

Entwicklung des Brunnens (DVGW W117, W119)

Aufgaben der Entsandung

Vorwegnehmen einer späteren Sandführung (Restsandgehalt)

Vergrößern des Porenraumes durch Entfernen von kleinem Kennkorn

Entfernung von eingetragenen Verunreinigungen (z.B. Spülrückstände)

Sandfreiheit

(nur Sandkörner > 0.06 mm berücksichtigt)

Anforderung an den Brunnen	Restsandgehalt in g/m <sup>3</sup>
<b>hoch</b> (Wasser direkt zum Verbraucher)	<b>&lt; 0,01</b>
<b>mittel</b> (Ausgleichsbehälter, geringe Schalthäufigkeit)	<b>&lt; 0,1</b>
<b>niedrig</b> (Wasseraufbereitungsanlage, Dauerbetrieb)	<b>&lt; 0,3</b>

## Entwicklung des Brunnens (DVGW W117, W119)

### Entsandungsverfahren

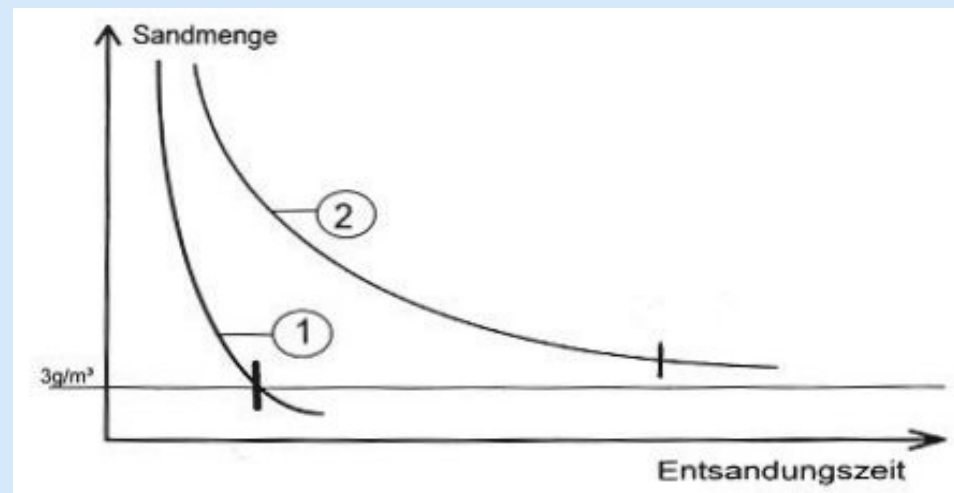
**Klarpumpen** (mit 1,5-facher späteren Brunnenleistung)

**Schocken** (mittels Pumpen oder Luft ein/aus im Wechsel)

**Stöpseln/Kolben** (auf/ab mit Entsandungskolben)

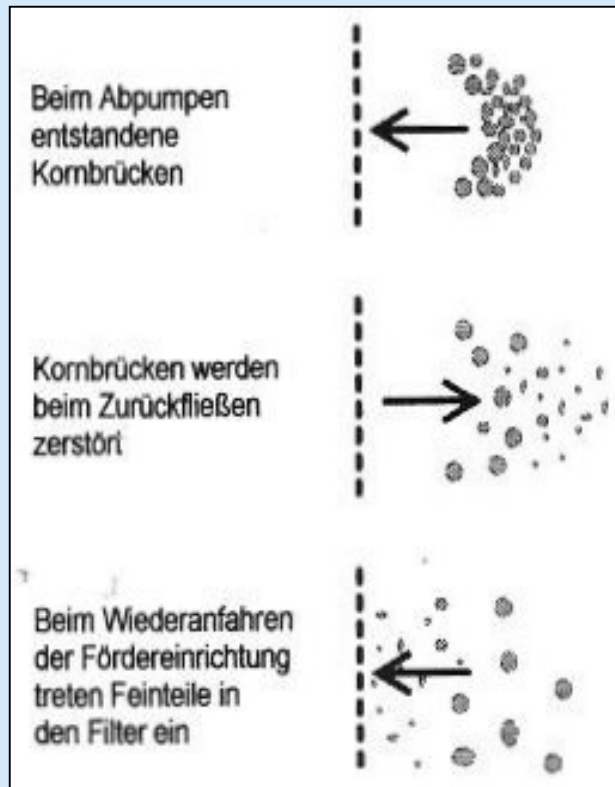
**Intensiventsanden** (5 mal Betriebsentnahmemenge je Meter Filter)

