

02.06.

02.00. Geologie

02.06. Hydrogeologische Kennwerte

**Tabelle 02.06./1: Porosität einiger Gesteine
in Volumen-%
(SMIRNOW, 1970)**

Gestein	Porosität			Anzahl der Be- stimmun- gen
	Mittelwert	Maximum	Minimum	
Granit	1,00	1,90	0,02	50
Gneis	1,00	2,40	0,30	2
Quarzit	1,00	3,40	0,008	5
Marmor	1,00	6,00	0,11	7
verschiedene Effusiva	2,00	6,00	0,60	19
Dichter Kalkstein	3,00	6,90	0,20	7
Dachschiefer	4,00	10,28	1,16	59
Poröser Kalkstein	5,00	34,00	0,21	76
Paläozoischer Sandstein	11,00	26,50	1,09	110
Postpaläozoischer Sandstein	20,00	42,00	2,29	683
Tone	35,00	55,00	18,30	321

**Tabelle 02.06./2: Übersicht über Porenanteile
in Volumen-%
(DYCK, 1978)**

	Entwässerbare Porosität n_0	Pflanzenverfü- gbares Wasser n_v	Nicht pflanzen- verfügbares Wasser	Gesamt- porosität n
Sand	15...25	10...15	5...10	25...50
Lehm	5...15	15...20	10...20	40...60
Ton	2...10	10...15	30...40	40...65

02.00. Geologie
02.06. Hydrogeologische Kennwerte

02.06.

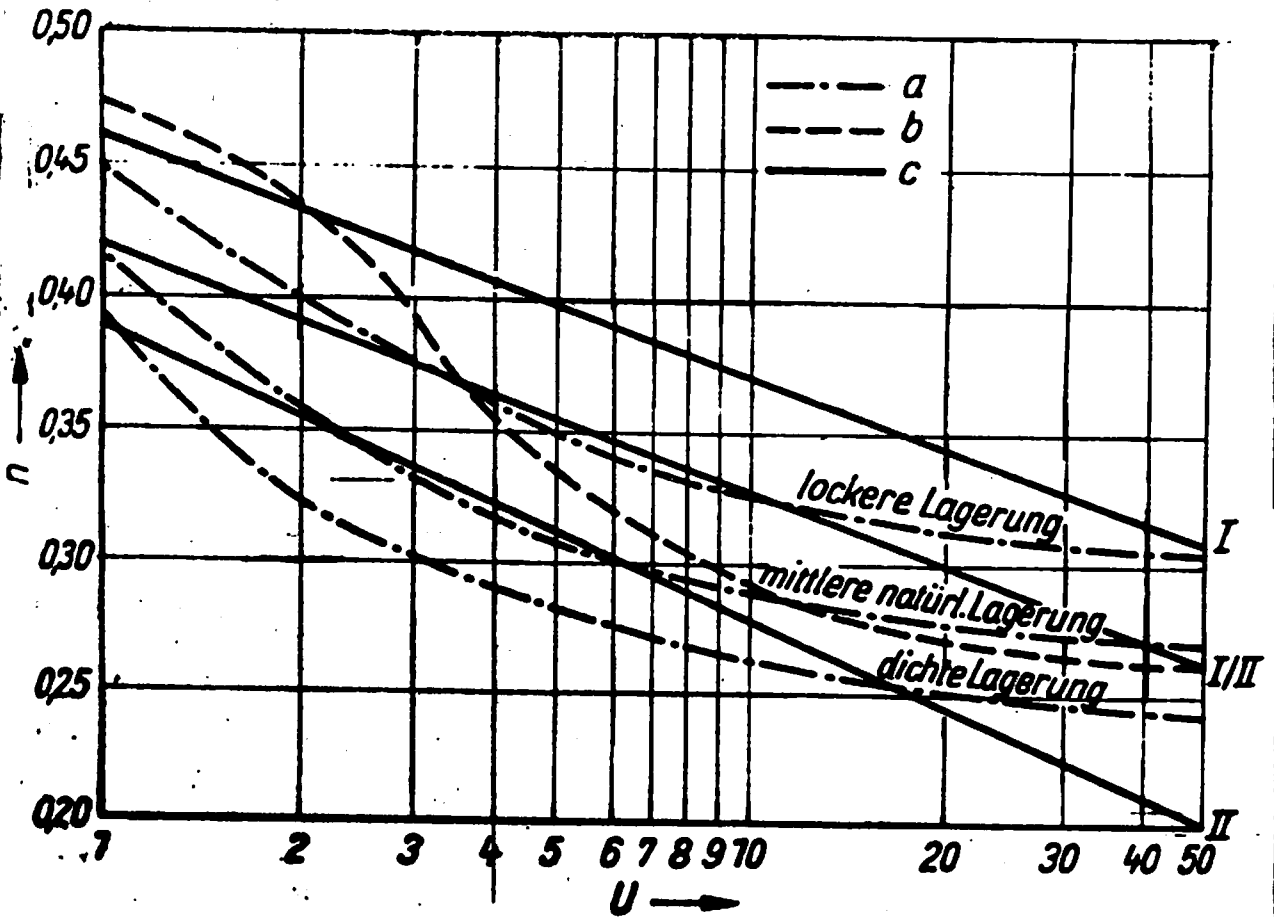


Bild 02.06./1: Abhängigkeit der Porosität von der Ungleichförmigkeit für sandig-kiesige Materialien (BUSCH/LUCKNER, 1973)

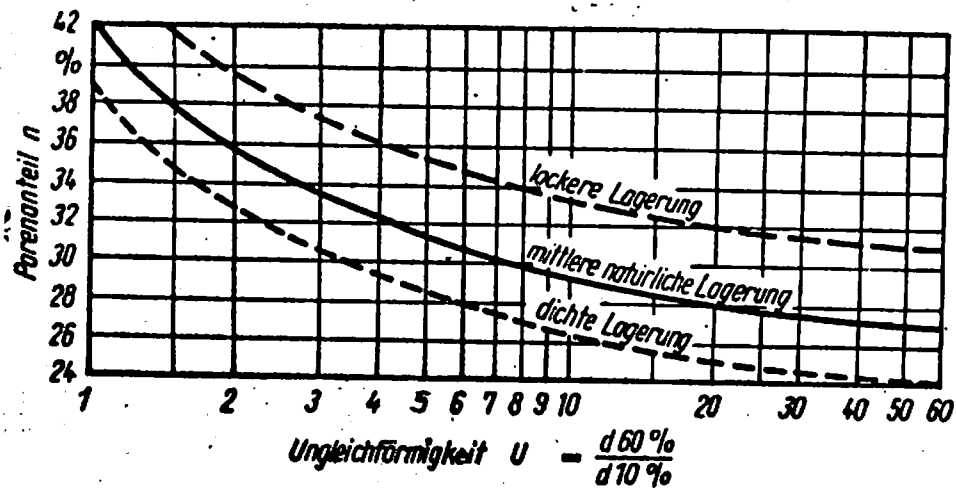


Bild 02.06./2: Zusammenhang zwischen Porenanteil und Ungleichförmigkeitsgrad (KITZNER u.a., 1977)

02.06.

