525E+01	0.1685-02	2.1638-01	0.2826+05	0.5752+04	0.6236+04
0.4JUE+J4	0.2335+91	3.274E+00	0.2748+01	0.7036-03	3.9036-05	0.3176+03	0.1106+05	0.1195+05
0.600E+J4	9.1528+91	3.1372+03	0.1375+91	0.5U9e-03	0.5076-02	0.1856+04	0.1968+05	0.2156+05
0.3002+34	0.1728+31	7.5676-01	0.3695+00	0.3212-03	3.3216-02	0.4138+04	0.3112+05	0.3536+05
0.100++05	J. 343E+30	3.0002+00	0.0001100	0.2665-03	J.255E-02	0.100E+25	0.3768+95	0,1006+26

.

EINSTROM UNFERE SCHICHT 421 X=1 =0.7732+01

AUSSTRUM UNTERE SCHICHT REE X#X1 10.000FH00

ABSTROM AUS DER UNTEREM IM OTE JAERE SCHICHT Zwijschem XA# UND XB# Abstronmenge

J_JJ4+30	1.211:+114	1.4233991
3.233:+74).4076+04	0.2513+31
0.4736+14	1.5932494	7.1172+31
1.5032+94). :))(++++	1.2.3434.94
4 13:+34	7.1012+05	1.5572+00

.

.

PRUSATH ANDSOL

£14543=541*4 :

.

ART DER VERWENDETEN LOESUNG	:	3
MAECHTEJKEET DER UNTEREN SCHICHT	:0.100	£+02
MAECHTIGKELT DER DREPEN SCHICHT	:0.100	e+33
OUNCHERESSIGNEETS SETMERT UNITER SCHEE	HT:0.115	÷+0 \$
OURCHLASSISKEITSUTIMERT DAERE SCHICH	1 :0.315	E-135
EFFEKTIVE PORUSITATT UNIFRE SCHICHT	:0.100	E+1)(1
EFFEKTIVE POROSITATI DRERS SCHICHT	:0.100	5+00
VORSEGEDENE HYDRAULISCHE HOEME	:0.100	56.435
LAENGE DES BETRACHRETEN SYSTEMS	20.100	2.07
BRETLE DES GELGEUHLELEN SERLENZ	:0.100	5.401

ERSEANTS DER BERECHNUNS :

4357440 Y3N X+0 X 0.2002+10 0.2002+34 0.4002+34 0.4002+34 0.4002+34 0.4002+34 0.1002+35	HTDR. HDEME H(X) U. 13JE+72 U. 457E+71 U. 753E+71 U. 753E+71 U. 651E+71 U. 645E+11	FILTER- GESCHW, Q(X) J.2406400 9.1816400 J.1306400 J.4396400 J.4396401 D.4116401 J.0006400	A3514N35- GESCHW. V(X) 0.2405+01 0.1516+01 0.1516+01 0.1326+01 0.3336+00 0.4116+00 0.0006+00	FILTER- GESCHW. 92(X) 9.3152-03 0.2732-03 0.2422-03 0.2212-03 0.2046-03 0.2046-03	ABSTANDS- GESCHN. VZ(X) J.315E-02 J.273E-02 J.275E-02 J.262E-02 J.205E-02 J.205E-02 J.204E-02	LAUFZEIT 108120N. T(X) 0.0005400 0.2554403 0.2256403 0.2256404 0.4176404 0.4176404 0.7516404 0.1006426	LAUFZEIT VERTIKAL TZ(X) 0.317E+05 0.404E+05 0.413E+05 0.453E+05 0.480E+05 0.480E+05 0.490E+05	LAUFZEIT GESAMT TG(X) 0.376E+05 0.436E+05 0.436E+05 0.555E+05 0.555E+05 0.100E+26
EINSTRON U	NTERE SCHIC	HT 961 X=0	:0.2405***					

AUSSTROM UNTERS SCHICHT BET X=X1 :0.0000+00

ABSTRUM AUS DER UNICREN IN DIE DIERE SCHICHT ZWISCHEN XA. UND XN. ADSTROMMENGE U.UDJEHDU D.2035404 D.345400 U.2035404 D.5156400

0.4116+34	1.693E+04 3.093E+04	9.451E+00 9.4275+00
0.3012+14	3.1.996+05	7.4115+08

PROGRAMM ANDSCH

.