### Entsandungszeit pro Entsandungsabschnitt

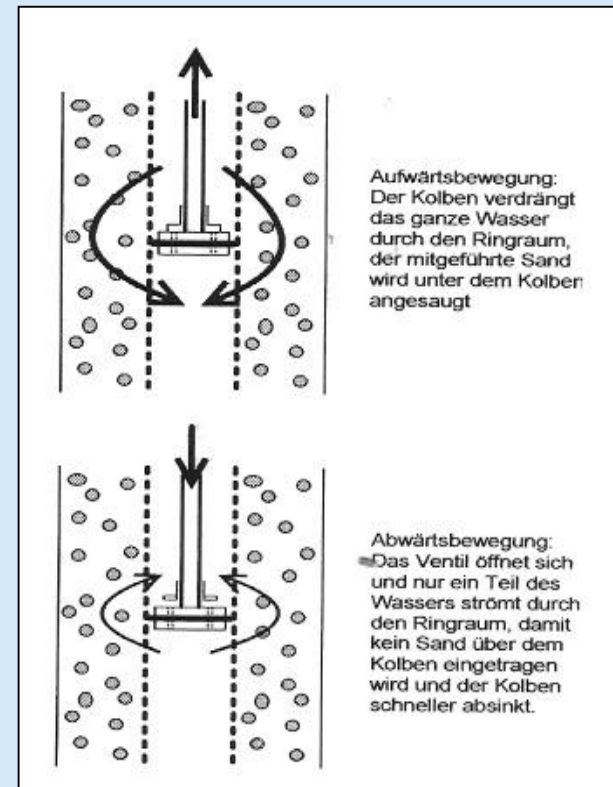


- 1) Erfolg bei 10-fachem der geforderten  $0,3\text{g/m}^3$
- 2) Abbruch bei waagrechtem Verlauf vor  $3\text{g/m}^3$

Entwicklung des Brunnens (DVGW W117, W119)



Wirkung des Schockens



Wirkung des Stößels

(Abb.Tholen1997)

Entwicklung des Brunnens (DVGW W117, W119)

Restsandgehaltmessung

**Münzen** (Größenvergleich der Sandansammlung im 10-l-Eimer)

**Spitzglas** (Volumen der Sandansammlung)

**Sandmeßgerät** nach DVGW W119 (aus Förderstrom, Trocknen, Wiegen)

Orientierungsgrößen

Art	Messung	Sand g/m <sup>3</sup>
<b>Münzen im 10-l-Eimer</b>	<b>5 DM (29 mm Ø → 2 g Sand)</b>	<b>200</b>
	<b>1 Euro (23,5 mm Ø → 1,3 g)</b>	<b>130</b>
	<b>1 Cent (16,5 mm Ø → 0,5 g)</b>	<b>45</b>
<b>Im Spitzglas aus 1 Liter</b>	<b>0,5 ml Sand</b>	<b>725</b>
	<b>0,1 ml Sand</b>	<b>145</b>
<b>Im Spitzglas aus 10-l-Eimer</b>	<b>0,5 ml Sand</b>	<b>73</b>
	<b>0,1 ml Sand</b>	<b>15</b>
<b>Im Spitzglas aus 100-l-Kübel</b>	<b>0,5 ml Sand</b>	<b>7,3</b>
	<b>0,1 ml Sand</b>	<b>1,5</b>



## Pumpenarten

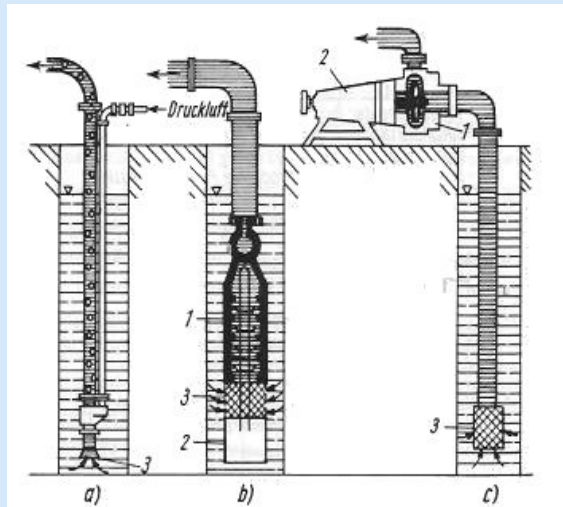


Bild 2. Prinzipskizzen für Wasserförderung  
 a) Mammutpumpe  
 b) Unterwassermotorkreiselpumpe  
 c) horizontale Kreiselpumpe  
 1 Pumpe 3 Wassereintritt  
 2 Motor

