

5.2.1.1.2, Verfahren SCHLINKER

Beschreibung des Verfahrens

Vorbemerkung:

Dieses komplexe Verfahren einer Berechnung der mittleren Grundwasserneubildung und der daraus abzuleitenden spezifischen und synthetischen Kennziffern für die Berechnung der Grundwasservorräte und Bewirtschaftungsgrößen mit Hilfe

empirisch-statistischer Parameter

gestattet

einerseits die Berechnung der Grundwasserneubildung aus Niederschlägen in Grundlage differenzierter Formen oberflächennaher geologischer Hauptbodenarten, der Vegetation und hydrologischer Verhältnisse,

andererseits durch Einführung von Verlustgrößen verdunstungsintensiver Zehrflächen die Ermittlung des flächenhaft nutzbaren Anteils der Grundwasserneubildung für die Bestimmung praxiwirksamer Kennziffern des Wasserkreislaufes.

Das Verfahren ist anwendbar in allen Phasen der Prognose und Erkundung

- für Grundwasserleiter in Ein- und Mehrstockwerksausbildung,
- bei Fehlen oder Vorhandensein oberirdischer Vorfluter, mit oder ohne Ergebnissen von Durchflußmessungen
- unter der Voraussetzung, daß ein Neubildungsgebiet nach hydraulischen und/oder geologischen, realen und/oder fiktiven Wasserscheiden abgrenzbar ist,
- für jede beliebige Flächengröße.

Falls Durchflußmessungen an Vorflutern vorliegen, können Kontrolloperationen durch Vergleich des nutzbaren Grundwasseranteils zum ermittelten Basisabfluß der Fließgewässer (TWA-Statistik, repräsentative TWA-Einzelmessungen, Separation der Abflußganglinien) die Ausgesicherheit erhöhen. Hinweise zur Stabilität des Wasserkreislaufes im Nutzungsfall sind daraus ableitbar.

Verfahrensweg

Der allgemeine Verfahrensweg zur Ergebnisfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß

- eine Berechnungseinheit beliebiger Größe nach dem Grundwasserströmungsmodell so bestimmt wird, daß
 - . externe randliche Bedingungen unberücksichtigt bleiben können bzw. lokalisierbar und quantifizierbar sind,
 - . interne einflußnehmende Prozesse erkennbar sind,
- die repräsentativen Niederschlagswerte der Berechnungseinheit in Grundlage langjähriger Beobachtungsreihen ermittelt und durch den Faktor 1.1 korrigiert werden (\bar{N}_k),
- die oberflächennahen Hauptbodenarten der Berechnungseinheit aus geologischen Kartierungsunterlagen oder sonstigen geeigneten Grundlagen nach Flächen gleicher Versickerungskoeffizienten klassifiziert werden,
- Flächen erhöhter Verdunstung (Grundwasser-Zehrflächen bei \bar{N}_k kleiner als \bar{V}_{wa}) ausgegliedert und der Versickerungskoeffizient dieser Flächen zunächst mit $\alpha = 0$ eingeführt werden,
- Versickerungskoeffizienten (α) im Niederschlagsbereich
 \bar{N}_k 550...750 mma^{-1}
als empirisch bestimmte und gegenüber dem oberirdischen Abfluß mit eindeutig positiven Signifikanztest korrelierte Parameter benutzt werden.

Die Wahl der Versickerungskoeffizienten (α) in ihrer Zuordnung zu den Flächen ist nach der geologischen Spezialkartierung 1 : 25 000 bzw. anderen verwertbaren geologischen Kartenunterlagen (z.B. Geologische Karte der Deutschen Demokratischen Republik - Karte der an der Oberfläche anstehenden Bildungen - Einheitsblatt 1 : 100 000) vorzunehmen.

Bildungen des Holozäns, gekennzeichnet als Wasser, moorig, anmoorig, Hochmoor, Niedermoor und Moorerde sind zunächst mit $\alpha = 0$ zu versehen. Sandige Bildungen größerer Mächtigkeit wie z.B. Dünen sande erhalten den Faktor 0,25. Für humose sandige Bildungen des Holozäns wird der Faktor 0,20 empfohlen.