(

EINGABEDATEN :

	-
HASCHIEJKELT DER UNTEREN SCHICHT :0.1008	+02
HASCHTLIKELT DER DIEREN SCHICHT :0.1008	+03
DURCHLASSIGKEITSJEIWERT UNTERF SCHICHTIG. 5153	+03
DURCHLALSSIGKEITSBEIWERT DBERE SCHICHT :0.3150	-33
EFFEKTIVE POROSITACT UNTERE SCHICHT :0.1008	+00
EFFERTIVE POROSITATT DEERE SCHICHT 10.1000	+30
VORGEGESENE HYDRAULISCHE HOENE 10.1000	104
LACNUL DES SETALCHIETEN SYSTEMS -0.1000	+01

ERGEBNES DER SERECHNUNG :

GRATZER	HT08.	FILTER-	ABSTANDS-	FtLTER-	ABSTANOS-	LAUFZEIT	LAUFZEIT	LAUFZEIT
VIN XIJ	HJCHE	GESCHW.	GESCHW.	GESCHW.	GESCHW.	402120N.	VERTIXAL	GESAMT
x	4(x)	Q(X)	¥(X)	QZ (X)	¥2(x)	5 (X)	TZ(X)	TG (X)
0.300.+30	1.1305+92	3.30501	0.3958+90	3.3156-04	3.3158-93	0.0008+00	0.317E+06	0.3178+06
0.200114	0.9355+01	J.2425-01	0.2428+00	0.310E-04	3.31JE-03	0.7348+04	0.3238+06	0.330E+06
0.4006+14	0.9575+01	2.1316-01	0.1312+00	0.335e-04	3.3056-03	D.1692+05	0.323E+06	0.3446+05
9.5002+34	0.9532+31	3.1202-01	0.1206+00	0.3028-04	0.3028-03	0.103E+05	0.3315+96	0.1616+06
1.JUUE+J4	0.2548+11	1.5006-02	0.6008-01	0.300E-04	3.3008-03	0.5345+05	0.3336+05	0.3856+05
0.100c+15	U. 952E+3:	1.0016+00	0.0005+00	0.30 0 E-04	J.303E-03	0.100E+26	0.5358+06	0.1006+26

EINSTRON UNFERE SCHICHT BET X=0 +0.3052+00

AUSSTROM UNTERE SCHICHT SEE X=X1 :0.0005+00

AGSTRUM AUS DER HATEREN EN DER INIGA SCHTCHT Zalischen X4.4. und Koff Anstrummenge

0.0036+)0	7.2072+04	7.5245-31
4.2336+14	7.4036+94	7.5t50-u1
3.4.3) .+ 14	3.0032394)07:-01
7.0376+44	3.3432+04	7.5034-01
9.40JE+)4	う。10)にキヒら	7.40001

PROGRAMM ANZSCH

,

ĺ

ĺ

•

eINGABEDATEN :

ART DER VER	ENFROETEN LOESUNG	: 3
MAECHTISKEI	LT DER UNTEREN SCHLEHT	:0.1006+02
MARCHTESKUS	LT DER UTEREN SCHICHT	:0.1005+03
OUNCHEASSI	LGKELTSSELWPRT UNTERE SCHI	CHT:0.315E+03
DURCHLALSSI	DIND2 JRBED TRJWLERZIJANN	HT :0.315E+30
EFFEKTLVE 2	PUROSITATE UNITERE SCHICHT	:0.1996+90
GAREKTIVE P	POROSITART OBERE SCHICHT	:9.1006+00
VURGEGESENE	E HYDRAULISCHE HOEHE	:0.1006+02
LAENGE DES	BETRACHTETEN SYSTEMS	:0.1006+35
SHELTE JES	BETRACHTETLN SYSTEMS	:0.1006+01

ERGEBNIS DER BERECHNUNG :

ABSTAND	HYDR.	FILTER-	485TAND5-	FILTER-	48STANDS-	LAUFZEIT	LAUFZEIT	LAUFZELT
VON X=3	нтене	GESCHW.	GESCHW.	6€SСн₩.	GESCHW.	HORIZON.	VERTIKAL	GESAMT
x	4(X)	2(X)	V(X)	G2(X)	¥2(X)	T(X)	12(X)	TG(X)
0.3006+30	0.1005+02	3.315e+01	9.3156+02	0.3158-01	3.3156+90	0.COOE+00	0.3175+03	0.3176+03
0.2006+34	0.1355+01	3.4255+00	0.4265+01	0.4268-02	1.4258-01	0.203E+03	0.235E+04	9.2556+04
0.4002+34	u.143E+90	7.5775-01	U. 577E+00	0.5772-01	3.5778-02	0.1708+04	0.1735+05	0.1908+05
0.5002+04	0.2436-31	3.7318-02	0.7312-01	0.7516-04	0.7316-03	0.1255+05	0.128E+06	0.1418+06
3.300#+34	4.3516-12	0.1042-02	0.1045-01	0.1046-04	1.1065-03	3. 7465+05	0.946F+06	9.1046+07
0.1002+05	0.4548-05	7.1412-01	0.1437-02	0.141#-05	2.1438-04	0.699E+06	0.5998+07	0.7696+07
EINSERD4 U	NTERE SCHIC	(1±7 13+ FH	:0.315-+02					
AUSSTROM U	NTERE SCHLC	41 JEI 4=43	:0.1435-02					

.