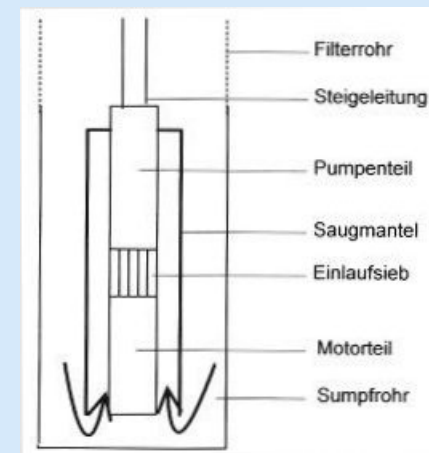
Pumpenart	Vorteile	Nachteile
<b>UWM-P.</b>	keine Ansaug Schwierigkeiten, bei tiefliegendem Wasserspiegel	störanfällig bei Sandführung
<b>Kreisel-P.</b>	Geringer Durchmesser der Saugleitung, wenig empfindlich bei Sandführung, unkomplizierte Wartung	Geringe Saughöhe
<b>Mammut-P.</b>	Wenig störanfällig, keine beweglichen Teile, keine Wartung, Förderung von Sand und verunreinigtem Wasser	Geringer Wirkungsgrad, wenig regulierbar, pulsierender Förderstrom, Veränderung der Wasserbeschaffenheit durch Belüftung

## Einbau Unterwassermotorpumpe

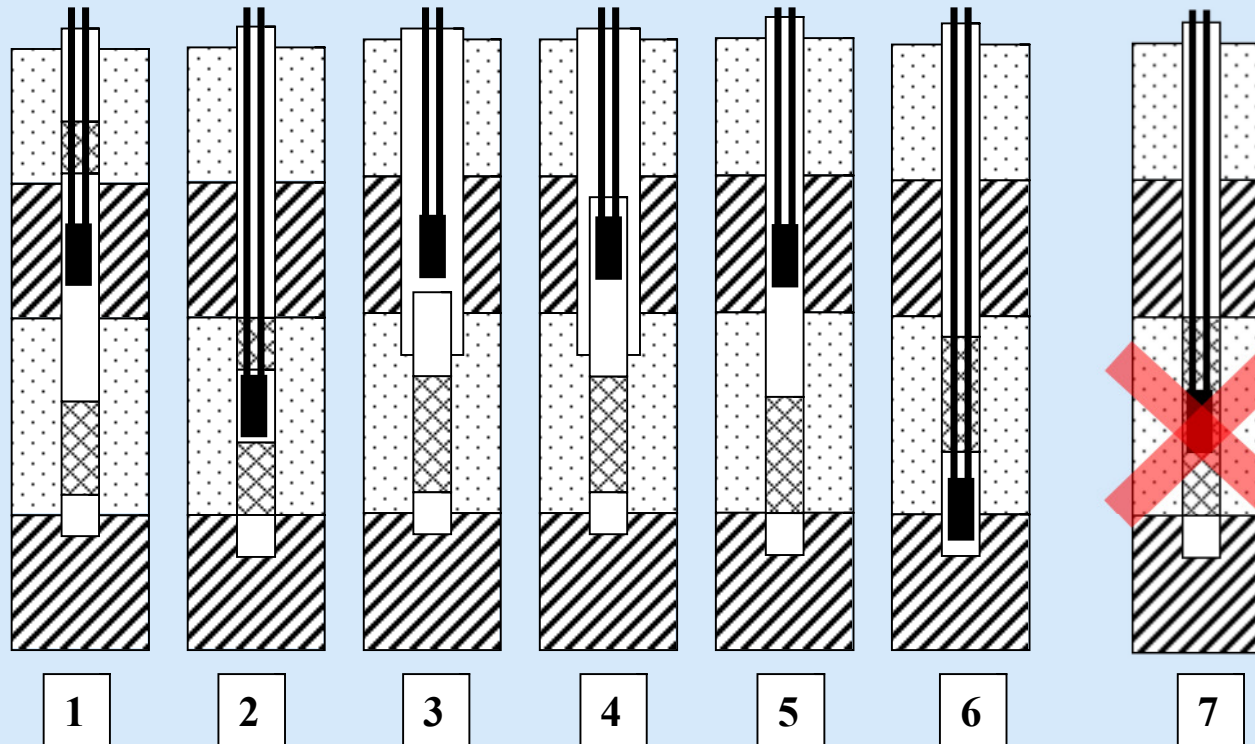
- # Pumpe nicht in den Filter hängen, ggf. Blindstück einbauen
- # größter Zustrom im Filter ist immer in Pumpennähe
- # Tiefster Brunnenwasserspiegel sollte nie tiefer als 2 m oberhalb der Pumpe abgesenkt werden
- # Tiefster Brunnenwasserspiegel sollte immer oberhalb der Filter-OK liegen, nie in den Filterbereich absenken