Bildungen des Pleistozäns, gekennzeichnet als Sande mit unterschiedlichsten Unterlagerungen und der genetischen Zuordnung zu Bildungen der Täler, geschlossener Becken, Sander, Endmoränen und Hochflächen werden i. d. R. mit $\alpha = 0,20$ eingeführt.

Relativ geringmächtigen Übersandungen, unterlagert von bindigen Sedimenten werden die Faktoren $0,05 \dots 0,10$ zugeordnet.

Bildungen des Tertiärs, die vereinzelt und flächenbegrenzt oberflächen-nah anstehen, werden analog den bindigen und nichtbindigen Sedimenten des Quartärs eingesetzt.

Hauptbodenart	Index	% von \bar{N}_k
Sand ohne Humus	ds	25
Sand mit Humus	dn/h	20
Sand, lehmig	ds/dn	15
Lehm/Geschleibemergel, s	dm/ds	10
Lehm/Geschleibemergel, t	dm	5
Wasser, Moor	Wa/Mo	0
Zehrflächen ($F_{Eu Z}$)	Wa/Mo	0

Die Berechnung der Grundwasserneubildung \overline{GWN} wird i. a. ausgeführt für kleinere unterirdische Einzugsgebiete ($F_{Eu} < 1000 \text{ km}^2$) sowie als Grundlage für die Nachweisführung der Grundwasservorräte und Bewirtschaftungskennziffern im Rahmen von Erkundungsarbeiten im Stadium der Vor- und Detailerkundung sowie Gutachten in manueller Form, größere Einzugsgebiete ($F_{Eu} > 1000 \text{ km}^2$) sowie als Grundlage für die prognostische Einschätzung der Grundwasservorräte und Bewirtschaftungs-Kennziffern im Rahmen von Erkundungsarbeiten im Stadium der Prognose und Suche sowie Studien und wasserwirtschaftlichen Flußgebietsanalysen in rechenmaschineller Form (EDV).

Die Algorithmen der Berechnung sind:

Grundwasserneubildung (NHrgebiet)

$$\overline{GWN} = \sum_{n=1}^n \frac{\bar{N}_k \times \alpha \times n}{31,5 \times 100} F_{Eu} (n) (1s^{-1}) \quad (7)$$

Nutzbare Anteil der Grundwasserneubildung (Nähr- und Zehrgebiet)

$$\overline{GWN}_n = \overline{GWN} - \frac{\overline{V}_{Wa} - \overline{H}_k}{31,5} P_{Ev} (Mo/Wa) (ls^{-1}) \quad (8)$$

(Für jede Berechnungseinheit wird mit einem einheitlichen Niederschlag gerechnet)

Variationen der Versickerungskoeffizienten (α)

können abhängig vom hydrologischen und hydrogeologischen Kenntnisstand des Berechnungsraumes in begründeten Fällen gewählt werden:

- Sand ohne Humus (ds)
Erhöhung bis max $\alpha = 35\%$
- Sand mit Humus (ds, h)
Erhöhung bis max $\alpha = 25\%$

Div. S bis 350p

Bedingungen: Fehlende kommunizierende oberirdische Fließgewässer, geringe Reliefenergie, weitgehende Isotropie der Lithofazies.

- Sand mit und ohne Humus ($ds/h, ds$)
Reduzierung bis min. $\alpha = 10\%$

Bedingungen: Geringe Mächtigkeit der anstehenden Sande, hohe Reliefenergie, kommunizierende oberirdische Fließgewässer, geringe Permeabilität des Liegendtauers und/oder fehlende bedeckte Grundwasserleiter.

Eine quasilineare Abhängigkeit der Grundwasserneubildung von den Niederschlägen für den begrenzten Niederschlagsbereich

$$H_k \sim 550 \dots 750 \text{ mm}^{-1}$$

wird begründet vorausgesetzt.

Die zur Berechnung der Verlustgrößen infolge Evaporation und Transpiration erforderlichen Parameter der

Verdunstung (\overline{V}_{va}) offener Wasserflächen

werden der Anlage 2 entnommen, während die reale Verdunstung der Gebiete über die Versickerungskoeffizienten berücksichtigt wird.