AGSTRON AUS DUR UNITREN IN DIE 333RE SCHTCHT Luischen Xa= UND X0= Abstrommenge J.UUJ4+10 3.2002+04 9.2726+02

2*0814*18	1	1.272ETUC
J.2335+34	3.4472+04	4.7478491
9+4335+14	7.5432+116	9.4741400
0.001++14	3.29 Je+04	7.5752-31
u.u]J](+}4	1.1076+05	1.7142-02

PROGRAMM ANESCH

EINGABEDATEN :

4	R	f		٥	ŧ	ł		۷	E	२	u	£	N	J	8	1	ē	Ņ		L	u	5	5	U	IN	IG											:								3
М	A	\$	ĉ	H	ł	t	Ĵ	ĸ	ć	I	t		٥	Ē	R		U	٧	Ŧ	E	R	ē	h		\$	i¢	H	E	¢	H	T						:	đ	۱.	1	a	06		0	2
м	4	ż	¢	H	t	t		ĸ	ŧ	٤	ĩ		ð	ε	4		0	١	€	R	٤	n		5	¢	1	1	C		3							:	ú	۱.	1	ŋ	01		0	3
Э	U	R	۵	14	L	4	ż	\$	5	ſ	ü	×	ź	ı	1	s	ł	ę	L	H	ę	ę	1		u	IN	1	Ę	8	ć		s	ĉ	H	٢C	H 1	t:	C	۱.	3	1	58	1	Û,	3
Û	U	R	۵	н	L	4	ĉ	s	s	t	G	ĸ	٤	I	t	s	3	ŝ	I	W	٤	ę	1	•	٥))	ε	R	6		s	c	н	Ì	СН	۲	:	f	۱.	3	1	56	-	0	1
ē	f	f	t	ĸ	ĩ	I	¥	e		P	ø	R	0	5	ı	T	4	ę	T		u	N	1	ŧ	R	ŧ		s	C	H	1	c	H	٢			:	ŋ	۱.	1	•)	06		-91	ŋ.
£	F	F	Ë	ĸ	Ţ	I	¥	٤		2	0	R	Ø	5	I	T	4	ę	Ť		Q	3	٤	R	t		s	¢	н	ſ	¢	H	r				:	ŋ	۱.	t	n	n e	•		Ø
۷	υ	Ş	G	٤	ŝ	ŧ	Ŀ	ē	N	Ē		н	۲	3	R	۵	v	t	I	s	ĉ,	н	ie		н	n	ŧ	H	ŧ								:	٥	۱.	t	3	06	•	0	2
٤		è	N	G	ε		J	ε	s		9	e	t	₹	4	¢	H	f	E	7	ċ	۷		s	1	s	Ŧ	ŧ	n	5							:	Ø	۱.	1	U	De	•	0	5
8	R	e	1	T	ê		0	E	s		ð	ŧ	t	ę	4	c	H	t	ε	Ţ	E	н		s	۲	5	T	E	М	5							:	٥		1	0	De	٠	0	t

ERGLANES DER BERECHNUNG

EPAT264	HYOR.	FILIER-	ABSTANDS-	FILTER-	ABSTANDS-	LAUFZEIT	LAUFZEIT	LAUFZEIT
V3# X#3	HJLHE	GESCHW.	GESCHW.	GESCHW.	GESCHW.	HORIZON.	VERTIXAL	GESAMT
x	+(x)	Q (X)	¥(X)	G2 (X 3	¥2(X)	rcxi	72(2)	TG.(X)
0.3005+10	0.1336+92	0.9942+01	0.7965+01	0.3156-02	2.315E-01	0.0006+09	0.3175+04	0.317E+04
0.2002+34	0.5316+01	0.5296+00	0.5276+01	0.1678-02	0.1578-01	0.2305+03	0.5785+04	0.6266+04
0.400£+34	0.2325+91	J.2316+07	0.2416+01	0.8376-03	J.859E-02	0.8072+05	0.1125+05	0.1216+05
0.5006+94	0.150E+31	3.1476+00	0.1496+01	0.4726-93	3.472E-02	0.1895+04	0.2126+05	0.2308+05
J.3006+J4	0.7775+30	3.7946-01	0.7942+00	0.2516-03	J.251E-02	0.367E+04	0.3935+05	0.4356+05
0.1002+35	0.4232+30	J.422E-01	0.4221+00	0.153e-03).133E-02	0.7186+04	0.7508+05	0.9225+05

