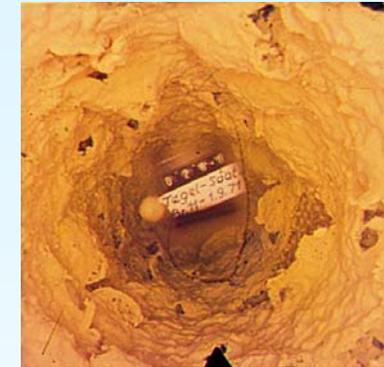
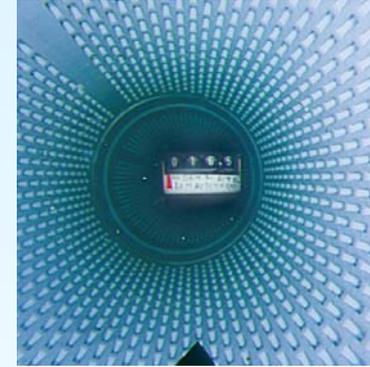


DVGW-Berufsbildung  
14.Vorarbeiter-Weiterbildung  
Meister-Erfahrungsaustausch 2010

Wiesbaden-Niedernhausen  
04. + 05.02.2010  
18. + 19.03.2010



## Brunnen

- ein wichtiger Bestandteil der Wasserversorgung

**Dipl.-Ing. Kerry F. Paul**

*IBB* Ingenieur- und Beratungsbüro für Brunnenbetriebstechnik und –instandhaltung GmbH  
Am Pichelssee 12, 13595 Berlin • Tel. 030 - 36 28 63 50 / 01577 – 45 31 936 • kfp@ibb-berlin.de

## Brunnen

**Alt-Griechisch**      **phrear**

**Neu-Griechisch**      **pigadi**

**Lateinisch**      **puteus**

**Englisch**      **Well**

**Französisch**      **Puit**

**Niederländisch**      **Put**





## Brunnen

*„It is just a hole in the ground“*

## Brunnen – ein wichtiger Bestandteil der Wasserversorgung

# Gliederung

- **Wasserkreislauf / warum Wassergewinnung aus Brunnen ?**
- **Wasser-Fakten (Daten und Informationen zur öffentl, Wasserversorgung)**
- **DVGW-Regelwerk für Brunnen**
- **Brunnen-Standortauswahl / Schutzgebietsausweisung**
- **Bauformen von Brunnen / Unterscheidung Bohrtechnik**
- **Brunnenausbau / Bedeutung der Schüttgut-Schicht**
- **Brunnenalterung**
- **Methoden zur Feststellung der Brunnenalterung**
- **Brunnenregenerierung**
- **Brunnensanierung / Rückbau**
- **Sicherheit: Vorschacht-Begehung**
- **Zusammenfassung**