Voraussetzung für eine aussagesichere Bestimmung der Grundwasserneubildung (GWN) und die Separation des nutzbaren Anteils (GWN_n) sind neben qualifizierten lokalen und regionalen Erfahrungen, Informationen über

- Grundwasserströmungsmodelle zur Abgrenzung der Berechnungseinheiten sowie Identifizierung, Lokalisierung und Quantifizierung interner und externer Randbedingungen (Zu- und Abflüsse, artesische Wässer, Wechselbeziehungen zwischen Grund- und Oberflächenwasser u.a.),
- geologische Klassifikation der Hauptbodenarten im oberflächennahen Bereich (i. a. bis 2 m u. Gel.),
- potentielle Verdunstung (\bar{V}_{Wn}) als Grundlage für die Bestimmung der Zehrgrößen,
- geohydraulische Verhältnisse zur Beurteilung vertikaler Strömungsbedingungen (asszendentes und descendentes Grundwasser),
- hydrometrische Kennziffern oberirdischer Fließgewässer als Grundlage für Kontrolloperationen über die TWA-Verhältnisse,
- hydrographische Kennziffern (Flußdichte und Kommunikation) zur Präzisierung der Versickerungskoeffizienten im Falle des Vorhandenseins eines Gewässersystems in Verbindung mit oberflächennah auskartierten Sandflächen und Beurteilung interner Wechselwirkungen zwischen Grund- und Oberflächenwasser.
(Versinkung von Oberflächenwasser, Uferinfiltration und Übertritt von Grund- in Oberflächenwasser u.a.).

Ein Datenspeicher mit kurzen Zugriffszeiten zu Informationen über Lagerungsverhältnisse, bodenphysikalische und geohydraulische Kennziffern sowie aufbereitete Beobachtungsergebnisse von Grundwassermeßstellen, hydrometrischen Stationen, Förderstatistiken betriebener Wasserfassungen, hydrometeorologischer Daten und geohydrochemischer Analysen kann die Aussagesicherheit, besonders der nutzbaren Anteile der Grundwasserneubildung erheblich erhöhen.

Praktische Abarbeitung

Manuelle Methode

In Grundlage der Flächenabgrenzung eines auf den zu nutzenden Grundwasserleiter bezogenen unterirdischen Einzugsgebietes werden die er-

forderlichen Eingabedaten für die Neubildungsberechnung ermittelt. Der Arbeitsablauf ist durch folgende Aktivitäten gekennzeichnet (Bild 10):

- Bestimmung der Flächen von Versickerungseinheiten (ΔF_{Eu}) durch Planimetrierung der Einzelflächen ΔF_{Eu} und additive Zuordnung zu gleichen Versickerungskoeffizienten.
- Ermittlung der repräsentativen Niederschlagshöhe (\bar{H}_k) aus innerhalb und randlich außerhalb der Neubildungsfläche gelegenen Meteorologischen Stationen.
- Visuelle Beurteilung der Flusdichte sandiger Komplexe und Schlussfolgerungen für die Bestätigung der vorgegebenen Versickerungskoeffizienten (geringe Flusdichte).
- Festlegung der Verdunstung offener Wasserflächen nach Anl. 2
- Berechnung der Grundwasserneubildung (GWN) auf Grundlage des Berechnungsansatzes (7) in Formular Bild 11.
- Berechnung des flächenhaft nutzbaren Grundwasserdargabotes (GWN_n) auf Grundlage des Berechnungsansatzes (8) in Formular Bild 11.

Die parallele Berechnung der Grundwasserneubildung für Trockenperioden (Bild 11, Sp. 7, 8, 9) ist nur erforderlich, wenn der Grundwasserleiter kein ausreichendes nutzbares Speichervolumen besitzt, um die jährliche oder überjährige Fluktuationemenge auszugleichen.