02.00. Geologie

02.06. Hydrogeologische Kennwerte

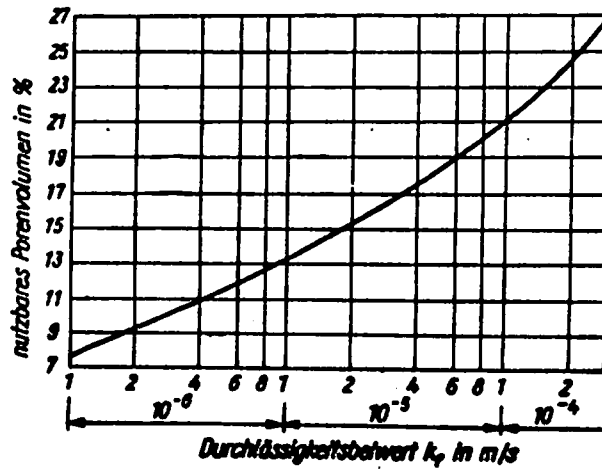


Bild 02.06./3: Nutzbarer Porenanteil in Abhängigkeit von der Durchlässigkeit (STRZODKA, 1975)

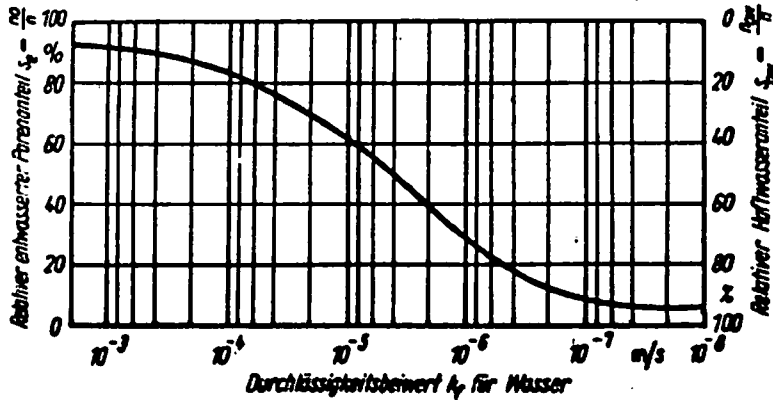


Bild 02.06./4: Zusammenhang zwischen relativem entwässerbarem Porenanteil und der Durchlässigkeit k für Wasser (KITNER/STARKE/WISSEL, 1977)

02.00. Geologie
02.06. Hydrogeologische Kennwerte

02.06.

Tabelle 02.06./3: Richtwerte für Porenanteil, entwässerbaren Porenanteil und Durchlässigkeitsbeiwert für verschiedene Lockergesteine nach BUSCH/LUCKNER (GARLING/DITTRICH, 1979)

Gestein	Porenanteil n	entwässer- barer Porenanteil n _e	Durchlässigkeits- beiwert k in m · s ⁻¹
sandiger Kies	0,25 ... 0,35	0,20 ... 0,25	3 · 10 ⁻³ ... 5 · 10 ⁻⁴
kiesiger Sand	0,28 ... 0,35	0,15 ... 0,20	1 · 10 ⁻³ ... 2 · 10 ⁻⁴
mittlerer Sand	0,30 ... 0,38	0,10 ... 0,15	4 · 10 ⁻⁴ ... 1 · 10 ⁻⁴
schluffiger Sand	0,33 ... 0,40	0,08 ... 0,12	2 · 10 ⁻⁴ ... 1 · 10 ⁻⁵
sandiger Schluff	0,35 ... 0,45	0,05 ... 0,10	5 · 10 ⁻⁵ ... 1 · 10 ⁻⁶
toniger Schluff	0,40 ... 0,55	0,03 ... 0,08	5 · 10 ⁻⁶ ... 1 · 10 ⁻⁸
schluffiger Ton	0,45 ... 0,65	0,02 ... 0,05	~ 10 ⁻⁸

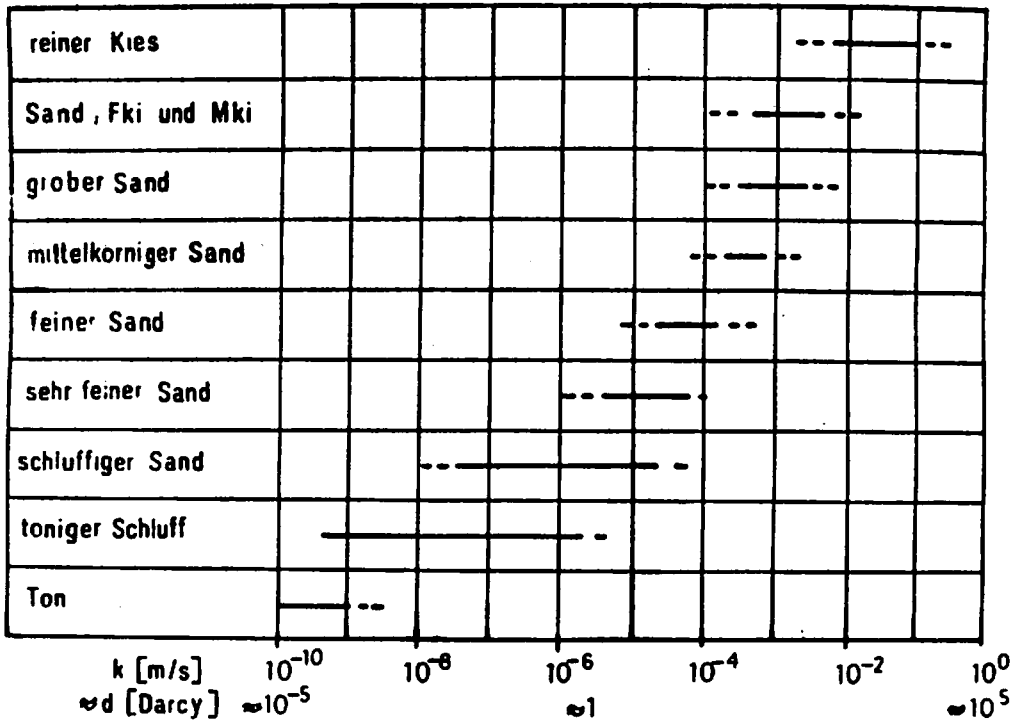


Bild 02.06./5: Klassifizierung der Durchlässigkeiten nach DÜRBAUM (1969) (RICHTER/LILLICH, 1975)

06. Hydrogeologische Kennwerte

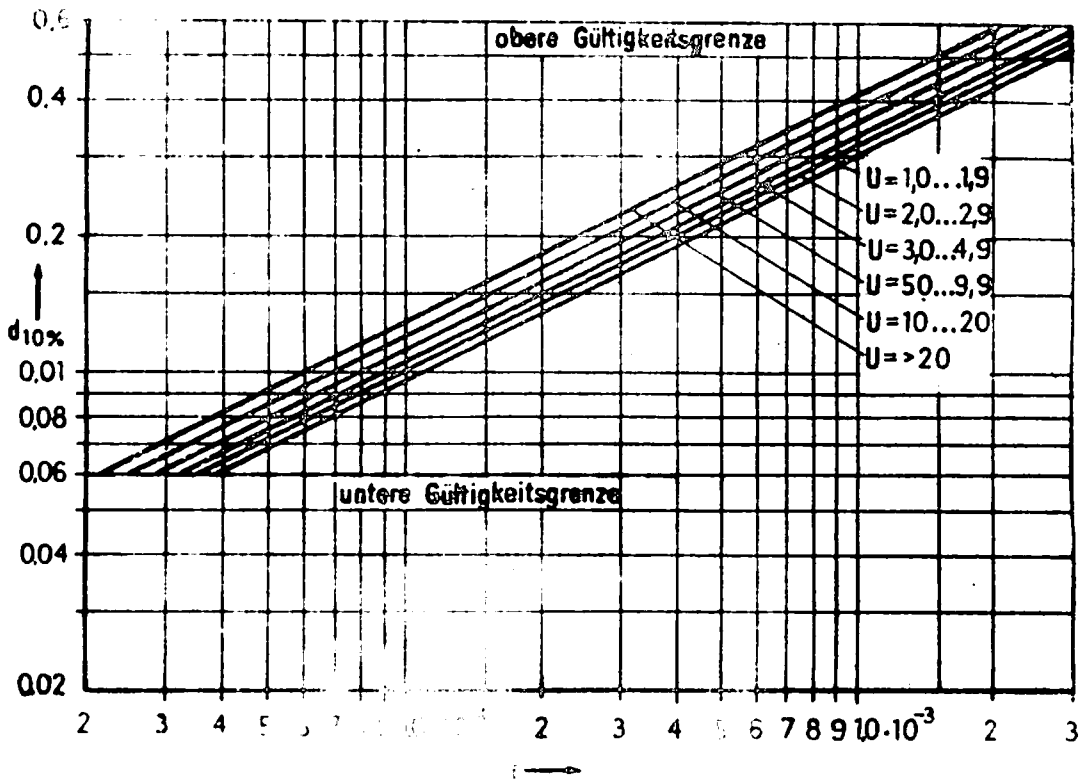


Bild 02.06./6: Beziehung zwischen $d_{10\%}$ und U in Abhängigkeit von U (nach [1], S. 107).

