

VEB  
Projektierung  
Wasserwirtschaft

Bemessungsgrundlagen für Brunnen von  
Grundwasserabsenkungsanlagen  
Grundsätze und Ermittlung der repräsentativen geo-  
hydraulischen Parameter

WAPRO

8.01.

Blatt 1

Verbindlich ab 1. 7.1973

1. Allgemeines

In Abhängigkeit der Durchlässigkeit des Untergrundes und der erforderlichen Absenktiefe lassen sich die im Bild 1 dargestellten Anwendungsgebiete der wichtigsten Entwässerungsverfahren angeben:

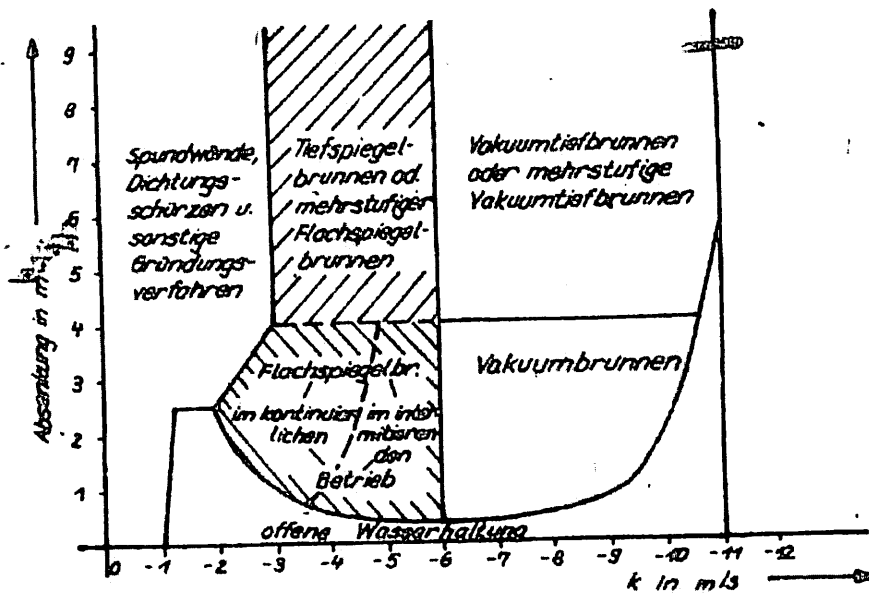


Bild 1: Einsatzgebiete der wichtigsten Entwässerungsverfahren in Abhängigkeit von der erforderlichen Absenktiefe und des Durchlässigkeitskoeffizienten des Bodens /1/

Die Aussagen des WAPRO 8.01. beschränken sich auf das im Bild 1 besonders gekennzeichnete Einsatzgebiet des Gravitationsverfahrens mittels Vertikalfilterbrunnen im UWM-Pumpenbetrieb bei Tiefspiegelbrunnen oder Saugpumpenbetrieb bei Flachspiegelbrunnen. WAPRO 8.01. verfolgt das Ziel, Richtlinien für eine effektive Bemessung derartiger Brunnen von Grundwasserabsenkungsanlagen zu fixieren, da die Kosten der Erdarbeiten mit Entwässerung durch Pumpen etwa das 10- bis 30-fache der Kosten des Bodenaushubs im Trockenen betragen. Die Kosten für die Grundwasserabsenkung setzen sich dabei im allgemeinen wie folgt zusammen /1/:

Herstellung der Brunnen	12 %
Rohrleitungen	8 %
Pumpbetriebskosten	80 %

Der Ermittlung der erforderlichen Betriebsdauer und damit des nichtstationären Absenkungsverlaufes kommt deshalb eine besonders große Bedeutung zu. Die Bemessung von

Fortsetzung Seite 2 bis 10

Bestätigt: 9. 5. 1973 , Direktor, Halle (Saale)

Brunnen für Grundwasserabsenkungsanlagen unterscheidet sich hierbei im allgemeinen von der Bemessung von Grundwassergewinnungsanlagen (siehe WAPRO 1.42).