Rechenmaschinelle Methode (EDV)

(BIERSTEDT/RAHN)

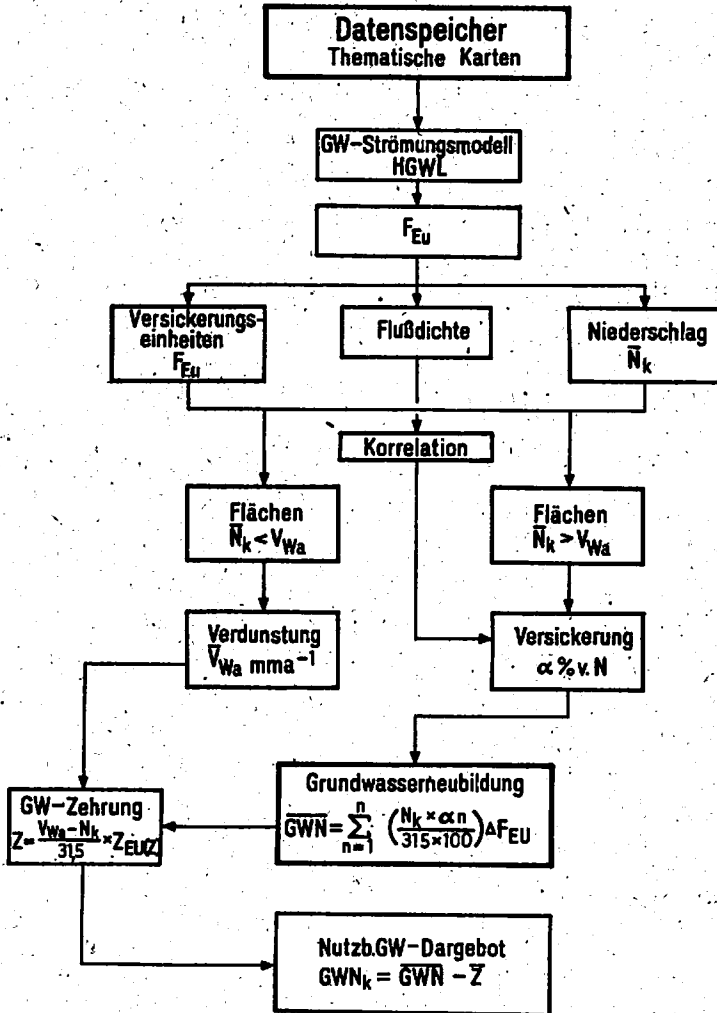
In einer Kombination zwischen der Fläche eines auf den Hauptgrundwasserleiter bezogenen unterirdischen Einzugsgebietes und einem gewählten orthogonalen Rasters gelten nach GLUGLA u.a. /4/ Abstand der Rasterlinien

$$\text{- in der Natur } e = 0,05 \dots 0,1 F_{Eu}$$

$$\text{- auf der Karte } e = 0,05 \dots 0,1 F_{Eu}$$

$$F_{Eu} = \text{Fläche des Berechnungsraumes (km}^2\text{)}$$

$$M = \text{Maßstab der Karte}$$



Modell
Berechnung GWN und nutz. Dargebot

Manuelle Berechnung der GW-Neubildung \overline{GWN} , Zehrung Z und \overline{GWN} nutzbar bei \overline{H} und N_{tr} nach Verfahren SCHLINKER