EINSTROM UNTERE SCHICHT MEE X=0 -:0.776E+01

AUSSTROM UNTERS SCHICHT HEL X=X1 :0.4228400

AUSTRUM AUS DER UNFEREN IN DIE DAERE SCHICHT Zalschen X3× Und X4+ Anstrommenge

1.0016+00	3.2036+04	7.4575+01	
0.233 * 14	3.4412+04	7.24*:+01	•
U. 4 J.JE+ 14	1.6.)1=++14	7.1321+01	
J.5752+34	2.4176494	a,7092+09	
0.2002+04	7.111.405	0.5722+30	

PROJRANN ANZSCH

ETIGALEDATEN :

ART DER VERWENDETEN LUTSUNG	: 3
MAECHTLISKELT DER UNTEREN SCHICHT	:0.100E+92
MAECHTLGKELT DER DIEREN SCHICHT	:0.1006+33
DURCHLAESSIGKEITSBEIWERT UNTERS SCHICHT	:0.315E+03
OURCHLAESSIGKEITSBEIWERT OBERE SCHICHT	:0.3156-32
EFFERTIVE POROSITAST UNTERE SCHICHT	:0.1006+00
EFFERTIVE POROSITART OSCRE SCHTCHT	:9.1006+00
VURGEGEBENS HYDRAULISCHE HOEHE	:0.1056+02
LAENGE DES BETRACHTETEN SYSTEMS	:0.1006+05
BREITE DES BETRACHTETEN SYSTEMS	:0.1006+31

.

ERJEBNIS OFR BERECHNUNG :

ABSTAND Von X#J	H¥38. H7582	FILTER- GFSCHW.	ABSTANDS- Geschw.	FTLTER- GESCHW.	ABSTANDS- Geschw.	LAUFZEIT Horizon.	LAUFZEIT VERTIXAL	LAUFZEIT Gesamt
*	1(1)	9(3)	V(X)	22 (X)	¥2(X)	T(X)	TZ(X)	(x)
0.0006+30	0.1006+02	J.315E+03	0.315=+01	0.3156-03	3.3156-02	0.0006+00	0.3175+05	0.1176+05
0.2006+34	0.3174+31	9.2532+00	0.2586+01	0.2598-03	3.2536-92	0.7038+03	0.3855+05	0.3958+05
0.4002+34	0.6736+01	0.2116+03	0.2116+01	0.2116-03	5.2116-02	0.155E+04	Q.474E+05	0.4896+05
0.600±+04	U.547E+01	3.1736+49	0.1736+01	0.1755-03	0.1736-02	0.2616+04	0.5738+05	0.4056+05
0.300E+J4	4.4435+71	3.1422+03	0.1425+01	0.1426-05	3.1426-02	0.339E+04	0.7072+05	J.745E+05
0.1002+35	0.3532+31	7.1148+00	0.1168+01	0.1166-03	0.1158-02	0.5452+-)4	0.8632+05	0.9176+05

.

EINSTROM UNTERE SCHICHT TEL X=0 :0.315E+01

AUSSTROM UNTERS SCHICHT SET MARE 20.1142401

AUSTRUM AUS DER UNTEREN IN DEE DASRE SCHICHT Zwischen XA# Und X3# Apstrommenge

0.9332+30	3.2996+04	7.571:+00
1.2016+14	7.4172+114	1.4572+37
1.4716+14	1.6016+05	0.381:+00
U-SJJE+)4	3. 1996+44	0.3132+07
J- J015+74	しょうのうをもいう	0.257++10

PROGRAMM LUZSCH

EINGABEJATEN :

(

(

•

ART DER VERWENDETEN LOESUNG	3
HAECHTISKELT DER UMTEREN SCHICHT 10.	1005+02
MAECHTLUKELT DER DIEREN SCHLCHT :0.	1006+33
DURCHLASSIGKEITSBRINERT UNTERS SCHICHT:0.	3156+03
BURCHLAESSIGKEITS VEIMERT UBERE SCHICHT :0.	315E-U3
EFFERTIVE POROSITATT UNTERE SCHICHT :0.	. 100E +00
EFFECTIVE PORDSITAET OBERE SCHICHT :0.	. 1UOE +00
VURGEGESENE HVORAULISCHE HORME :0.	1006+02
LAENGE DES BETRACHTEIEN SYSTEMS :0.	1006+35
BREITE DES BETRACHTETEN SYSTEMS :0.	1006+91