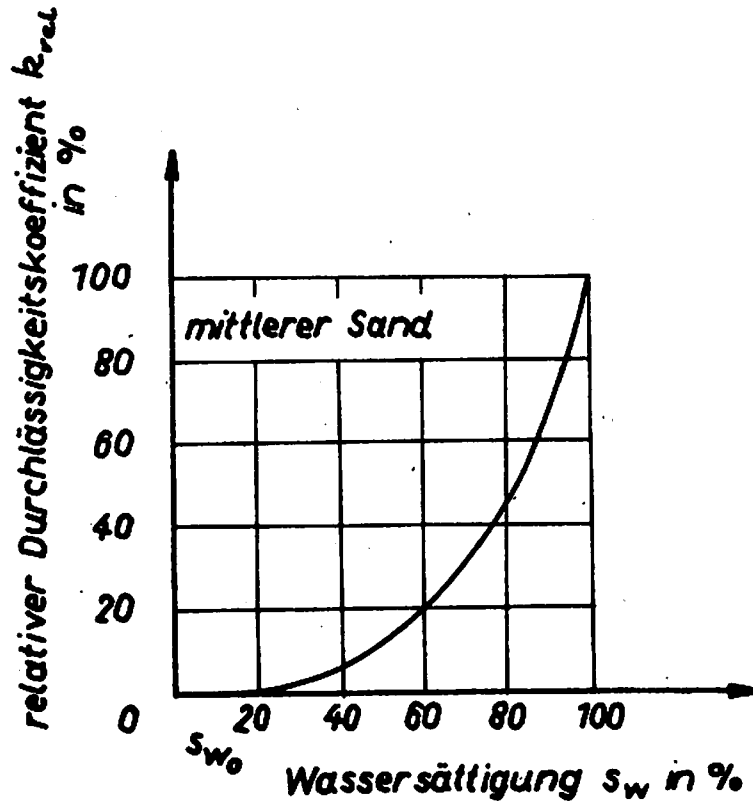


Bild 02.06./7: Relativer Durchlässigkeitskoeffizient als Funktion der Sättigung (BUSCH u.a., 1971)

Tabelle 02.06./4: Entwässerbarkeit und Durchlässigkeit nach CASAGRANDE (STRZODKA, 1975)

k_f in m/s	Bodenart	Hydraulische Eigenschaften	Entwässerbarkeit
1 10 ⁻¹ 10 ⁻²	Kies ohne Verunreinigungen	guter Grundwasserleiter	gut entwässerbar
10 ⁻³ 10 ⁻⁴ 10 ⁻⁵	Sande ohne Verunreinigungen Mischungen aus sauberen Sanden und Kiesen		
10 ⁻⁶ 10 ⁻⁷ 10 ⁻⁸ 10 ⁻⁹	sehr feine Sande Mischung aus Sand und Ton	schlechter Grundwasserleiter	schlecht entwässerbar
10 ⁻¹⁰ 10 ⁻¹¹	fette Tone	undurchlässig	nicht entwässerbar

02.06.

02.00. Geologie

02.06. Hydrogeologische Kennwerte

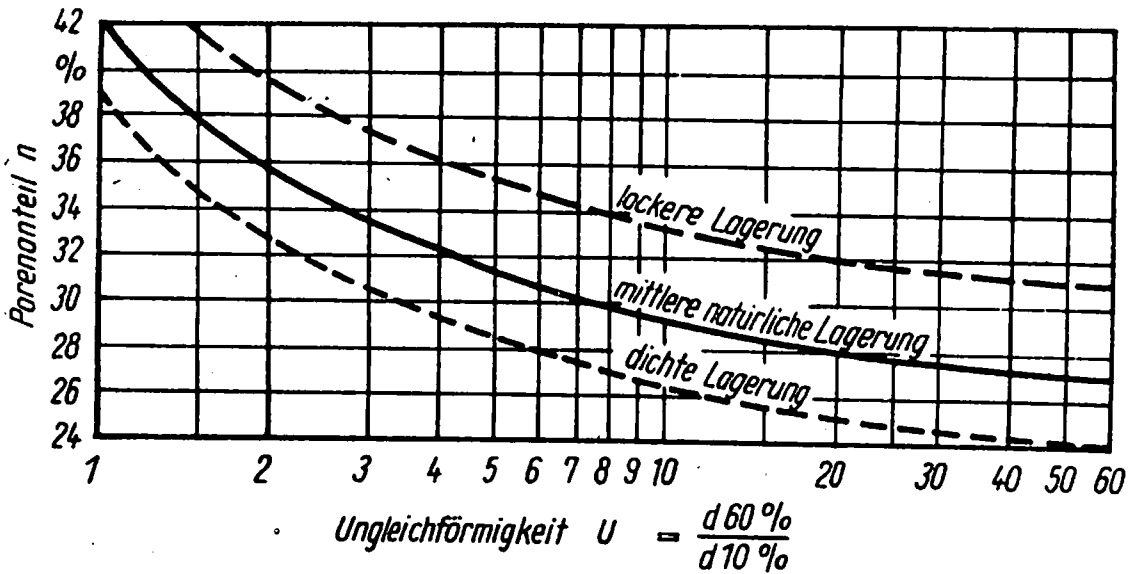


Bild 02.06./8: Zusammenhang zwischen Porenanteil und Ungleichförmigkeitsgrad für Sande und Kiese (BEYER, 1963)

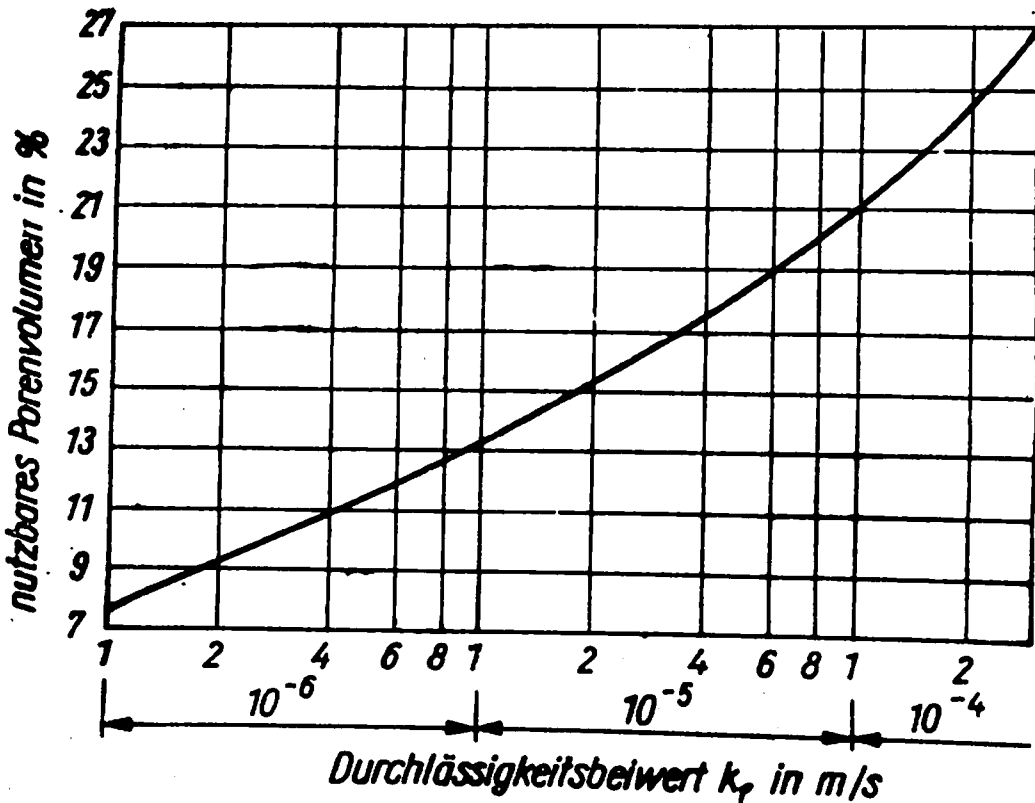


Bild 02.06./9: Zusammenhang zwischen nutzbarem Porenvolumen (%) und Durchlässigkeitsbeiwert k_f (m/s) (BEYER/SCHWEIGER, 1969)