Untersuchungsgebiet: Bild 4

BOART	F_{Su}		mittl. Jahr (\overline{H})			trockenes Jahr (N_{tr})			Hydrometr. Daten		
	km^2	%	Vers. $\overline{H} \times$ $\frac{100}{mm}$ $l s^{-1} km^{-2}$	9 (9) Sp. 4:31,5 $l s^{-1} km^{-2}$	$\overline{GWN} (\overline{H})$ Sp. 2 x 5 $l s^{-1}$	Vers. $N_{tr} \times$ $\frac{100}{mm}$ $l s^{-1} km^{-2}$	9 (9) Sp. 4:31,5 $l s^{-1} km^{-2}$	$\overline{GWN} (N_{tr})$ Sp. 2 x 8 $l s^{-1}$	Reihe 1951/70	$mm^{-1} l s^{-1} km^{-2}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a ds	0,0	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	\overline{H}_k	616	19,56
b ds/h	0,374	20	123,2	3,91	1,46	96,0	3,05	1,14	$N_k(tr)$	480	15,24
c ds/dm	0,562	15	92,4	2,93	1,65	72,0	2,29	1,29	$\overline{V}_{pot}(\overline{H})$	640	20,32
d dm/ds	0,739	10	61,6	1,96	1,45	48,0	1,52	1,12	$\overline{V}_{pot}(N_{tr})$	690	21,59
e dm	0,241	5	30,8	0,98	0,24	24,0	0,76	0,18			
f No/Wa	0,194	0	0	-	-	0	-	-	$9s = \overline{V}_{pot} \cdot \overline{H}$	24	0,76
g $F_{Su}(z)$	(0,194)	0	0	-	-	0	-	-	$9s(tr) = \overline{V}_{pot} \cdot N_{tr}$	200	6,35
F_{Su}	2,110			$\overline{GWN} (\overline{H})$	4,80 $l s^{-1}$		$\overline{GWN} (N_{tr})$	3,73 $l s^{-1}$	GW-Neubildung (\overline{GWN})		
$9_0 (\overline{H})$ Sp. 6:2				2,27 $l s^{-1} km^{-2}$					\overline{H}	N_{tr}	
$9_0 (N_{tr})$ Sp. 9:2							1,77 $l s^{-1} km^{-2}$		$\frac{m^3 d^{-1}}{km^3 a^{-1}}$	0,415	0,322
$9_z (\overline{H})$ Sp. 12 f				0,76 $l s^{-1} km^{-2}$					$\frac{m^3 d^{-1}}{km^3 a^{-1}}$	0,151	0,118
$9_z (N_{tr})$ Sp. 12 g							6,35 $l s^{-1} km^{-2}$		$\frac{m^3 d^{-1}}{km^3 a^{-1}}$	0,402	0,216
$Z (\overline{H})$ Sp. 29x12f						0,15 $l s^{-1}$			$\frac{m^3 d^{-1}}{km^3 a^{-1}}$	0,147	0,079
$Z_s (N_{tr})$ Sp. 29x12g								1,23 $l s^{-1}$			

Dat.:
Bearbeiter: 5/80

Die Arbeitsschritte sind analog der manuellen Abarbeitung durch folgende Aktivitäten gekennzeichnet (Bild 13, 14.1 und 14.2)

NRFE - als Identifizierungsmerkmal wird jedem Berechnungsraum eine Kennziffer zugeteilt.

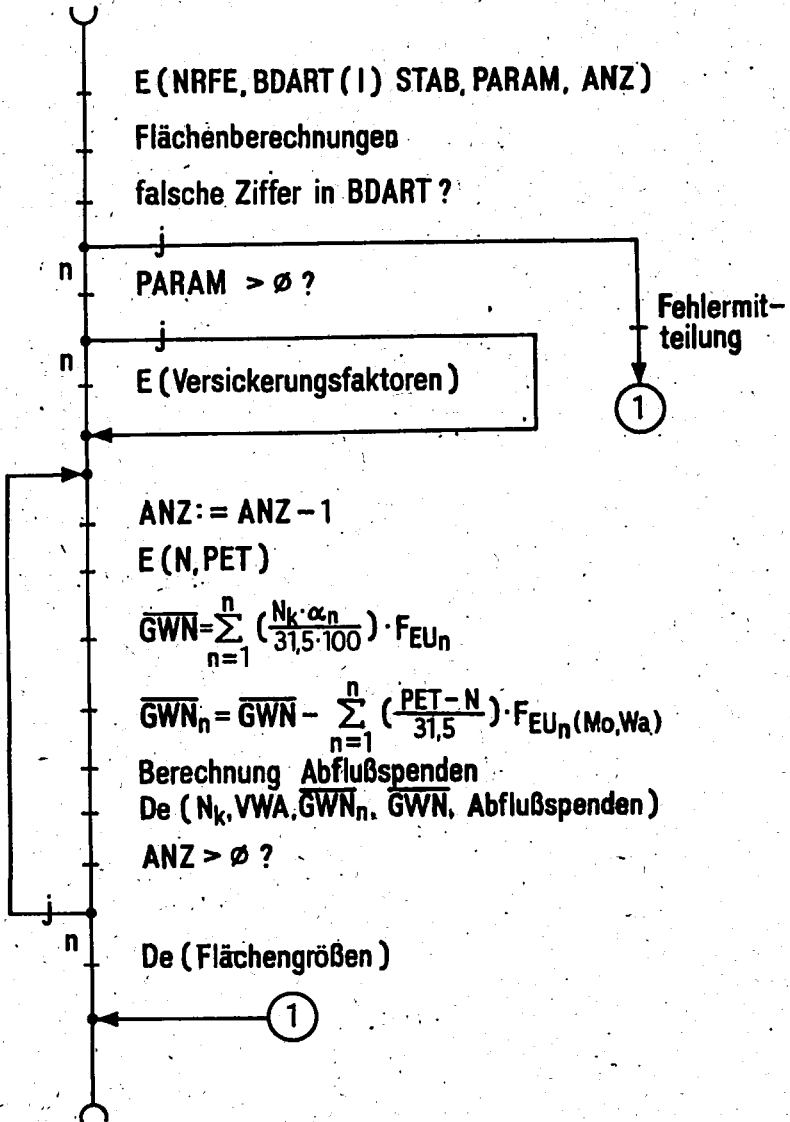
STAB - der Abstand der Rasterpunkte wird in km in das Programm eingegeben.