Pumpe unterhalb des Filters bedarf gesonderte Beachtung der Kühlung, da Ansaugöffnung über dem Motor liegt

Förderhöhe ist die Differenz zwischen abgesenktem Brunnenwasserspiegel und dem höchsten Punkt der Steigleitung



## Pumpeneinbaubauvarianten



- 1 P. zwischen Filtern
- 2 P. im Blindrohr
- 3 P. über Aufsatzrohr
- 4 P. im Aufsatzrohr
- 5 normaler Einbau
- 6 P. im Schlammfang
- 7 nicht zulässig

**Pumpversuchsarten**

<u>Arten</u>	<u>Aufgabenstellung</u>
Brunnentests	<b>Leistungscharakteristik, Grundlage für Planung</b>
Grundwasserleitertests	<b>Eigenschaften des GWL, Parametergewinnung, Erkennen von Randbedingungen</b>
Zwischenpumpversuche	<b>Festlegung des endgültigen Brunnenausbaus</b>
Brunnenentwicklung	<b>Technische Sandfreiheit, Verbesserung der brunnennahen Hydraulik</b>
Betriebstests	<b>Klärung des Betriebs, Pumpenauslegung, Sandführung</b>
Langzeitpumpversuche	<b>Beweisführung, Entnahmeauswirkungen, Dauerergiebigkeit, Grundwasserbeschaffenheit</b>



## Mengenmessgeräte

**Messgefäße** (Volumenmessung) → Füllzeit min. ½ bis 1 Minute (< 0,5 l/s)

**Messwehre** (Überfallmessung) → mindestens 1 m<sup>3</sup>-Behälter, waagerechte Aufstellung, Beruhigungstauchwände, Messpunktentfernung > 3 x Überfallhöhe, Wehrhöhe > Überfallhöhe

<10 l/s → Dreieck-Überfall (Thomson-Messwehr)

3 bis 35 l/s → 200 mm Rechteck-Überfall (Poncelet-Messwehr)

6 bis 70 l/s → 400 mm Rechteck-Überfall

10 bis 110 mm → 800 mm Rechteck-Überfall

**Messblenden/-düsen** (Druckmessung, Venturirohr) → Strömung mind. Quasistationär

**MID** (magnetisch-induktive Durchflußmeßgeräte) → elektrische Erfassung ermöglicht gleichzeitig eine Pumpensteuerung

**Wasserzähler/-uhren** (Flügelradmessung) → für große Zeiträume, Eichung erforderlich

Wasserspiegelmessung



*Genauere Messungen des Brunnenwasserstandes durch denkbar leichte Handhabung unseres*

## Brunnen-Messgerätes

*Der Pfeifton ertönt sobald das untere Ende der Brunnenpfeife ins Wasser gesenkt wird.*  
*Sofortigen Vorzügen im fernsten Brunnengrund.*

*Der Nullpunkt des Bandmaßes ist gleichzeitig der Nullpunkt der Brunnenpfeife*  
*Der obere und untere Teil des cylindrischen Körpers der Brunnenpfeife ist stärker im Durchmesser als die dazwischen liegenden Meßringe.*  
*Kein Mitnehmen von Tropfwasser von der Brunnenrohrwandung.*  
*Kein Hängenbleiben der Brunnenpfeife an den Brunnenrohrstößen.*  
*Dadurch wird vermieden daß das Wasser aus den Meßringen geschleudert wird. Der obere Teil des cylindrischen Pfeifenkörpers ist aus diesen Grund stark abgeschrägt.*  
*Die Haltbarkeit des Bandmaßes wird erhöht durch eingewebte Metalladähte.*