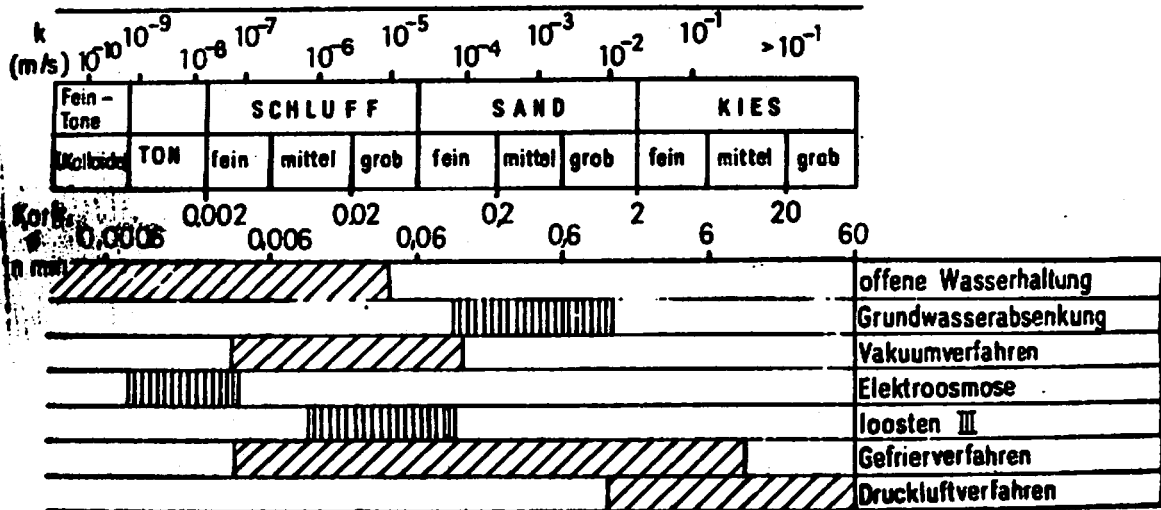
02.00. Geologie
02.06. Hydrogeologische Kennwerte

02.06.

Tabelle 02.06./5: UNESCO-Zusammenstellung der Durchlässigkeiten nach BROWN (1972) (HEITFELD u.a., 1974)

Gesteintypen	Permeabilitätsklassen (cm/s)						Brunnenergiebigkeit			Wasserleitertypen
	10 ²	10 ⁰	10 ⁻²	10 ⁻⁴	10 ⁻⁶	10 ⁻⁸	hoch	mittel	gering	
SEDIMENTE, unverfestigt										GW-Leiter GW-Leiter GW-Leiter halbdurchlässiges Gestein Aquifer Aquiclude
Kies (Schotter, Geröll)	-----						-----			
Grobsand	-----						-----			
Mittel- bis Feinsand	-----						-----			
Schluff Ton	-----						-----			
SEDIMENTE, verfestigt										GW-Leiter o. Stauer GW-Leiter o. halbdurchl. GW-Leiter o. Stauer GW-Stauer o. Leiter
Kalkstein, dolomitisch	-----						-----			
Sandstein, grob und mittel	-----						-----			
Sandstein, fein, Schiefertone Schiefer, Schluffstein	-----						-----			
VULKANISCHES GESTEIN										GW-Leiter o. Stauer GW-Stauer o. Leiter
Basalt Saure Vulkanite	-----						-----			
KRISTALLINE GESTEINE										GW-Stauer o. Leiter
Plutonite und Metamorphite	-----						-----			

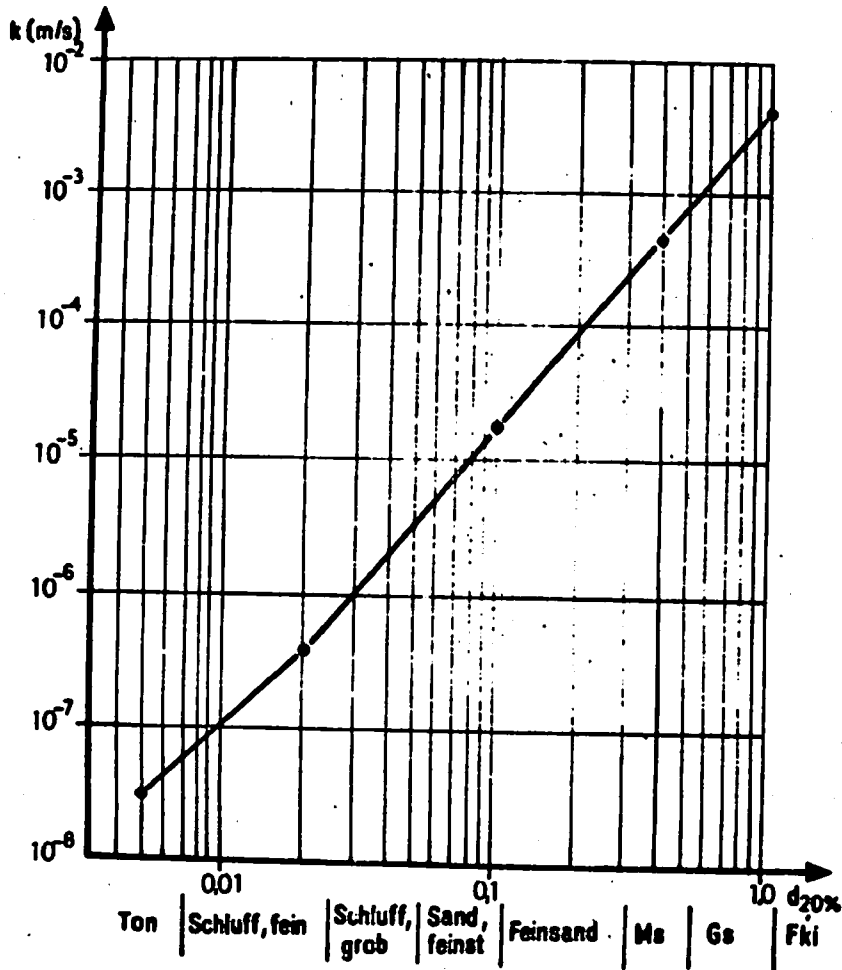
Tabelle 02.06./6: Zuordnung der k-Werte (NEUFFER, 1960)



02.06.

02.00. Geologie

02.06. Hydrogeologische Kennwerte



Bild_02.06./10: Klassifikation des k -Wertes in Abhängigkeit von d_{20} aus Siebanalysen nach Werten des US-Bureaus of Soil Classification (CHARDABELLAS, 1964)