PARAM - durch einen Steuerparameter werden die zuzuordnenden Versicherungsfaktoren bestimmt.

= + 11 ist Anerkennung der vorgegebenen Versicherungskoeffizienten (ohne besondere Eingabe)

= - 99 ist abweichende Wahl der Versicherungskoeffizienten (mit besonderer Eingabe)

BDART - Bestimmung der Bodenarten am Rasterpunkt bei Anerkennung der vorgegebenen Versicherungskoeffizienten



EDV - Berechnung GWN

Eingabeformular Programm GRUNDWASSERNEUBILDUNG

Programmversion für das KRS 4200 Rahn 3/79

Blatt 1

	TAG	MONAT	JAHR	NRFE
1.0	0,1	0,1	1980	99,99

2.0	BDART									
2.1	3	2	3	3	4	7	4	4	4	5
2.2	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
2.3										
2.4										
2.5										
2.6										
2.7										
2.8										
2.9										
2.10										
2.11										

- Bodenart
- 1 = Sand ohne Humus
 - 2 = Sand mit Humus bzw. mit Schluff
 - 3 = Sand über Geschiebe-mergel
 - 4 = sandig ausgebildeter Geschiebemergel
 - 5 = Geschiebemergel, bzw. schw. Lehm bzw. Ton
 - 6 = Moor
 - 7 = Wasser

Eingabeformular Programm GRUNDWASSERNEUBILDUNG

(Hinweis: bei mehr als 50 Angaben für BDART Nutzung
des Ergänzungsblattes 12 erforderlich)

Blatt 2

BDART (Fortsetzung)

2.12

2.13

2.14

2.15

STAB = Abstand der Rasterpunkte [cm]
 PARAM = Steuerparameter
 > 0: Anerkennung der Versickerungsfaktoren.
 < 0: Eingabe der Versickerungsfaktoren
 ANZ = Anzahl der Wertepaare

3.0 STAB PARAM ANZ

4.0 VS VDS VDSDM VDM VMO VWA

Versickerungsfaktoren
 Angaben nur bei PARAM <= 0

5.0 N VWA

5.1

5.2

5.3

5.4

5.5

5.6

5.7

5.8

N = Niederschlag [mm]
 VWA = Verdunstung freier Wasserflächen [mm]

Anzahl der Wertepaare
 N, VWA muß mit ANZ überstimmen

BERECHNUNGSERGEBNISSE, GRUNDWASSERNEUBILDUNG NACH SCHLINKER

BERECHNUNGSGEBIET NR. 99.99

NIEDERSCHLAG (MM)	VERDUNSTUNG (MM)	GESAMTE NEUBILDUNG			NUTZBARE NEUBILDUNG		
		(L/SEC)	(L/S KM2)	(M3/D)	(L/SEC)	(L/S KM2)	(M3/D)
161,0	640,0	5,38	2,15	464.	5,19	2,07	448.
479,6	680,0	4,19	1,67	362.	2,60	1,04	225.