*Ein Brunnengrät vollkommen in jedem Ort.*

**Wehlte & Co., Maschinenfabrik, Halle-S.**  
FERNRUF: 234 02 Bismarkstr. 11.

W. FÖSSLER, HALLE.

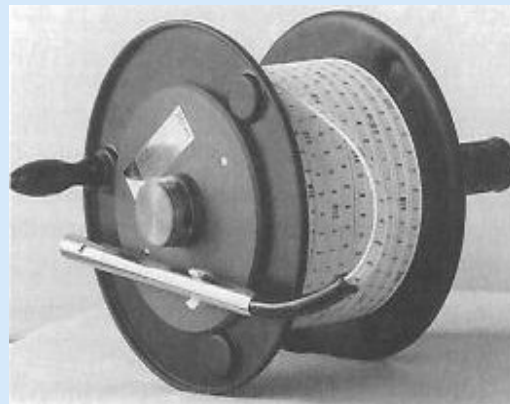
alt und bewährt

# Die Brunnenpfeife

kommt in die Jahre

## Wasserspiegelmessung

- |               |                |
|---------------|----------------|
| Brunnenpfeife | (akustisch)    |
| Kabellichtlot | (optisch)      |
| Schwimmlot    | (mechanisch)   |
| Drucksonde    | (pneumatisch)  |
| Messkette     | (elektrisch)   |
| Datenlogger   | (elektronisch) |



Kabellichtlot





**Pumpversuchsprotokoll**

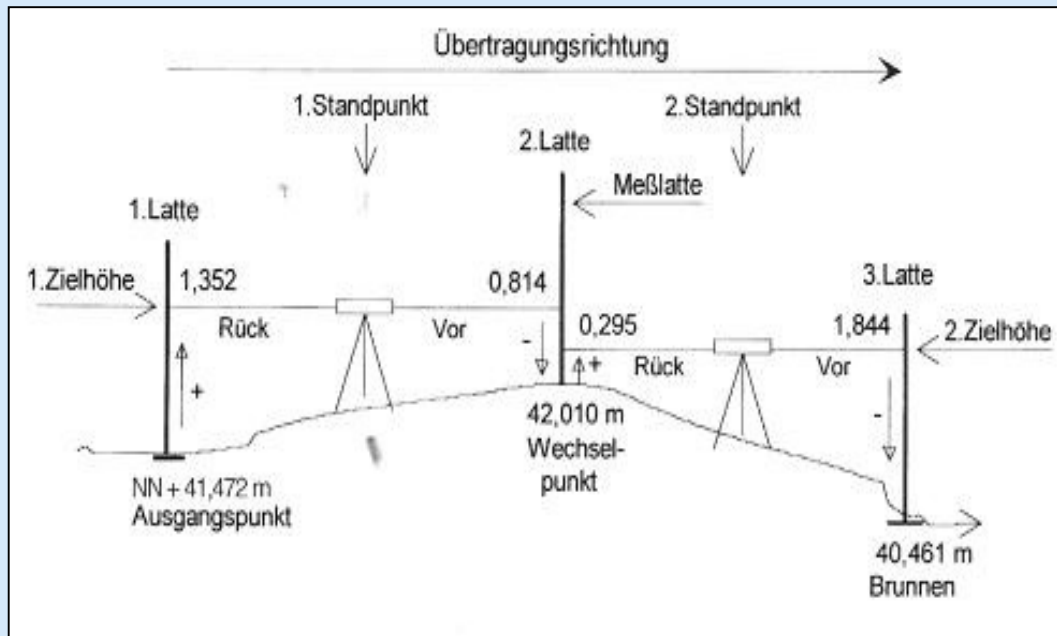
**Pumpversuchsprotokoll**

Bohrung/Brunnen:..... Messpunkt: .....

Zeitangaben			Wasserstandsangaben		Wassermengenangaben		Bemerkung
Datum	Uhrzeit	Dauer seit Pumpbeginn	Wasserstand unter Messpunkt M	Absenkung m	Spezifischer Messwert	Entnahme l/s m <sup>3</sup> /h	Wetter, Sandführung, Probenahme, .....