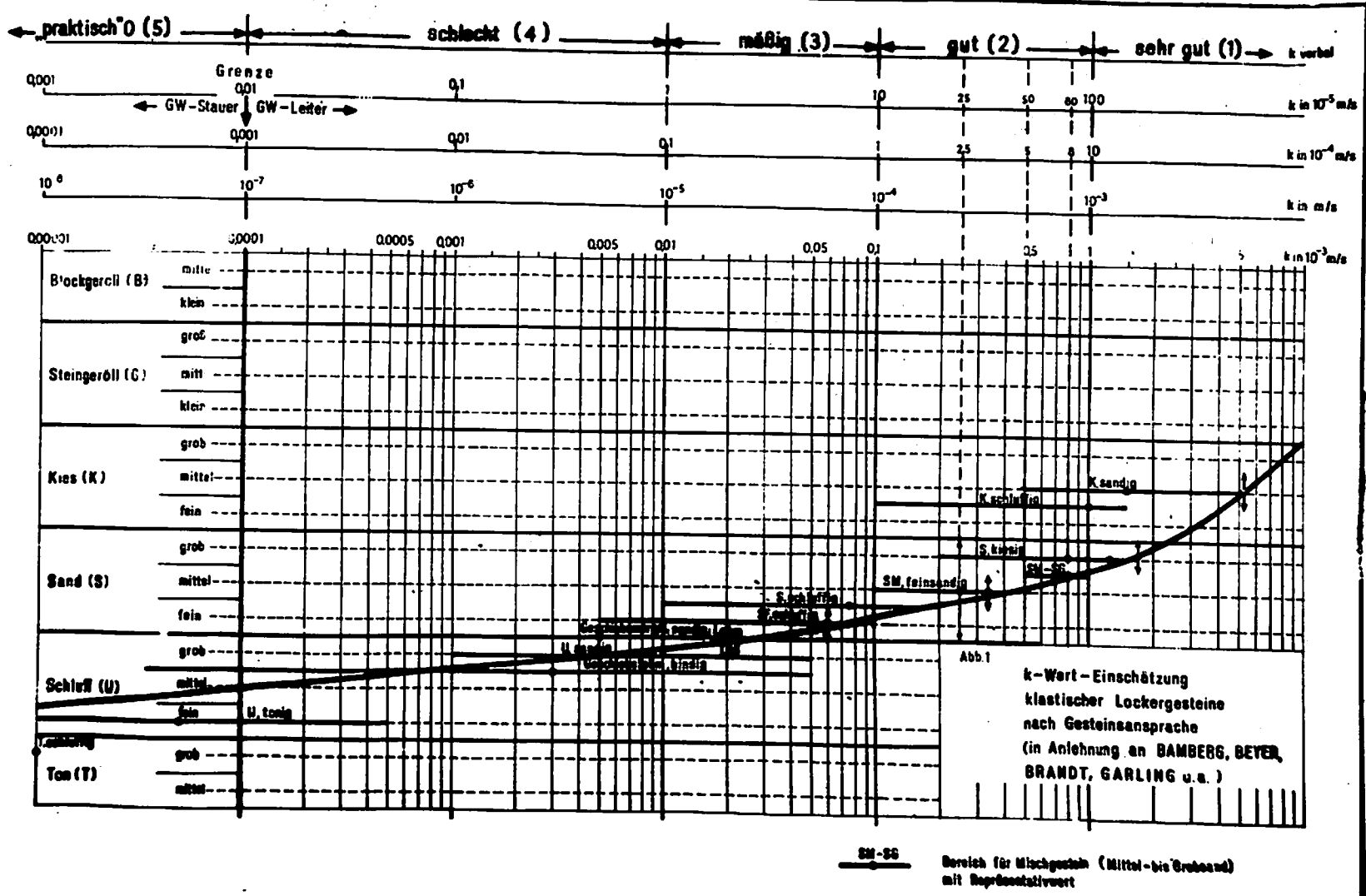


Bild 02.06./11: k-Wert-Einschätzung klastischer Lockergesteine nach Gesteinsansprache (ADAM, 1981)

02.06.

02.00. Geologie

02.06. Hydrogeologische Kennwerte

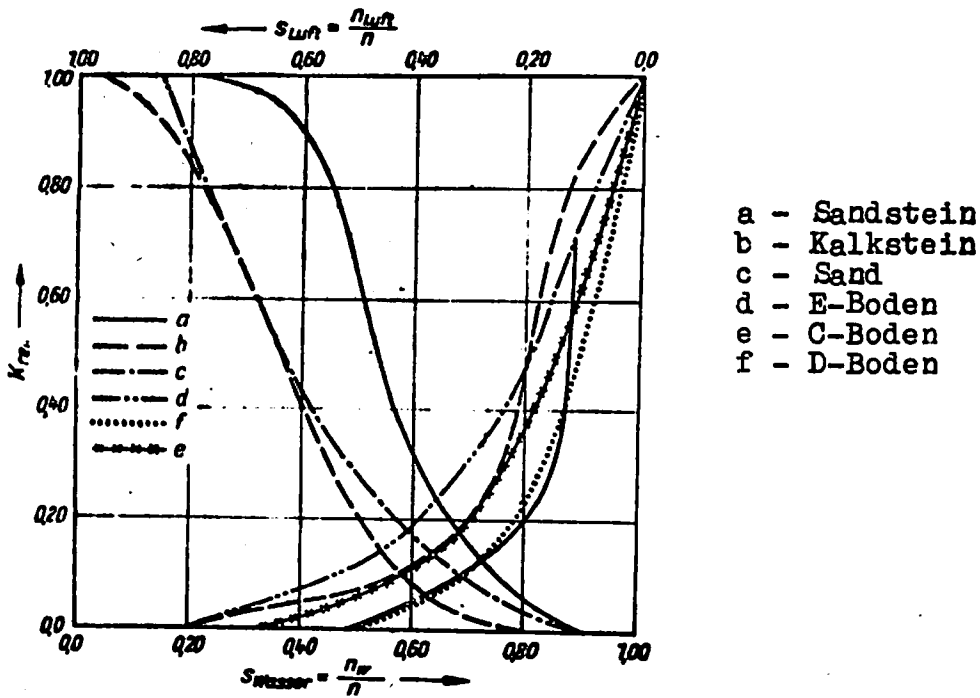


Bild 02.06./12: Relative spezifische Permeabilität $K_{rel} = K_{ungesättigt} : K_{gesättigt}$ für Glas (nichtbenetzende Phase) und Wasser (benetzende Phase) (KITNER u.a., 1977)

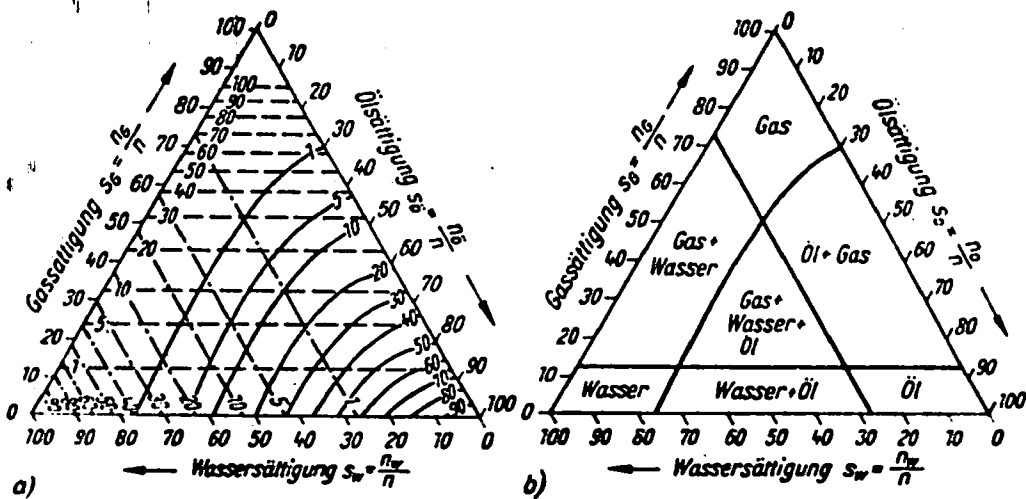


Bild 02.06./13: Relative Durchlässigkeit eines Mittelsandes im 4-Phasensystem Erdstoff-Wasser-Öl-Gas (BUSCH/LUCKNER, 1973)

02.00. Geologie
02.06. Hydrogeologische Kennwerte

02.06.