GESAMTFLÄCHE: 2,500 KM2

FLÄCHE SAND OHNE HUMUS	.000 KM2
FLÄCHE SAND MIT HUMUS	.250 KM2
FLÄCHE SAND AUF GME	.750 KM2
FLÄCHE GME, SANDIG	1.000 KM2
FLÄCHE GME, TONIG	.250 KM2
FLÄCHE MOOR	.000 KM2
FREIE WASSERFLÄCHEN	.250 KM2
RINGEBEBENER RASTERABSTAND	.500 KM

1.1.1980
ORS WVD KÜSTE

Bodenart	Index	Kodesiffer	Faktor (α)
Sand ohne Humus	ds	1	0,25
Sand mit Humus	ds/h	2	0,20
Sand, lehmig	ds/dm	3	0,15
Lehm, Mergel, S	dm/ds	4	0,10
Lehm, Mergel, t	dm	5	0,05
Wasser/Moor	Wa/Mo	6	0
Wasser/Moor (F_2)	Wa/Mo	7	0

- VS - bei der Wahl gebietsspezifischer begründeter Abweichungen
VDS der vorgegebenen Versickerungskoeffizienten ist die Ein-
VDSM gabe absoluter Zahlen erforderlich. Hierbei ist folgende
VDMDS Zuordnung zu beachten
VDM
VMO
VSW

Kode Ziffer	Faktor (α) (Abs. Zahl)	Grenzen
1	VS	0,1 ... 0,34
2	VDS	0,1 ... 0,25
3	VDSM	0,05 ... 0,20
4	VDMDS	0,05 ... 0,15
5	VDM	0,0 ... 0,1
6	VMO	0,0 ... 0,5
7	VSW	0,0

ANZ - Die Angabe ANZ legt fest, ob nur für mittlere Niederschlagsver-
 hältnisse (ANZ = 1) oder auch für Trockeneignisse (ANZ = 2)
 bzw. weitere (ANZ > 2) zu berechnen ist.

H Die auf die Fläche bezogenen Werte H und VWA werden als reprä-
VWA sentative Beobachtungsdaten ohne Korrektur eingegeben.

Die Kurzfassung des Arbeitsablaufes einer rechenmaschinellen Abarbeitung
 lautet:

- Abgrenzung des auf einen Standort oder Hauptgrundwasserleiter
 bezogenen unterirdischen Einzugsgebietes in Grundlage eines
 Grundwasserströmungsmodells.
- Wahl des orthogonalen Rasters und Bestimmung der Rasterabände

- Ermittlung der Bodenarten an den Basterpunkten
- Kodierung der Bodenart und Eintragung in DEB.
- Eintragung des Basterabstandes (km) in DEB.
- Wahl des Steuerparameters. Bei Eingabe einer positiven Zahl werden die im Programm vorgegebenen Versickerungsfaktoren (α) anerkannt. Bei Eingabe einer negativen Zahl müssen die von Programm abweichenden Versickerungsfaktoren (α') in absoluten Zahlen eingelesen werden.
- Angabe der Zahl der notwendigen Wertepaare Niederschlag und potentielle Verdunstung (i. d. R. max 2)..
- Ermittlung und Einlesung der Werte Niederschlag und potentielle Verdunstung offener Wasserflächen entsprechend der eingegebenen Anzahl

Als Ergebnis der rechenmaschinellen Abarbeitung (DAB) werden

die Grundwasserneubildung (GWN) und

das nutzbare Grundwasserdargebot (GWN_n)

in den Dimensionen $l s^{-1}$, $l s^{-1} km^{-2}$ und $m^3 d^{-1}$ ausgegeben (Bild 13.3)

(Literatur zum Verfahren SCHLINKER /10/ bis /15/).