## 2. Grundsätze

### 2.1. Kategorisierung

Die Grundwasserabsenkungsanlagen sind in folgende 3 Kategorien zu untergliedern:

Kategorie A	0 bis 10 Wertungspunkte
Kategorie B	10 bis 20 Wertungspunkte
Kategorie C	mehr als 20 Wertungspunkte

Dabei sind für folgende Merkmale Wertungspunkte (WP) in Ansatz zu bringen:

#### 2.1.1. Schäden, die bei einer zeitweisen Überflutung der Baugrube eintreten können

- a) bei der ernststen Gefährdung von Menschenleben 20 WP.  
b) für je 50 TM Schäden je 1 WP

hierbei ist insbesondere der Charakter der Bauarbeiten in der Baugrube zu berücksichtigen:

- eine zeitweise Überflutung der Baugrube verursacht keine besonderen Störungen, z.B. Verlegung vorgefertigter Elemente
- bei einer zeitweisen Überflutung der Baugrube gelangen lediglich normale Stahlbetonteile unter Wasser, z.B. Stahlbetonleitungen aus Ortbeton
- bei einer zeitweisen Überflutung der Baugrube gelangen komplizierte Stahlbetonkonstruktionen und wasserdichtende Isolierungen unter Wasser

darüber hinaus sind die Folgeschäden einzuschätzen.

#### 2.1.2. Geohydraulischer Schwierigkeitsgrad

- nach WAPRO 1.42. relativ einfach schematisierbare äußere Randbedingungen des GW-strömungsfeldes 0 bis 3 WP
- nach WAPRO 1.42. nur schwer schematisierbare äußere Randbedingungen des GW-strömungsfeldes 3 bis 6 WP
- nahezu homogener oder nahezu horizontal geschichteter GW-leiter 0 bis 3 WP
- inhomogener oder nicht annähernd horizontal geschichteter GW-leiter und/oder GW-stauer 3 bis 6 WP

Die Anwendung des WAPRO 8.01. setzt die Festlegung der Kategorie voraus. Wird die Kategorie abweichend vom vorliegenden WP-Schema festgelegt, so ist diese zu begründen.

### 2.2. Voraussetzungen zur Anwendung des WAPRO 8.01

Für die Anwendbarkeit des WAPRO 8.01. müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

#### 2.2.1. Anlagen der Kategorie A:

Es müssen die Ergebnisse der Baugrunderkundung nach TGL 11456, insbesondere die Schichtenverzeichnisse aller abgeteufte Bohrungen und alle Siebanalysen der entnommenen Bodenproben, vorliegen.

Eine fachkundige Einschätzung der hydrogeologischen Situation und der äußeren Randbedingungen des GW-strömungsfeldes, einschließlich Kolmation, auf der Grundlage von Archivmaterial - Gutachten, hydrogeol. Spezialkarten, eigene einfache Feldestarbeiten u. ä. m. - und gegebenenfalls Auswertung der Dokumentation des Betriebsablaufes von vergleichbaren Anlagen muß vorliegen.

Die möglichen Bohrdurchmesser und -tiefen, das verfügbare Brunnenausbaumaterial sowie die verfügbaren Pumpen und Rohrleitungen müssen bekannt sein.

### 2.2.2. Anlagen der Kategorie B:

Erforderlich sind alle Angaben wie für Anlagen der Kategorie A.

Falls der GW-stauer bei der Baugrunderkundung nach TGL 11456 nicht erfaßt wurde, muß seine Lage durch mindestens 2 Aufschlüsse im Bereich der Baugrube ermittelt werden.

Die erforderliche fachkundige Einschätzung der hydrogeologischen Situation und der wirksamen äußeren Randbedingungen des GW-strömungsfeldes ist von der zuständigen OFM gegenzuzeichnen.

Die möglichen Bohrdurchmesser und -tiefen, die verfügbaren Ausbaumaterialien, die verfügbaren Pumpen mit Kennlinien, die verfügbaren Rohrleitungen sowie Formstücke und Armaturen mit ihren hydraulischen Widerstandskennziffern und die erforderlichen geodätischen Saug- und Druckhöhen müssen bekannt sein.

### 2.2.3. Anlagen der Kategorie C:

Erforderlich ist ein hydrogeologisches Fachgutachten des VEB Hydrogeologie oder der zuständigen Bezirkestelle für Geologie. Hierbei sind auch Pumpversuche im Bereich der Baugrube und zur Ermittlung der maßgebenden äußeren Randbedingungen nach TGL 23864 durchzuführen und auszuwerten. Dabei ist eine 3-fache Nutzung der Brunnen zur Baugrunderkundung, als Pumpversuchsbrunnen und als Entwässerungsbrunnen der späteren Absenkanlage unbedingt anzustreben. Abweichungen hiervon sind zu begründen.

Es sind die gleichen Angaben zum Brunnenausbau und zur Bemessung der Pumpen und Rohrleitungen wie für Kategorie B erforderlich.