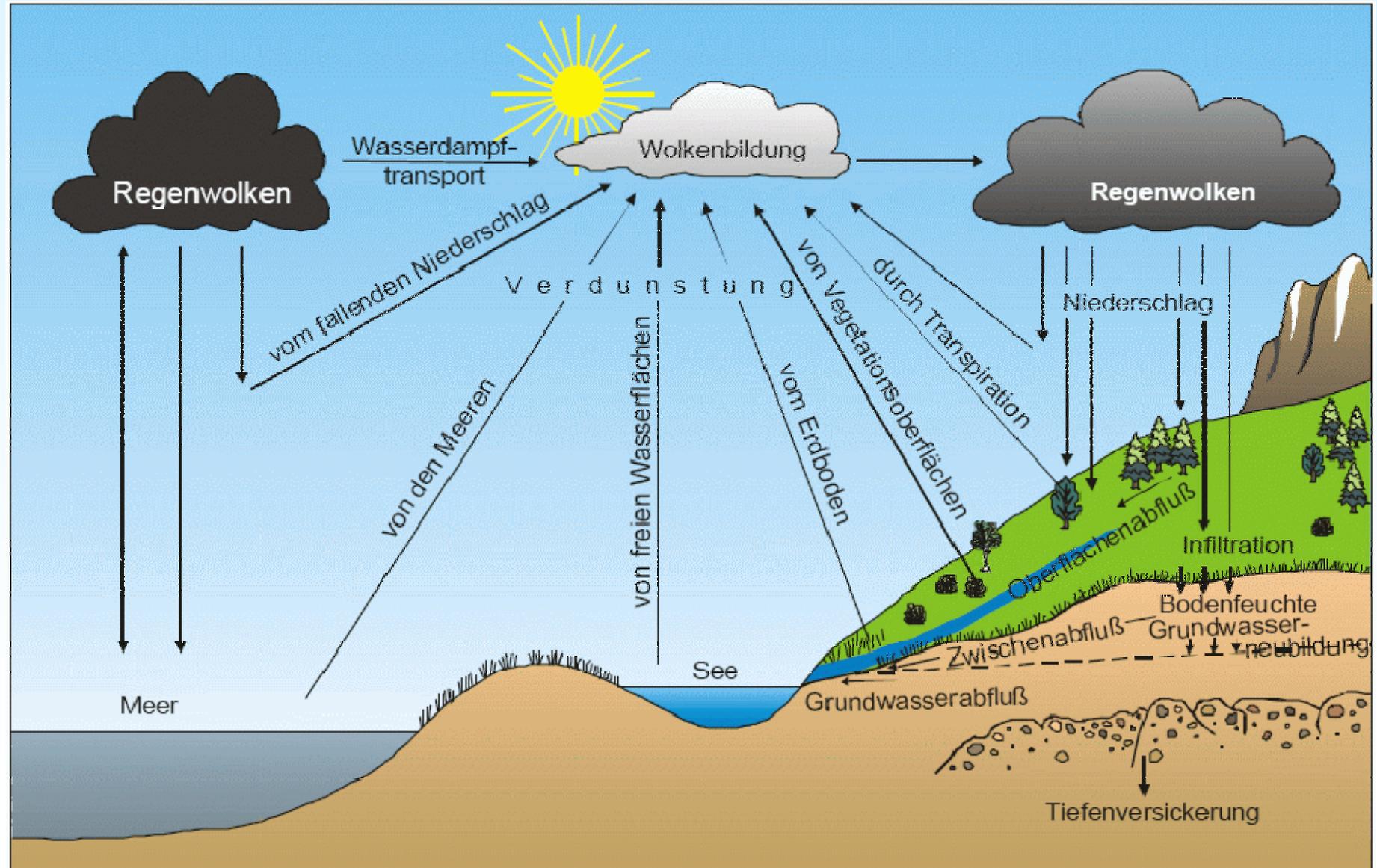
- Studium Technischer Umweltschutz, TU Berlin  
Schwerpunkt „Wasserreinigung“
- seit 1971 im Bereich Brunnenuntersuchung tätig;  
ab 1976 auch Brunnenregenerierung;  
ab 1991 auch Planung & Bauleitung Brunnenbau
- seit 1989 Geschäftsführer der  
*IBB* Ingenieur- und Beratungsbüro für  
Brunnenbetriebstechnik und –instandhaltung GmbH  
**Ingenieurtechnische Beratung „rund um den Brunnen“**
- seit 1993 Mitglied im DVGW-TK „Wassergewinnung“
- 1999 – 2001 Mitglied im Beirat zum  
DVGW-Forschungsvorhaben W 55/99  
"Untersuchung zur Bewertung von Gerätetechnik  
auf die Wirksamkeit in der Kiesschüttung"
- Mitarbeit als Projektkreismitglied am DVGW-Regelwerk
  - W 113 „Bestimmung des Schüttkorndurchmessers  
und hydrogeologischer Parameter aus der  
Korngrößenverteilung für den Bau von Brunnen“  
(Merkblatt, 2001 – Überarbeitung in Vorbereitung)
  - W 119 „Entwickeln von Brunnen durch Entsandern  
- Anforderungen, Verfahren, Restsandgehalte“  
(Überarbeitung in Vorbereitung)
  - W 130 „Brunnenregenerierung“  
(Merkblatt, 2001 & Arbeitsblatt, 2007)
- seit 2008 DVGW-Experte zur Zertifizierung nach DVGW W 120  
Kernkompetenz „Brunnenausbau“ und „Brunnenregenerierung“
- seit 2008 Kooperation mit der TU Berlin, FG Ingenieurgeologie, zur Untersuchung der  
Eigenschaften von Böden und Schüttgütern für den optimierten Bau und Betrieb von Brunnen

Foto: DVGW (2009)



**Kerry F. Paul**  
\* 1954, Berlin

# Wasserkreislauf



# Warum Wassergewinnung aus Brunnen ?

*Weil wir*



*sind und unsere Oberflächen-Gewässer mit Beginn der Industrialisierung zu stark verschmutzt haben.*

➔ **Bau von Brunnen**

Ausnutzung der „natürlichen“ Selbstreinigung im Wasserkreislauf (Versickerung)

## Weitere Gründe für den Bau von Brunnen

- Bildung von Ballungszentren
- enorm steigender Verbrauch im 19. & 20. Jahrhundert
- Bevorratung für ständige Verfügbarkeit
- bevorzugte Verbrauchs-Temperatur (8 – 12 °C)