ERJESNIS DER BERRCHNUNG :

	OFATZEA	HT07.	FILTER-	ABSTANDS-	FILTER-	ABSTANDS-	LAUFZEIT	LAUFZEIT	LAUFZEIT
	VON X=3	HJSHE	GESCHW.	GESCH4.	GESCHW.	GESCHW.	YORILON.	VERTIXAL	GESAMT
	1	1(X)	Q(X)	V(X)	Q2 (X)	¥2(X)	T(X)	T2(X)	TG(X)
	3.3406+30	0.1302+02	0.7966-01	0.7765+00	0.3158-04	0.3156-05	0.0001+00	0.317E+06	0.317E+06
	0.2006+34	0.9393+01	7.9558-01	0.9356+00	0.2948-04	0.2966-03	0.2078+04	0.3335+06	0.340€+96
1	3.400#+34	0.8316+31	3-2755-01	0.3736+00	0.2786-04	3.2796-03	0.4286+04	0.3606+96	0.355E+06
	0.500E+34	0.827E+01	3.3246-01	0.3246+00	0.2516-04	0.251E-03	0.663E+04	0.3345+06	0.3708+06
	0.3006+34	U. 775E+01	0.7738-01	0.7735+00	0.245e-04	3.245E-03	0. 7148+04	0.4096+06	0.4135+06
	0.1006+35	0.7276+01	3.7256-01	0.7268+00	0.2305-04	0.230E-03	0.1182+05	0.4368+06	0.4472+04

١

EINSTROM UNTERS SCHICHT BEL X=0 :0.9965+00

AUSSTROM UNTERE SCHICHE 421 X+X1 :0.7252+00

AUSTROM AUS DER WHTEREN IM DIE DRERE SCHICHT Zwischen X4= und X8= Arstrommenge

0.0036+00	3.2036+04	0.5105-01
u.20JE+94	3.4076+04	7.5736-91
0.4035+34	0.6036+04	つ。ちちタミーりま
0.0335+94	3.3076+04	9.5056-01
0.2004+04	3.1436+65	7.4742-01

Anlage 3: Bedienungsanleitung für das Programm aus Anlage 1

Die unter 4.) entwickelten analytischen Lösungen sind die Grundlage für das in der Anlage (1) enthaltene FORTRAN-Programm AN2SCH. Dieses ist z. Zt. auf der VAX implementiert und kann entsprechend der folgenden Bedienungsanleitung nach Erstellen einer Eingabedatei AN2SCHIN.DAT aufgerufen werden mit R AN2SCH. Die Ausgabe erfolgt in der Datei AN2SCHAUS.DAT.

Benutzung des Programms AN2SCH (auf der VAX)

Aufbau der Eingangsdatei AN2SCHIN.DAT:

1. Datenkarte (I1)		
Spezifikation der Lösung L	L = 1 $H = 0$ am rechten Rand	(1a)
	L = 2 dH/dx = 0 am rechten Ra	ind (1b)
	$L = 3 \lim_{X \to \infty} H(x) = 0$	(1c)

2. Datenkarte (9E7.0)		z. B.
a) Mächtigkeit der unteren	Schicht	[m]
b) Mächtigkeit der oberen S	Schicht	[m]
c) Durchlässigkeitsbeiwert	der unteren Schicht	[m/a]
d) Durchlässigkeitsbeiwert	der oberen Schicht	[m/a]
e) effektive Porosität der	unteren Schicht	[m³/m³]
f) effektive Porosität der	oberen Schicht	[m³/m³]
g) vorgegebene hydraulische	e Höhe	[m]
h) Länge des betrachteten S	Systems	[m]
i) Breite des betrachteten	Systems	[m]

3. Datenkarte (I2)

Anzahl der zu berechnenden Punkte NP \geq 0

4. Datenkarte
a) NP = 0 (2E7.0)
a) Abstand X₁ eines Startwertes von X₁ = 0 : X ≥ 0 [m]
b) Abstand Δx zu jedem weiteren Punkt X₁ = X₁ + ΣΔX [m]
oder
b) NP > 0 ((10E7.0))
Abstand der zu berechneten Punkte von X = 0 [m]
Berechnung anschließend über R USER02:[B322SCHELKES]AN2SCH

Ausgabe auf AN2SCHAUS.DAT

Bem.: Bei der Eingabe der Daten in die Datei AN2SCHIN.DAT ist darauf zu achten, daß die Daten konsistent sind im CGS-System.