## 2.3 Repräsentativwertermittlung

Der geohydraulischen Berechnung sind berechnungsspezifische geohydraulische Repräsentativwerte für die Profildurchlässigkeit  $T$  der zu berücksichtigenden GW-leiter, für den Speicherkoeffizienten  $S$  der zu entwässernden GW-leiter, für die Grundwasserneubildung oder -zehrung  $W$  und die geohydraulisch wirksamen Randbedingungen zugrunde zu legen.

### 2.3.1. Anlagen der Kategorie A:

Es ist ein hydrogeologisches Modell (siehe /2/) auf der Grundlage der Baugrunderkundung sowie der fachkundigen Einschätzung der hydrogeologischen Situation und der wirksamen äußeren Berandungen entsprechend WAPRO 8.01./ 1. Abschnitt 2.2. festzulegen.

Der geohydraulische repräsentative  $T$ -Wert ist aus den Einzelwerten  $T_1$  ( $T_1 = \sum k_1 \cdot m_1$ ) durch Mittelwertbildung unter besonderer subjektiver Berücksichtigung des baugrubennahen Bereiches zu ermitteln. Werden die  $k$ -Werte dabei aus Siebanalysen ermittelt -  $I_D$  wird dabei geschätzt -, so ist der gebildete Mittelwert für  $T$  mit dem Faktor 0,90 zu reduzieren; wurde  $T$  dagegen mittels Pumpversuch bestimmt, entfällt die Reduktion.

Der repräsentative  $S$ -Wert ist aus den Einzelwerten  $S_1$ , die auf der Grundlage von Siebanalysen bestimmt werden, -  $I_D$  wird dabei geschätzt - durch flächengewogene Mittelwertbildung ohne besondere Berücksichtigung des baugrubennahen Bereiches zu ermitteln.

Die  $W$ -Werte bleiben für Anlagen der Kategorie A unbeachtet.

### 2.3.2. Anlagen der Kategorie B:

Das hydrogeologische Modell (siehe /2/) ist auf der Grundlage der für Kategorie B vorgeschriebenen Erkundungsergebnisse und Einschätzungen sorgfältig und fachkundig zu erarbeiten.

Die Ermittlung der repräsentativen  $S$ -Werte ist wie bei Kategorie A vorzunehmen. Bei der Ermittlung von  $S$  aus Siebanalysen ist  $I_D$  sorgfältig und fachkundig einzuschätzen.

Die Ermittlung der repräsentativen T-Werte auf der Grundlage von Siebanalysen ist nach dem Verfahren von BEIHS/LUCKNER vorzunehmen. Hierbei läßt sich das Rechenprogramm PG-REWERT nutzen. In Abhängigkeit der sich dabei ergebenden Zuverlässigkeit ist der Sicherheitskoeffizient für die Anzahl der Brunnen sowie die Bemessung und Reservehaltung der Pumpen und Rohrleitungen festzulegen. Der zur k-Wertermittlung aus Siebkurven benötigte  $I_p$ -Wert ist sorgfältig und fachkundig einzuschätzen. Ergänzende Pumpversuche zur Ermittlung der repräsentativen T- und S-Werte und insbesondere zur Festlegung der wirksamen äußeren Randbedingungen sind empfehlenswert.

Die W-Werte sind nur zu berücksichtigen, wenn die Ausdehnung des Absenkungstrichters mehrere  $\text{km}^2$  erreicht.

#### 2.3.3. Anlagen der Kategorie C:

Das hydrogeologische Modell ist vom VEB Hydrogeologie oder der zuständigen Bezirksstelle für Geologie als Ergebnis ihres Fachgutachtens zu erarbeiten.

Die Ermittlung des repräsentativen S-Wertes für jedes endliche Element erfolgt wie bei Kategorie B. Für die Ermittlung der S-Werte aus Siebanalysen sind  $I_p$  und die an Hand der Siebanalysen ermittelten  $n$  - Werte stichprobenweise durch andere Verfahren zu überprüfen. Die auf diese Weise ermittelten S-Werte sind durch mindestens einen nach TGL 23 846 ausgewerteten Pumpversuch zu überprüfen.

Die Ermittlung des repräsentativen T-Wertes für jedes endliche Element erfolgt bei der Kategorie B. Die  $I_p$ -Werte sind aber im Gegensatz zu Kategorie B zu ermitteln. Des weiteren ist der auf Grundlage von Siebanalysen ermittelte T-Wert durch mindestens einen Pumpversuch zu bestätigen.

Die W-Werte sind für jedes endliche Element zu ermitteln. Erreicht der Absenkungstrichter nur eine Größe von  $< 1 \text{ km}^2$ , ist  $\bar{W}$  zu vernachlässigen.