## aktuelle / zukünftige Probleme (für Deutschland)

- Wasser-Sparen
  - eingeschränkter Feststofftransport im Abwasserrohr  
=> zusätzliche Rohrreinigung
  - wegen der hohen Fixkosten werden äquivalent die Wasserpreise erhöht
- Landwirtschafts- und Arzneimittel-Rückstände
  - massive Einschränkung der natürlichen Abbaufähigkeit
  - großtechnische Aufbereitung kostenaufwendig

## Natürliche Selbstreinigung durch Versickerung im Lockergestein

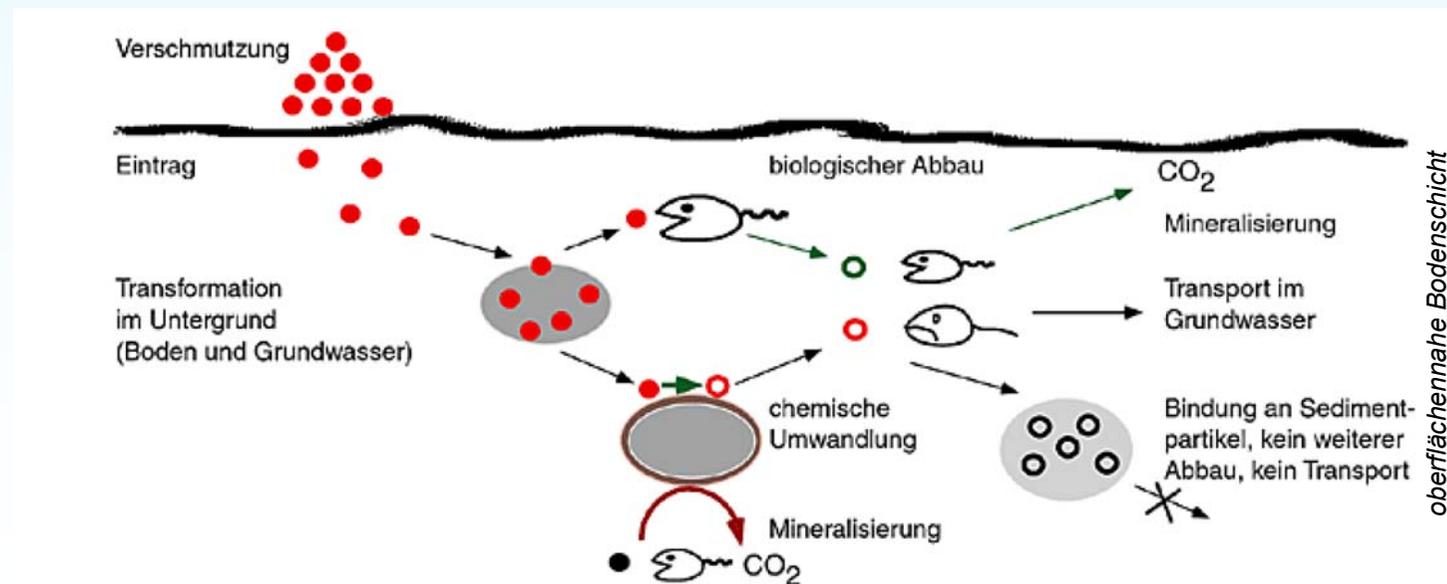
Stoffe, die durch Versickerung in den Boden und ins Grundwasser eingetragen werden, können dort durch Mikroorganismen umgewandelt und abgebaut werden.

Zusätzlich findet eine chemische Aufbereitung durch Auflösungs- und Ausfällungsprozesse, Sorption und Desorption sowie Stoffumwandlung statt.

Außerdem findet eine physikalisch / mechanische Reinigung durch Filtration, Ausgasung, Sedimentation und Verdünnung statt.

Abbauprodukte organischer Substanzen:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  unter  $\text{O}_2$ -Zehrung