Tabelle 02.06./7: Klassifikation der Durchlässigkeiten nach PLOTNIKOW (KERKIS, 1975)

Gruppe	Charakteristik der Durchlässigkeit d. Gesteine	Grundlegende Gesichtspunkte des Gesteins	Durchlässigkeitskoeffizient, DARGY	Filtrationskoeffizient $\sqrt{m/d}$ (m/s)	Porosität μ	Grundlegende Gesetzmäßigkeiten der Filtrationseigenschaften
1	2	3	4	5	6	7
I	sehr hoch	1. Geröll und Kies, ohne Zwischennittel (ausgewaschen)	>500 (500 - 5000)	$\sqrt{350}$ (350-3500) $\sqrt{4,05 \cdot 10^{-3}}$ - 0,04	25-35	Durchlässigkeit in ausgedehnten Gebieten genügend beständig
		2. Blöcke und Schotter in Schutthalde und Abfüllen ohne Zwischennittel	>500 (500 - 10000)	$\sqrt{350}$ (350-6500) $\sqrt{4,05 \cdot 10^{-3}}$ - 0,075	20-35	Durchlässigkeit beständig
		3. stark verkarstet	>100 (100 - 5000)	$\sqrt{70}$ (70 - 3500) $\sqrt{8,1 \cdot 10^{-4}}$ - 0,04	2-15	Durchlässigkeit sehr unbeständig und meist Verkleinerung mit der Tiefe
		4. Neovulkanite, besonders Basalte, Andesit-Basalte und Andenite	100 - 2000	$\sqrt{70}$ - 1300 $\sqrt{8,1 \cdot 10^{-4}}$ - 0,015	2-25	Durchlässigkeit hervorgehoben durch einzelne primäre Spalten und mitunter auch durch Kavernen; genügend beständig im Plan und Schnitt
		5. stark geklüftete Intrusiva, Gneise und kristalline Schiefer	>100 teilweise bis 1500	$\sqrt{70}$ teilweise bis 1000 $\sqrt{8,1 \cdot 10^{-4}}$ bis teilw. 0,0115	1-5	Durchlässigkeit sehr veränderlich, erreicht das Maximum in Entlastungszonen, aber auch in den Zonen neuer Brüche; schnelles Verkleinern mit zunehmender Tiefe; Gneise und kristalline Schiefer besitzen stark ausgeprägte Filtrationsanisotropien
II	hoch	1. Geröll und Kies, mit Zwischennittel, unterschiedlich gekörnte Sande; sandig-kiesige Schichten, grobkörnige Sande	20 - 100	$\sqrt{15}$ - 70 $\sqrt{1,17 \cdot 10^{-4}}$ - $\sqrt{8,1 \cdot 10^{-4}}$	25-35	Durchlässigkeit unbeständig, infolge schnell wechselnder Schichtung und Filtrationsanisotropien
		2. reine ungleichmäßig und mittelgekörnte Sande	10 - 80	$\sqrt{7,0}$ - 55 $\sqrt{8,1 \cdot 10^{-5}}$ - $\sqrt{6,36 \cdot 10^{-4}}$	25-35	dito
		3. Verkarstetes	10 - 100	$\sqrt{7,0}$ - 70 $\sqrt{8,1 \cdot 10^{-5}}$ - $\sqrt{8,1 \cdot 10^{-4}}$	1-8	Durchlässigkeit sehr unbeständig, verkleinert sich mit zunehmender Tiefe.
		4. klüftige Magmatite (Intrusiva und alte Effusiva), Gneise und kristalline Schiefer	10 - 50	$\sqrt{7,0}$ - 35 $\sqrt{8,1 \cdot 10^{-5}}$ - $\sqrt{4,05 \cdot 10^{-4}}$	0,5-2,0	analoge Gesetzmäßigkeiten des Gesteins der Gruppe I/3, in der Tiefe Durchlässigkeit niedrig
		5. kavernöse Dolomite und Kalke	10 - 100	$\sqrt{7,0}$ - 70 $\sqrt{8,1 \cdot 10^{-5}}$ - $\sqrt{8,1 \cdot 10^{-4}}$	2-20	Durchlässigkeit ungleichmäßig, zur Tiefe hin abnehmend
III	mittel	1. Kiese und Sande mit Zwischennitteln, fein- und mittelkörnige Sande	1 - 10	$\sqrt{0,7}$ - 7,0 $\sqrt{8,1 \cdot 10^{-6}}$ - $\sqrt{8,1 \cdot 10^{-5}}$	25-30	Durchlässigkeit ungleichmäßig; bei Schichtablagerungen Filtrationsanisotropien
		2. Sande, fein- und mittelkörnig	1 - 10	$\sqrt{0,7}$ - 7,0 $\sqrt{8,1 \cdot 10^{-6}}$ - $\sqrt{8,1 \cdot 10^{-5}}$	25-40	dito

02.06.

02.00. Geologie

02.06. Hydrogeologische Kennwerte

Fortsetzung Tabelle 02.06./7

	3. zementierte Poren (Sandsteine, Konglomerate usw.)	1 - 10	$\sqrt[0,7]{\frac{0,7}{8,1 \cdot 10^{-6}} - \frac{0,7}{8,1 \cdot 10^{-5}}}$	6-20	Durchlässigkeit gerade genügend beständig, evtl. Filtrationsanisotropien
	4. schwach verkarstete und paläoverkarstete Gesteine	1 - 10	$\sqrt[0,7]{\frac{0,7}{8,1 \cdot 10^{-6}} - \frac{0,7}{8,1 \cdot 10^{-5}}}$	0,5-1,0	Durchlässigkeit sehr unbeständig, besonders bei paläoverkarsteten Gesteinen
	5. klüftige Intrusiva und alte Effusiva und Metamorphite mit mittleren intensiven Spaltungen	1 - 10	$\sqrt[0,7]{\frac{0,7}{8,1 \cdot 10^{-6}} - \frac{0,7}{8,1 \cdot 10^{-5}}}$	0,2-0,5	analoge Gesetzmäßigkeiten zum Gestein der Gruppe II/4.
	6. klüftiges, zementiertes Verwitterungsgestein	1 - 10	$\sqrt[0,7]{\frac{0,7}{8,1 \cdot 10^{-6}} - \frac{0,7}{8,1 \cdot 10^{-5}}}$	0,2-2,0	Durchlässigkeit unbeständig; mit zunehmender Tiefe - Durchlässigkeit abnehmend; an Schichtfugen Filtrationsanisotropien
IV	niedrig				
	1. Sande, feinstkörnig (tonig), leicht schluffiger und toniger Sandboden	0,1 - 1,0	$\sqrt[0,07]{\frac{0,07}{8,1 \cdot 10^{-7}} - \frac{0,07}{8,1 \cdot 10^{-6}}}$	25-40	analoge Gesetzmäßigkeiten zum Gestein der Gruppe III/2.
	2. zementierte Poren (Sandstein usw.)	0,1 - 1,0	$\sqrt[0,07]{\frac{0,07}{8,1 \cdot 10^{-7}} - \frac{0,07}{8,1 \cdot 10^{-6}}}$	5-20	analoge Gesetzmäßigkeiten zum Gestein der Gruppe III/3.
	3. leicht geklüftete Magmatite, Metamorphite und Sedimentite	0,1 - 1,0	$\sqrt[0,07]{\frac{0,07}{8,1 \cdot 10^{-7}} - \frac{0,07}{8,1 \cdot 10^{-6}}}$	0,1-1,0	Durchlässigkeit unbeständig; in nicht großer Tiefe nimmt sie schon schnell bis auf 0 ab
	4. Anthranit und trockene Steinkohle	0,1 - 1,0	$\sqrt[0,07]{\frac{0,07}{8,1 \cdot 10^{-7}} - \frac{0,07}{8,1 \cdot 10^{-6}}}$	0,1-1,0	evtl. geringe Filtrationsanisotropien
	5. leicht verfaulte Torf	0,1 - 1,0	$\sqrt[0,07]{\frac{0,07}{8,1 \cdot 10^{-7}} - \frac{0,07}{8,1 \cdot 10^{-6}}}$	50-70	alles hohe Feuchtigkeit, es läßt sich ein genügend hoher Anfangsgradient beobachten
	6. Löss und Lössartige Lehm Böden	0,1 - 1,0	$\sqrt[0,007]{\frac{0,007}{8,1 \cdot 10^{-8}} - \frac{0,007}{8,1 \cdot 10^{-7}}}$	25-50	Makroporenität, Filtrationsanisotropien Durchlässigkeit gerade genügend beständig
V	ganz niedrig				
	1. lehmiger Sand, schwerer Sandboden	0,01 - 0,1	$\sqrt[0,007]{\frac{0,007}{8,1 \cdot 10^{-8}} - \frac{0,007}{8,1 \cdot 10^{-7}}}$	25-50	Durchlässigkeit kann genügend beständig sein, auf Plätzen großer Flächen
	2. schluffig, sandig-tonig, chloridgebrannte, Phyllite	0,01 - 0,1	$\sqrt[0,007]{\frac{0,007}{8,1 \cdot 10^{-8}} - \frac{0,007}{8,1 \cdot 10^{-7}}}$	2-4	Filtrationsanisotropien, sehr groß, Durchlässigkeit sinkt mit zunehmender Tiefe schnell bis auf Null
	3. kompakt zementierte schichtige Gesteine mit geringer Porosität (Sandstein, sandsteiniger Schiefer usw.)	0,01 - 0,1	$\sqrt[0,007]{\frac{0,007}{8,1 \cdot 10^{-8}} - \frac{0,007}{8,1 \cdot 10^{-7}}}$	8-10	analoge Gesetzmäßigkeiten zum Gestein der Gruppe IV/2.
	4. verschiedene, sehr geringe gespaltene Gesteine	0,01 - 0,1	$\sqrt[0,007]{\frac{0,007}{8,1 \cdot 10^{-8}} - \frac{0,007}{8,1 \cdot 10^{-7}}}$	0,01-0,1	Durchlässigkeit nimmt schnell ab nach Null bei schon sehr geringer Tiefe
	5. gut verwitterter Torf	0,01 - 0,1	$\sqrt[0,007]{\frac{0,007}{8,1 \cdot 10^{-8}} - \frac{0,007}{8,1 \cdot 10^{-7}}}$	100-150	sehr große Feuchtigkeit, und sehr hoher Anfangsgradient
VI	nahe bei Null				
	1. Ton, mergeliger Ton, schwerer Lehm, Argillit	<0,01	$\sqrt[0,0057]{\frac{0,0057}{9,787 \cdot 10^{-8}}}$	15-45	Durchlässigkeit oft unbeständig in Richtung der Schichten
	2. halloide Böden, Gips, Anhydrit, in oberen Tiefen gespalten und verkarstet	gegen 0	gegen 0	gegen 0	Durchlässigkeit steht bei Null infolge enger Spalten und verschiedener Räume unter Einfluß geostatischer und tektonischer Drücke
	3. verschiedene steinige und halbsleinige, in oberen Tiefen gespaltene Zonen	<0,01	$\sqrt[0,0057]{\frac{0,0057}{9,787 \cdot 10^{-8}}}$	<0,01	analoge Gesetzmäßigkeit zum Gestein der Gruppe V/4.