#### 2.4. Auswahl des Berechnungsverfahrens

Die Auswahl des Berechnungsverfahrens erfolgt in Abhängigkeit von der Bedeutung der Absenkungsanlage, gekennzeichnet durch die Kategorien A, B und C. Abweichende Festlegungen sind zu begründen. Grundsätzlich ist der nichtstationäre Absenkungsprozeß durch die Berechnungsmodelle zu erfassen. Abweichende Festlegungen sind zu begründen.

##### 2.4.1. Anlagen der Kategorie A

Die geohydraulische Berechnung ist nach dem im WAPRO 8.01./2 angegebenen analytischen Berechnungsverfahren durchzuführen. Zur Auswertung der dort angegebenen Algorithmen ist vorzugsweise das FORTRAN-Komplexprogramm "Brunnenbemessung" des VEB Prova Halle zu verwenden.

Die Bemessung der Brunnenfilter ist nach WAPRO 1.42./3 vorzunehmen.

Die Bemessung der Rohrleitungen und Pumpen kann vereinfacht nach den in WAPRO 8.01./2

Abschnitt 3. angegebenen Richtlinien auf der Grundlage von TGL 22 761/3 und WAPRO 1.24. erfolgen. Eine meßtechnische Überwachung entsprechend WAPRO 8.01./2 Abschnitt 4. auf der Grundlage von TGL 22 738/1 kann vereinfacht erfolgen. Eine Auswertung der Meßwertdokumentation durch den Projektanten muß nicht vorgenommen werden.

##### 2.4.2. Anlagen der Kategorie B

Die geohydraulische Berechnung ist wie bei Kategorie A durchzuführen. Falls sich die äußere Berandungen nur schwer zu den berücksichtigbaren Berandungen schematisieren lassen, sind ergänzende elektrische Analogiemodelluntersuchungen mit Papiermodellen entsprechend WAPRO 8.01./2 Abschnitt 1.2. eventuell mit C-Gliedern einzusetzen. Gestattet die Inhomogenität des GW-Leiters den Einsatz der analytischen Berechnungsverfahren oder von Papiermodellen nicht, so sind die R-Netze entsprechend WAPRO 8.01./2 Abschnitt 1.2. zu benutzen.

Im Falle eines Pumpenstillens der Leitungen nur der stationäre Grundwasserstand erreicht wird, ist die Abpumpkapazität nichterwartungsgemäß zu ermitteln, durch die gewünschte Entwässerungsleistung zu dividieren und zur Förderleistung  $Q$  der einzelnen Brunnen im stationären Zustand zu addieren.

Die Bemessung der Brunnenfilter erfolgt wie für Kategorie A.

Die Bemessung der Rohrleitungen und Pumpen ist nach WAPRO 8.01./2 Abschnitt 3. vorzunehmen. Eine meßtechnische Überwachung ist entsprechend WAPRO 8.01./2 Abschnitt 4. sicherzustellen. Eine Auswertung der Meßwertdokumentation durch den Projektanten ist vorzunehmen; diese Arbeiten sind als Bestandteil des Projektes abzusichern.

#### 2.4.3. Anlagen für Kategorie C

Die geohydraulische Berechnung ist wie bei Kategorie B durchzuführen. Zusätzlich sind jedoch Berechnungen mit Hilfe von Liebmann-Netzen nach WAPRO 8.01./2 Abschnitt 1.2. oder Lösungen nach WAPRO 8.01./2 Abschnitt 1.3. gegebenenfalls unter Beachtung verschiedener GW-Leiter auszuführen. Für letztere lassen sich Hybridrechner, wie z.B. der analog-hy 1 und das Rechenprogramm HOREG einsetzen.

Die Bemessung der Brunnenfilter erfolgt wie für Kategorie A.

Die Bemessung der Rohrleitungen und Pumpen und die meßtechnische Überwachung sowie deren Auswertung erfolgt wie bei Kategorie B. Für besonders wichtige Vorhaben ist eine gekoppelte Berechnung der Brunnen und Rohrleitungen erforderlich.

Im FORTRAN Komplexprogramm "Brunnenbemessung" ist dies für die analytische Lösung durch die SUBROUTIN PUMP gelöst.