## Höhennivellement



### **Beachte:**

Messpunkt muß stets die höchste Stelle am Brunnenrohr sein

Ein frei gewählter Ausgangspunkt muß ein eindeutiges Merkmal haben oder es ist ein Nagel zu schlagen. Der Punkt muß langfristig unveränderlich sein (große Bäume, größere Bauwerke, u. ä.)

(Abb.Tholen1997)

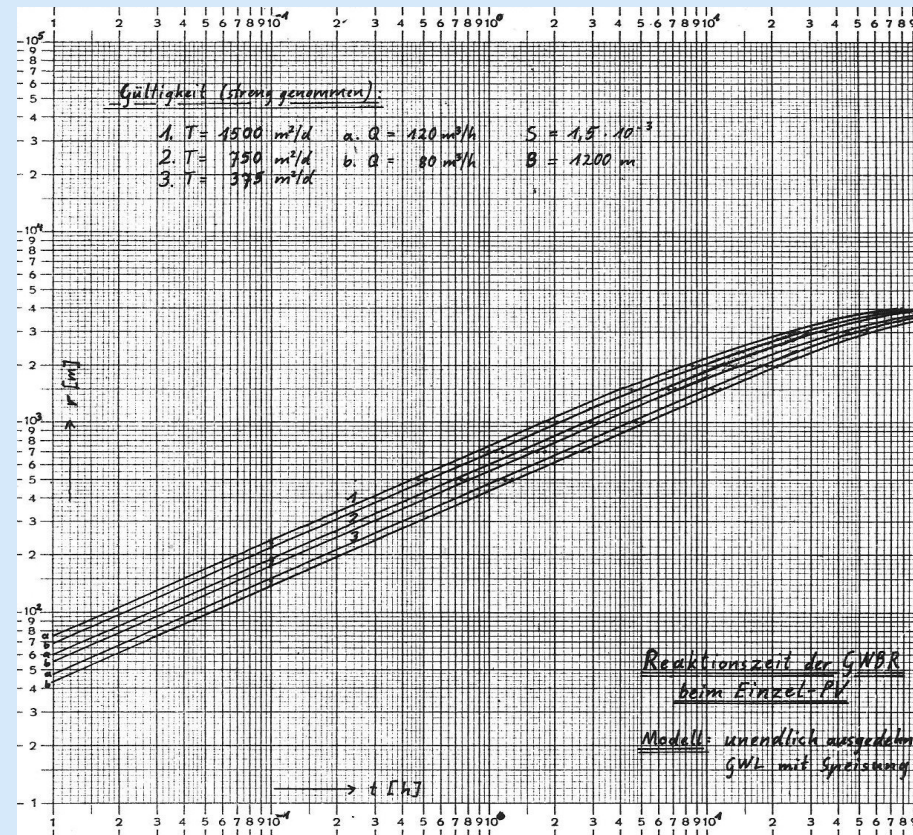
## Messstrategie

Messintervalle im Brunnen	
Versuchsdauer	Messintervall
Bis 10 Min	1 Min
10 bis 60 Min	5 Min
1 Std bis 2 Std	10 Min
2 Std bis 3 Std	20 Min
3 Std bis 5 Std	30 Min
Über 5 Std	1 Std

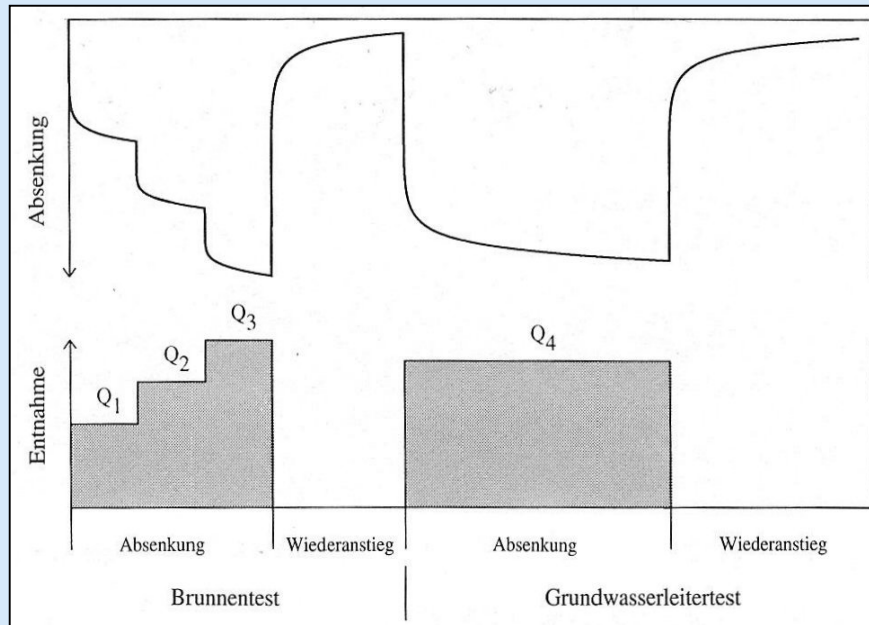
### Messgenauigkeit:

0,1 % der Gesamtabenkung  
(Genauigkeit von 1 cm ist erreichbar)

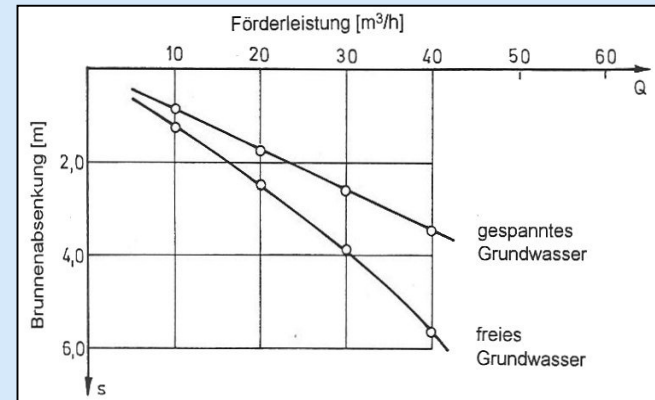
Reaktionsbeginn in Meter Entfernung vom Brunnen



## Leistungsdiagramm



**Schema eines Pumpversuchs**



**Q-s-Kurve**

**Ergiebigkeitswert:**

$$E(t) = \frac{\text{Förderleistung in m}^3/\text{h}}{\text{Absenkung in m}}$$

000



## Pumpversuchsauswertung

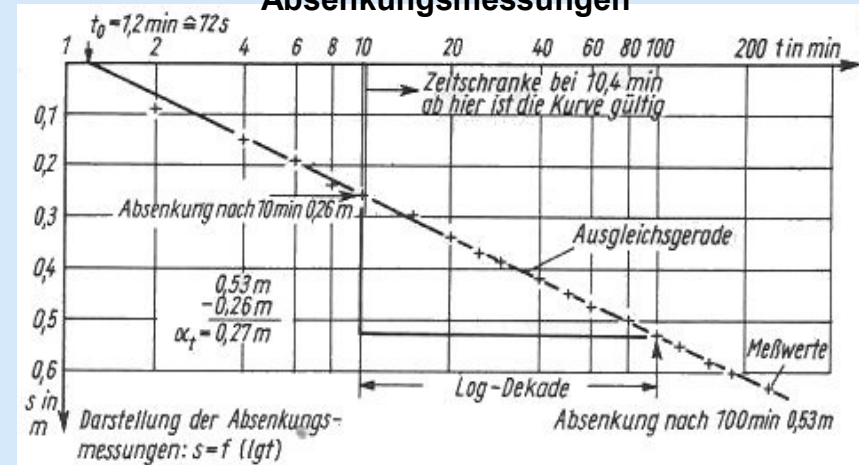
### Formeln für Pumpversuchsauswertung

Auswertung des	Hydrogeologische Parameter		
	$T$ in $m^2 s^{-1}$	$k$ in $m s^{-1}$	$S$
zeitlichen Absenkungsverlaufes	$\frac{0,183 Q}{\alpha_t}$	$\frac{T}{H}$ bzw. $\frac{T}{M}$	$\frac{2,25 T t_0}{r^2}$
räumlichen Absenkungstrichters	$\frac{0,366 Q}{\alpha_r}$	$\frac{T}{H}$ bzw. $\frac{T}{M}$	$\frac{2,25 T t_n}{R_n^2}$

$\alpha$  Anstieg der Ausgleichsgeraden ( $t$  bzw.  $r$ )