02.00. Geologie
02.06. Hydrogeologische Kennwerte

02.06.

Tabelle 02.06./8: k-Werte nach Literaturangaben

A) Lockergestein

1. nach RAMSAUER in UHDEM (1964)

	k in (m/d)
Ton	0,02 ... 27
Lehm	0,001 ... 24
Feinsand	0,04 ... 1,3
Schwemmsand	1,2 ... 1,5
Sand	0,07 ... 3,2
Kies, Schotter, Schutt	0,04 ... 40
Torf	0,07 ... 0,29

2. nach VÜLK in UHDEM (1964)

	k in (m/s)
Feiner Sand (nordd. Tiefebene)	$1 \cdot 10^{-4}$
Dünensand (Nordsee)	$2 \cdot 10^{-4}$
Feiner Sand mit Lehm (Berlin)	1 ... $3 \cdot 10^{-3}$
Rheinsand (rein, gleichkörnig)	1,4 ... $1,5 \cdot 10^{-4}$
Feiner Kies	$4 \cdot 10^{-4}$... $1,6 \cdot 10^{-3}$
Rheinkies	3,2 ... $3,4 \cdot 10^{-3}$
Flußsand	$2,5 \cdot 10^{-3}$
Mittelkies	$3,5 \cdot 10^{-2}$
Stark lehmiger Sand	$1,0 \cdot 10^{-9}$
Schwerer Lehm	$1,0 \cdot 10^{-10}$

3. nach SCHLEICHER (1955)

	k in (cm/s)
Oberlauf von Flüssen	0,05 ... 5
Sand 4-8 mm	3,5
Sand 2-4 mm	2,5 ... 3,0
Sand (Südertalje)	0,006 ... 1
Sand (Oper Berlin)	0,25 ... 0,32
Sand 1-6 mm	0,3 ... 0,8
Dünensand (Nordsee)	0,2
Sand (Bremerhaven)	0,03
Sand (Holland)	0,009
Feiner Sand mit Lehmspuren	0,08
Flußsand 1-3 mm	0,25
1-8 mm	0,88
Kies (Leipzig)	0,50
Kies (Mannheim)	1,50
Feiner Kies 20-40 mm	3,0
Mittelkies 40-70 mm	3,5
Schluffige Feinsande	10^{-3} ... 10^{-4}
Lehmböden	10^{-4} ... 10^{-5}
Tone	$2 \cdot 10^{-7}$... 10^{-10}
Echter Löss	10^{-3}
Lösslehm	$2 \cdot 10^{-7}$
Kies sand 0-40 mm (organische Best.)	$0,55 \cdot 10^{-6}$
Gehängeton	$20 \cdot 10^{-9}$

4. nach STRIEGLER in HUTH (1968)

	k in (m/s)
Lösslehm	$4 \cdot 10^{-8}$... $2 \cdot 10^{-9}$
Geschiebelehm	$3 \cdot 10^{-9}$... $8 \cdot 10^{-10}$
Verwitterungslehm	$3 \cdot 10^{-8}$... $1 \cdot 10^{-9}$
Gehängelehm	$2 \cdot 10^{-8}$... $1 \cdot 10^{-9}$
Auelehm	$2 \cdot 10^{-8}$... $7 \cdot 10^{-10}$

5. nach WECHMANN in BENZ/MARTINI

	k in (m/s)
schwerer Lehm	$1 \cdot 10^{-10}$
stark lehmiger Sand	$1 \cdot 10^{-9}$
Schluffsand	$5 \cdot 10^{-6}$... $2 \cdot 10^{-8}$
sehr feiner Sand	$1 \cdot 10^{-4}$
mergeliger Kies	$1,5 \cdot 10^{-4}$
Rheinsand, gleichkörnig rein	$1,5 \cdot 10^{-4}$
feiner Sand	$2 \cdot 10^{-4}$
Dünensand (Nordsee)	$2 \cdot 10^{-4}$
Rheinkies	$3,3 \cdot 10^{-4}$
feiner Kies	$4 \cdot 10^{-4}$... $1,6 \cdot 10^{-3}$
Flußsand	$2,5 \cdot 10^{-3}$
scharfer Sand	$2,8 \cdot 10^{-3}$
Mittelkies	$1,5 \cdot 10^{-2}$

02.06.

02.00. Geologie

02.06. Hydrogeologische Kennwerte

Fortsetzung Tabelle 02.06./8

B) Festgestein

1. nach LOUIS in MÜSING (1975)

	k_M in (cm/s)	k_G in (cm/s)
Kalksteine	10^{-12}	10^{-13}
Sandsteine	10^{-10}	$0,7 \cdot 10^{-4}$
Granit	10^{-10}	$0,6 \cdot 10^{-3}$
Schiefer	10^{-10}	$0,5 \cdot 10^{-2}$
Delemit	10^{-8}	$2,5 \cdot 10^{-2}$
		$0,6 \cdot 10^0$
		$0,5 \cdot 10^1$

k_M = Durchlässigkeit der Matrix
(Gestein ohne Klüfte)

k_G = Gesamtdurchlässigkeit des Gebirges
(einschließlich Klüften)

2. nach UDLUFF (1974)
(für Sandsteinproben)

	k in (m/s)	K in (m)
Buntsandstein sm_3	$6,1 \cdot 10^{-8}$	6
sm_4	$0,9 \cdot 10^{-5}$	900
sm_4	$3,9 \cdot 10^{-6}$	390
Keuper kn	$0,9 \cdot 10^{-7}$	9
km	$3,1 \cdot 10^{-7}$	31
Kreide kr_2	$2,0 \cdot 10^{-6}$	200
kr_3	$1,1 \cdot 10^{-6}$	110

3. nach KROELHARDT (1973)
(für Tiefbohrungen)

	K in (m)	Tiefe in (m)
Grobkörn. Sandst., wenig verfestigt		
1. Ampfinger Sandst. (Unt. Oligozän)	4 900	1 820
2. Mittl. Kimmeridge	9 900	1 535
3. Bentheimer Sandst.	5 700	1 105
4. Mittl. Rhät	1 360	325
5. Unt. Fochelbronner S. (Oligozän)	3 200	1 610
6. Ob. Valendis	3 100	810
7. Bentheimer Sandst.	7 500	785
8. Dogger β	3 250	1 535
9. Bausteinschichten, Ob. Oligozän	2 380	1 300
Feinkörn. u. diagen. stärker verfestigter Sandstein		
10. Dogger ϵ	105	650
11. Lias α_2	1 570	1 485
12. Bentheimer Sandst.	400	1 120
13. Dogger β	615	1 605
14. Dogger β	100	1 735
15. Wealden	180	1 160
16. Ob. Fochelbronner (Oligozän)	7	1 550
17. Lias α_1-2	35	1 520
Karbonatgesteine		
18. Korallenoolith	2 700	520
19. Schalenkalk (Wealden)	260	900
20. Schalenkalk-Oolith	65	1 495
21. Hauptdelemit (Zechstein)	3	1 610

02.00. Geologie
02.06. Hydrogeologische Kennwerte

02.06.