Für die besonders wichtigen Anlagen der Kategorie C wird empfohlen, in einem 1. Schritt mit dem analog-hy 1 oder dem Rechenprogramm HOREG bei vorgegebenen Brunnenwasserständen eine erste Lösung der Brunnenförderleistungen zu bestimmen und mit dieser die rohrhydraulischen Berechnungen und Pumpenauswahl durchzuführen. Mit den sich dabei ergebenden veränderten Brunnenwasserständen läßt sich in einem 2. Schritt die geohydraulische Berechnung wiederholen, wobei sich veränderte  $Q$  ergeben, mit welchen sich die rohrhydraulischen Berechnungen wiederholen und die Pumpenbemessung kontrollieren läßt. Diese schrittweise Berechnung läßt sich solange wiederholen, bis eine ausreichende Übereinstimmung erzielt wird.

### 3. Ermittlung repräsentativer geohydraulischer Parameter

#### 3.1. Auf der Grundlage von Siebkurven

Die auf der Grundlage von Siebkurven ermittelten Parameter charakterisieren lediglich einen Punkt des gesamten Grundwasserströmungsleiters und sind deshalb als Stichproben aufzufassen. Die für das geohydraulische Gesamtverhalten des Grundwasserleiters maßgebenden Repräsentativparameter sind aus diesen Stichprobenwerten zu bestimmen.

##### 3.1.1. k-Wertermittlung

Die Ermittlung des k-Wertes für eine gestörte Einzelbodenprobe auf der Grundlage einer Siebanalyse erfolgt nach BEYER. Es gilt

$$k_{10^0} C = C \cdot d_{10}^2$$

mit

$$C = f(U, I_D)$$

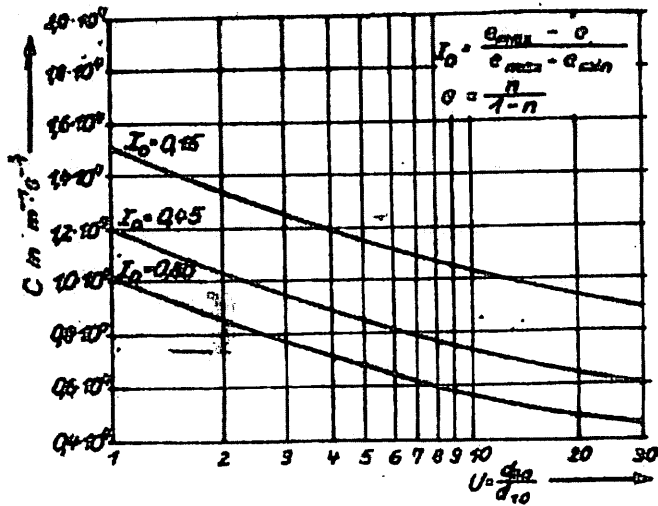


Bild 2: Proportionalitätsfaktor C für Kiese und Sande in Abhängigkeit von U und  $I_p$  /2/

3.1.2. S-Wertermittlung

3.1.2.1. ungespannte Verhältnisse:

Die Ermittlung von S für eine gestörte Einzelbodenprobe erfolgt auf der Grundlage der funktionalen Abhängigkeit  $S = n \cdot f(k)$  mit  $n = f(U, I_p)$  nach BEYER/SCHWEIGER.