$H$	unbeeinflusste Grundwassermächtigkeit in m
$M$	Mächtigkeit des Grundwasserleiters in m
$r$	Abstand von der Brunnenachse in m
$R_n$	Ersatzreichweite in m
$t_0$	Schnittpunkt der Ausgleichsgeraden mit der Zeitachse bei $s = 0$ in Sekunden
$t_n$	Zeitpunkt, zu dem Absenkungswerte für $s = f(\lg r)$ aufgetragen werden, in Sekunden

### Halblogarithmische Darstellung der Absenkungsmessungen

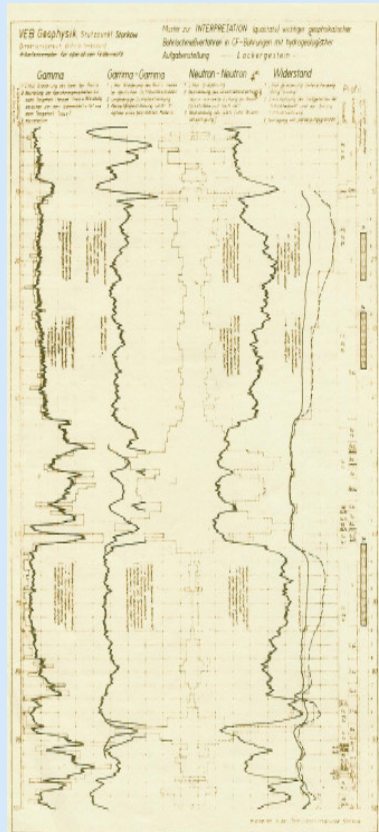


### Orientierungswerte für k-Wert

Gesteinsart	$k$ in $m s^{-1}$
sandiger Kies	$3 \cdot 10^{-3}$ bis $5 \cdot 10^{-4}$
kiesiger Sand	$1 \cdot 10^{-3}$ bis $2 \cdot 10^{-4}$
mittlerer Sand	$4 \cdot 10^{-4}$ bis $1 \cdot 10^{-4}$
schluffiger Sand	$2 \cdot 10^{-4}$ bis $1 \cdot 10^{-5}$
sandiger Schluff	$5 \cdot 10^{-5}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$
toniger Schluff	$5 \cdot 10^{-6}$ bis $1 \cdot 10^{-8}$
schluffiger Ton	$\approx 10^{-8}$



## Lithologisches Ansprechen von Bohrlochmeßkurven



U - unbestimmt

Verfahren	Kaliber		SP		Widerstand				Gamma			NG, NN				GG Ampl.			AL					
	verringert	nominal	vergrößert	negativ	positiv	niedrig	mittel	hoch	sehr hoch	Nullwert	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch	sehr hoch	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch	
Gestein																								
Sand, trocken				U																				U
" , süßwasserf.																								U
" , salzwasserf.																								U
Geschiebemergel																								U
Schluff																								U
Ton																								U
Sandstein, süßwasserf.																								U
" , salzwasserf.																								U
Tonstein																								U
Karbonat, porös																								U
" , dicht																								U
Gips																								U
Anhydrit																								U
Steinsalz																								U
Porphyr: Granit																								U

**Geophysik. Messverfahren zum Einsatz im Bohrloch**

<b>Einsatzzweck</b>	<b>Geophysikalisches Meßverfahren</b>
Bestimmung geometrischer Größen	BA; BGT; CAL; DV
Bestimmung Gesteinseigenschaften	BHTV; D; EL; FEL; GR; R; NN; SP
Hydrologische Bohrlochverhältnisse	FEL; FLOW; FMR; IL; NN; SAL; SP; TEMP
Kontrolle ausgebauter Bohrlöcher	CAL; CBL; CCL; D; FEL; HRT; IL; MAL; NN; OPT; RGGD

DVGW W 110.: Geophysikalische Untersuchungen in Bohrungen, Brunnen und Grundwassermessstellen  
- Zusammenstellung von Methoden und Anwendungen



Schutz der Grundwassermessstellen über Gelände



Schutzrohr



Sichtstangen



Schutz der Grundwassermessstellen über Gelände



Schutzbügel



Schutzdreieck



Schutz der Grundwassermessstellen unter Flur



**GWBR**



**Ausbau**



**Hydrantendeckel**