Tabelle 02.06./9: Die Arten der Grundwasserfließgeschwindigkeiten (KITNER u.a., 1977)

Begriff	Ermittlung der Bestimmungsgröße	Formel	Bedeutung
v_b Bahngeschwindigkeit Wahre Geschwindigkeit eines Wasserteilchens (wahre Weglänge/Fließzeit)	wahre Weglänge [m] (nicht bestimmbar) Fließzeit aus Tracerversuch [s]	da nur die Zeit aber nicht der Weg bekannt ist - nicht bestimmbar	physikalisch-chemisch-biologische Prozesse Grundwasserdynamik
v_a Abstandsgeschwindigkeit Wahre Geschwindigkeit eines Wasserteilchens in der Hauptfließrichtung (Abstand a-b: Fließzeit)	Abstand a-b-Messung [m] Fließzeit aus Tracerversuch [s]	$v_a = \frac{l}{t}$ [m/s] $l = a - b$	Verweildauer v_{max} für Verschmutzungen durch Öl, Detergentien usw. $v_a \text{ mittel} \approx v_p$
v_f Durchgangs- oder Filtergeschwindigkeit Keine physikalische Bedeutung - Rechenwert (Durchfluß/Fläche)	Durchflußmessung [m ³ /s] Flächen-Messung [m ²]	$v_f = \frac{Q}{A}$ [m/s]	Durchflußermittlung
v_p Porengeschwindigkeit (Durchflußmenge/Porenfläche)	Durchflußmessung [m ³ /s] Porenfläche indirekt bestimmbar durch Messung $A_p = A \cdot n$ [m ²]	$v_p = \frac{Q}{A_p} = \frac{Q}{A \cdot n}$ [m/s] n Porenraum	Verweildauer mittlere Verweildauer $t_n = \frac{l \cdot A_p}{Q}$ $= \frac{l \cdot A \cdot n}{Q}$ [s] bzw. $t_m = \frac{l^2 \cdot n}{k_f \cdot \Delta h}$ [s]

Tabelle 02.06./10: Größenordnungen der Grundwasserfließgeschwindigkeiten (KITNER u.a., 1977)

Bodenart	T, su	Su, t	Su, fs	fS	mS	gS	fKi
v_a [m/d]	0	0,05	0,1	0,2	0,5	5,0	>20
		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
		0,1	0,2	0,5	5,0	20,0	

02.06.

02.00. Geologie
02.06. Hydrogeologische Kennwerte

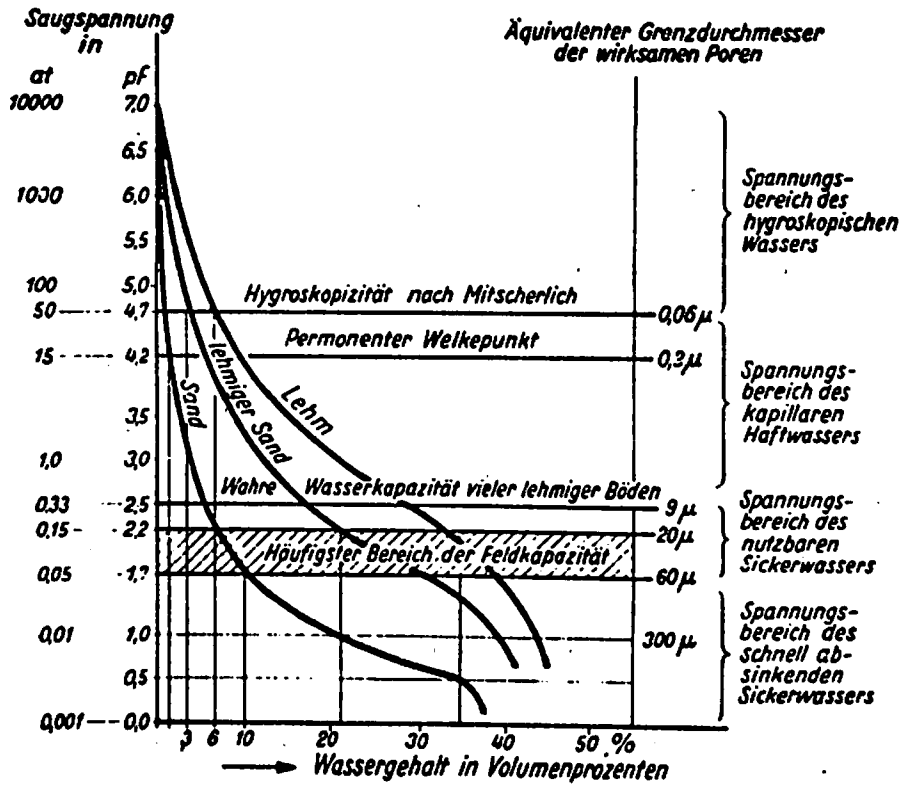


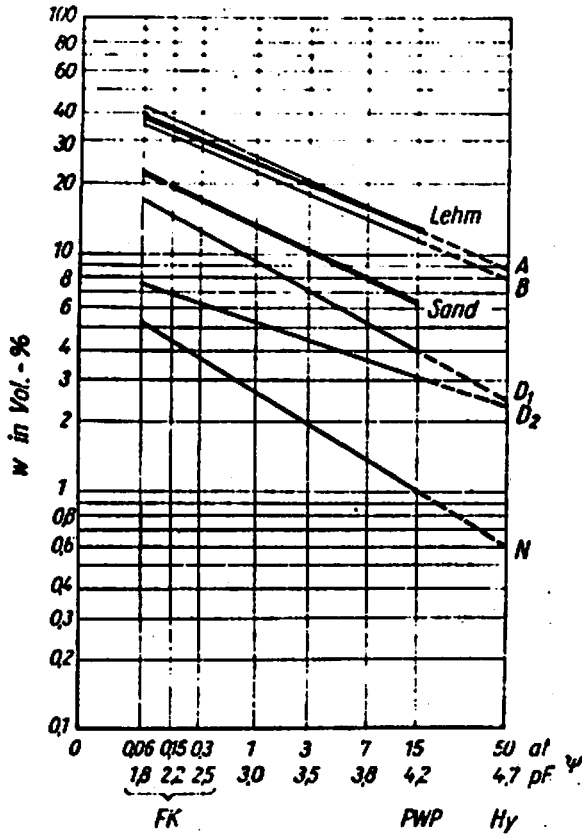
Bild 02.06./14: Saugspannungs- und Wassergehaltskurven (UHDEN, 1964)

Tabelle 02.06./11: Erfahrungswerte und Größenordnung kapillarer Steighöhen h_K (KITTLNER u.a., 1977)

Erdstoff	h_K cm
Kies	<3
Mittelsand	20... 40
Feinsand	40... 80
Lehm, Löss	100...400
Ton	>400

02.00. Geologie
02.06. Hydrogeologische Kennwerte

02.06.



- FK - Bereich der Feldkapazität
- PWP - permanenter Welkepunkt
- Hy - Hygroskopizität nach MITSCHERLICH

Bild 02.06./15: Wassergehalts-Saugspannungskurven für typische Böden und Kipprohböden (STRZODKA, 1975)