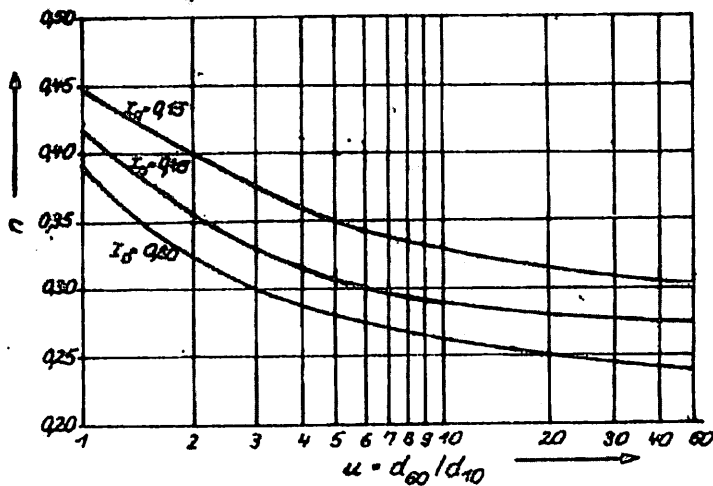


Bild 3: Porosität n für sandig/kiesige Materialien nach BEYER/SCHWEIGER

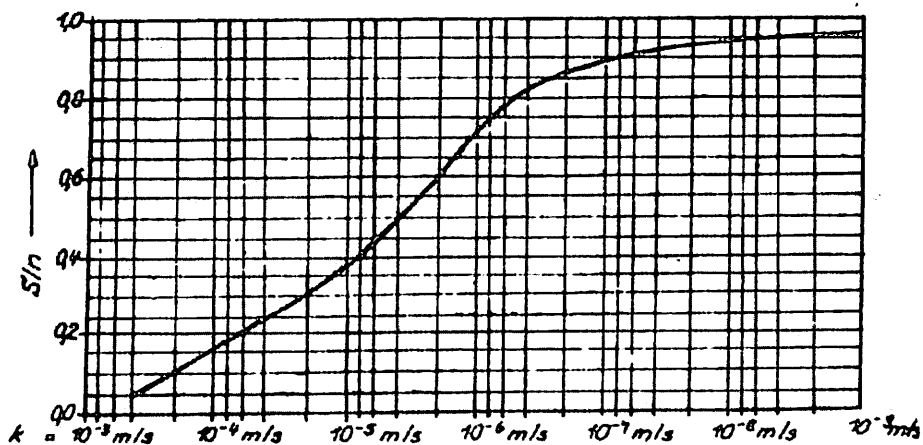


Bild 4: Speicherkoeffizient S nach BEYER/SCHWEIGER /2/

## 3.1.2.2. gespannte Verhältnisse

Die Ermittlung von  $S = S_0 \cdot M$  ( $M =$  Mächtigkeit der Schicht) aus der Siebkurve ist nicht möglich. Als grober Anhaltswert läßt sich für  $S_0 \approx 10^{-6}$  bis  $10^{-5} \text{ m}^{-1}$  angeben. Sind die Poren teilweise gasgefüllt, z.B. mit Luft,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  usw., so steigt  $S_0$  beträchtlich an.

## 3.1.3. W-Wertermittlung

Die mittlere jährliche GW-neubildung beträgt nach KORTUM/GLUGLA /2/ für GW-ferne Standorte:

$$\bar{W} = \bar{N} \exp \left( - \frac{\bar{Q} w^*}{r \bar{\rho}} \right)$$

$\bar{N}$  mittlerer-jährlicher Niederschlag

$w^*$  Wirkungsfaktor entsprechend Tabelle 1 (dimensionslos)

$r$  Verdampfungswärme;  $r \approx 0,6 \text{ kcal g}^{-1}$

$\rho$  Dichte des Wassers;  $\rho = 1 \text{ g cm}^{-3}$

$\bar{Q}$  mittlere Jahressumme der Globalstrahlung;  
für die DDR  $\bar{Q} \approx 85 \text{ kcal cm}^{-2}\text{a}^{-1}$

Tabelle 1 Wirkungsfaktor für Mitteleuropa /2/

Bewuchs	$w^* \cdot 10^2$					
	Anteil der Körnung $\leq 0,02 \text{ mm}$ des Standortbodens in %					
	0 bis 10	10 bis 15	15 bis 25	25 bis 35	35 bis 50	$> 50$
Brache:	15 bis 25	25 bis 30	30 bis 37	37 bis 45	45 bis 55	50 bis 70
Grünland; geringer Be- wuchs	30 bis 40	40 bis 45	45 bis 50	50 bis 55	55 bis 65	65 bis 80
mittlerer Bewuchs	40 bis 50	50 bis 55	55 bis 60	60 bis 65	65 bis 73	75 bis 85
guter Bewuchs	50 bis 60	60 bis 65	65 bis 70	70 bis 75	75 bis 80	80 bis 87
Landwirtschaftliche Kulturen <sup>1)</sup> ;						
geringe Erträge	30 bis 35	35 bis 40	40 bis 45	45 bis 53	53 bis 65	65 bis 90
mittlere Erträge	35 bis 40	40 bis 45	45 bis 53	53 bis 60	60 bis 70	70 bis 90
gute Erträge	40 bis 48	48 bis 53	53 bis 60	60 bis 65	65 bis 75	75 bis 95
Wald:	40 bis 75					

3.1.4. Geohydraulisch repräsentative Durchlässigkeitsparameter nach BEIMS/LOCKNER  
Hierfür sind folgende Arbeitsschritte auszuführen (siehe /3/, /4/):

Ermittlung von  $k$  für alle entnommenen Bodenproben nach Abschnitt 3.1.1.

Iterative Ermittlung des Schichtaufbaues durch Maximierung der Streuung der  $k$ -Werte zwischen den Schichten und Minimierung der  $k$ -Werte innerhalb der Schichten, wobei der Unterschied zwischen den Mittelwerten der  $k$ -Werte zweier benachbarter Schichten und

1) bei Zwischenfrucht + 5

der Unterschied der Streuung der  $k$ -Werte dieser beiden Schichten signifikant sein muß. Der Nachweis erfolgt für die Mittelwerte mit dem doppelten T-Test und für die Streuung mit dem F-Test. Diese Ermittlung ist für jeweils den Bereich des GW-leiters durchzuführen, für den Repräsentativwert ermittelt werden sollen. In den nachfolgenden Arbeitsschritten wird jeder der ermittelten Schichtenbereiche getrennt weiteruntersucht.

Überführung der empirischen  $k$ -Wert-Dichtefunktion der ermittelten Einzelwerte in eine Gaußsche Dichtefunktion durch Transformation der Abszisse  $x$  in  $x_T$  mittels der Transformationsfunktion  $x_T = x^\alpha$ . Hierbei ist  $\alpha$  so zu bestimmen, daß die Abweichungen der empirischen von der Gaußschen Dichtefunktion ein Minimum ergeben.

Aus der absoluten Größe dieser Abweichungen wird mittels des  $\chi^2$ -Anpassungstests die Zuverlässigkeit  $z$  des Repräsentativwertes bestimmt. Der Sicherheitskoeffizient  $\gamma = f(z)$  ist Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2 Sicherheitskoeffizient  $\gamma$  in Abhängigkeit von  $z$

$z$	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
$\gamma$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9

Ermittlung der statistischen Kenngrößen: arithmetischer Mittelwert  $k$ , Standardabweichung und Variationskoeffizient  $v_T$

Ermittlung des geohydraulisch repräsentativen Durchlässigkeitsparameters  $k_R$ :

$$k_R = k \cdot f$$

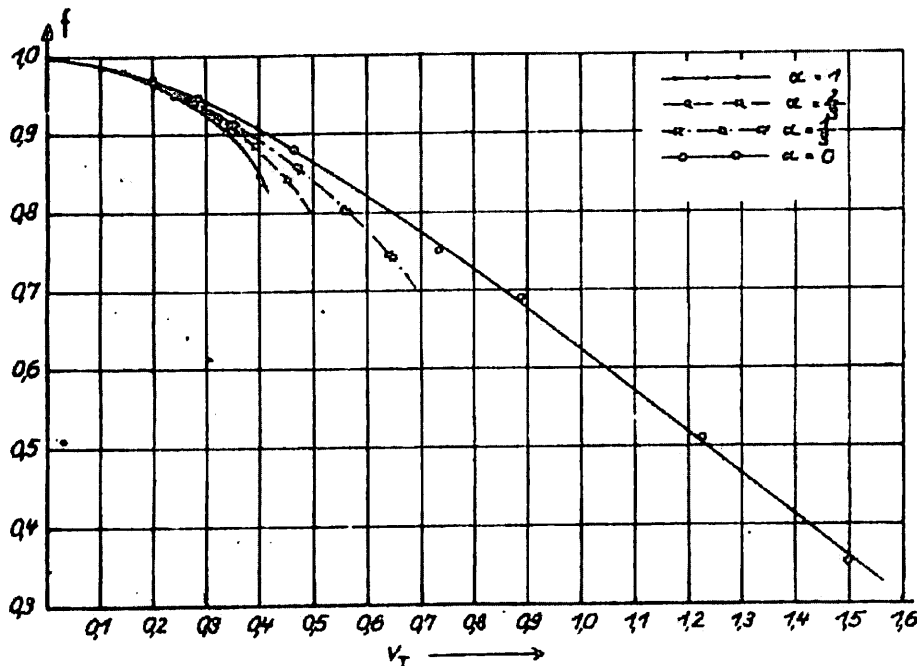


Bild 5 : Reduktionskoeffizient  $f$  in Abhängigkeit des Variationskoeffizient  $v_T$

Vorteilhaft für die Abarbeitung der aufgeführten Berechnungsschritte lassen sich das komplexe Rechenprogramm REWERT oder SUBROUTINS einsetzen.



### 3.1.5. Geohydraulisch repräsentative S- und W-Werte

Die geohydraulischen repräsentativen S- und W-Werte werden als flächengewogene Mittelwerte aus den Einzelwerten ermittelt. Hierzu ist jeder Einzelwert unter Berücksichtigung der hydrogeologischen Situation einer Teilfläche des Gesamtgebietes zuzuordnen.

### 3.2. Auf der Grundlage von Pumpversuchen

Die Durchführung und Auswertung der Pumpversuche zur T-Wertermittlung und der Ermittlung wirksamer geohydraulischer Randbedingungen ist nach TGL 23 864 "Pumpversuche" vorzunehmen.

Die S-Wertermittlung ist für ungespannte Strömungsverhältnisse aus den dabei ermittelten repräsentativen k-Werten nach WAPRO 8.01/1 Abschnitt 3.1.2. durchzuführen, da aus den genannten Pumpversuchsverfahren bisher keine zuverlässigen S-Werte ableitbar sind. Bei gespannten Strömungsverhältnissen ist hingegen  $S = S_0 \cdot M$  nach dem Verfahren nach TGL 23 864 zu ermitteln. Die Festlegung repräsentativer S-Werte erfolgt nach WAPRO 8.01./1 Abschnitt 3.1.5.

Die Ermittlung der geohydraulisch repräsentativen Durchlässigkeitsparameter  $T_R$  erfolgt nach WAPRO 8.01./1 Abschnitt 3.1.4. Als Stichprobe gelten hierbei die ermittelten T-Werte aus Absenkungs- und Wiederanstiegsmessungen an unterschiedlichen Grundwasserbeobachtungsrohren, die nach verschiedenen Pumpversuchsauswertungsverfahren bestimmt worden sind (siehe /3/, /4/).

Der  $k_R$ -Wert ergibt sich aus

$$k_R = \begin{cases} T_R / M & \text{- gespannte GW-Strömungsverhältnisse} \\ T_R / h_n & \text{- ungespannte GW-Strömungsverhältnisse} \\ & (h_n = h\text{-Wert im Ausgangszustand)} \end{cases}$$

Zuverlässige W-Werte lassen sich nach TGL 23 864 bisher nicht bestimmen.

#### Hinweise

TGL	11 456	2.63	Baugrunduntersuchungen; Bohr- und Schürfarbeiten, Probenahme
TGL	11 457	6.71	Baugrunduntersuchungen; Umfang und Auswahl von Aufschlüssen
TGL	11 458	10.72	Baugrunduntersuchungen; Allgemeine Grundsätze und Vorschriften
TGL	23 864/1	9.70	Pumpversuche; Vorbereitung, Aufbau und Kontrolle der Versuchsanlage
TGL	23 864/2	9.70	Pumpversuche; Durchführung, Felddokumentation und Qualitätsbewertung
TGL	23 864/3	(12.71)	Pumpversuche; Auswahl des Berechnungsverfahrens
TGL	23 864/4	9.72	Pumpversuche; Geohydraulische Auswertung - konstante Wassermenge
TGL	23 864/5	9.72	Pumpversuche; Geohydraulische Auswertung - variable Wassermenge
TGL	23 864/6	9.72	Pumpversuche; Geohydraulische Auswertung - zusätzliche Speisung
TGL	23 864/7	(11.72)	Pumpversuche; Geohydraulische Auswertung - äußere Randbedingungen
TGL	23 864/8	(11.72)	Pumpversuche; Geohydraulische Auswertung - unvollkommene Brunnen und Anisotropie
TGL	23 864/9	( )	Pumpversuche; Geohydraulische Auswertung - Sonderfälle

WAPRO	1.42./1	2.71	Bemessungsgrundlagen für Grundwassergewinnungsanlagen; Grundsätze
WAPRO	1.42./2	2.71	Bemessungsgrundlagen für Grundwassergewinnungsanlagen; Geohydraulische Berechnungen
WAPRO	1.42./3	2.71	Bemessungsgrundlagen für Grundwassergewinnungsanlagen; Konstruktion und Gestaltung von Brunnenfiltern
WAPRO	1.42./4	2.71	Bemessungsgrundlagen für Grundwassergewinnungsanlagen; Verfahrensweg und Berechnungsbeispiele

/ 1 / KEZDI, A. und MARKO, I. :  
Erdbauten - Standsicherheit und Entwässerung  
Akademiai Kiado, Budapest 1969

/ 2 / BUSCH, K.-F. und LUCKNER, L. :  
Geohydraulik  
VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1972

/ 3 / BEIMS, U. und LUCKNER, L.  
Grundlagen der Ermittlung repräsentativer Durchlässigkeitsparameter  
Zeitschrift für angewandte Geologie, 1973

/ 4 / BEIMS, U.  
Anwendergerichtlinien zur Ermittlung repräsentativer Durchlässigkeits-  
parameter  
Zeitschrift für angewandte Geologie, 1973

Bearbeiter: Dr.-Ing. Luckner      PG Grundwasser des IfW Berlin/ TU Dresden  
Hochschuling. Beims      PG Grundwasser des IfW Berlin/ TU Dresden

unter Mitarbeit von :

Dipl.-Ing. Loeper      VEB Prowa Halle, Außenstelle Cottbus  
Dipl.-Ing. Eichhorn      VEB (K) Brunnenbau Wilschdorf