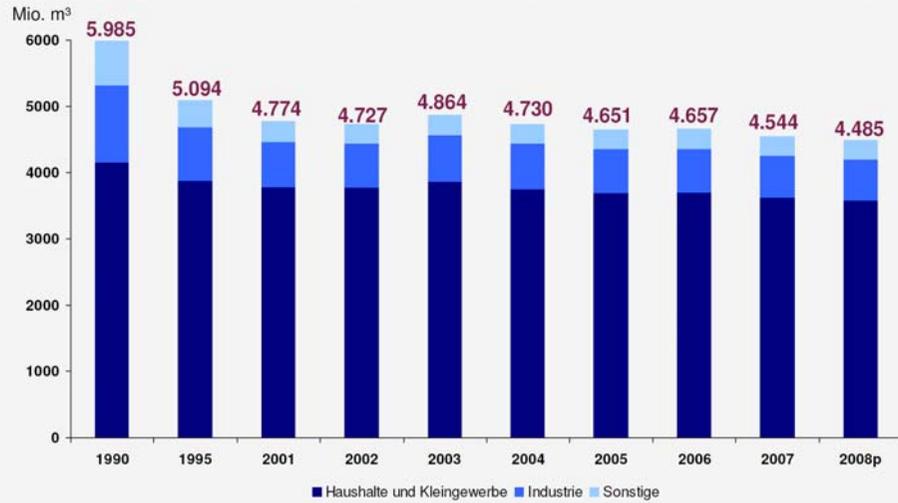
Die  $\text{O}_2$ -Zehrung stellt eine Veränderung der Milieubedingungen für aerobe Bakterien dar und führt zu deren Reduzierung, in günstigen Fällen bis zur vollständigen Abtötung pathogener Keime.



**Abbauschema  
der natürlichen  
Selbstreinigung**

Bei der Förderung von Uferfiltrat und im Festgestein finden die Vorgänge der natürlichen Selbstreinigung nur bedingt oder überhaupt nicht statt.

## Wasserabgabe an Verbraucher



BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.

Quelle: BDEW-Wasserstatistik, p = vorläufig

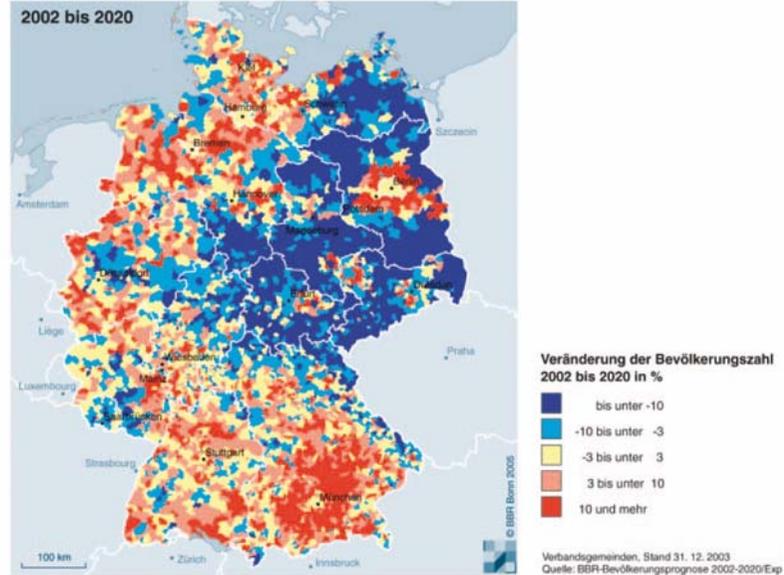
18.11.2009

# Wasser-Fakten

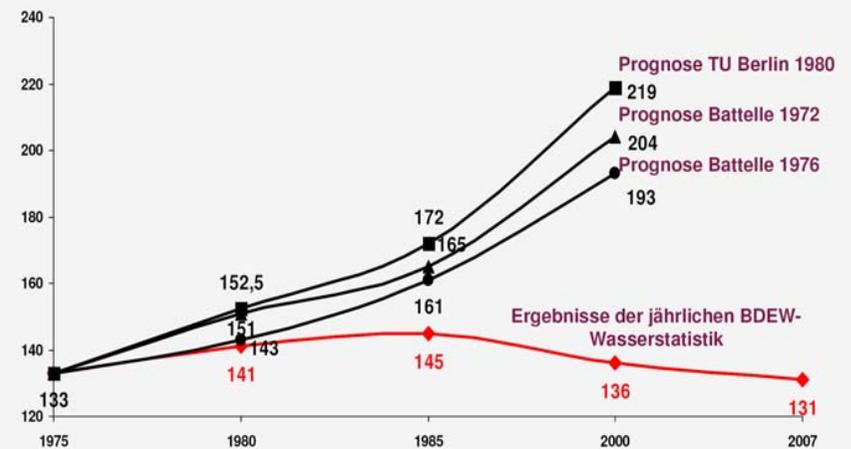
## Daten und Informationen zur öffentlichen Wasserversorgung

Quelle: BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.

## Prognose zur Entwicklung der Bevölkerungszahl



## Prognose und tatsächliche Entwicklung des Haushaltswasserverbrauchs - in Litern pro Einwohner und Tag



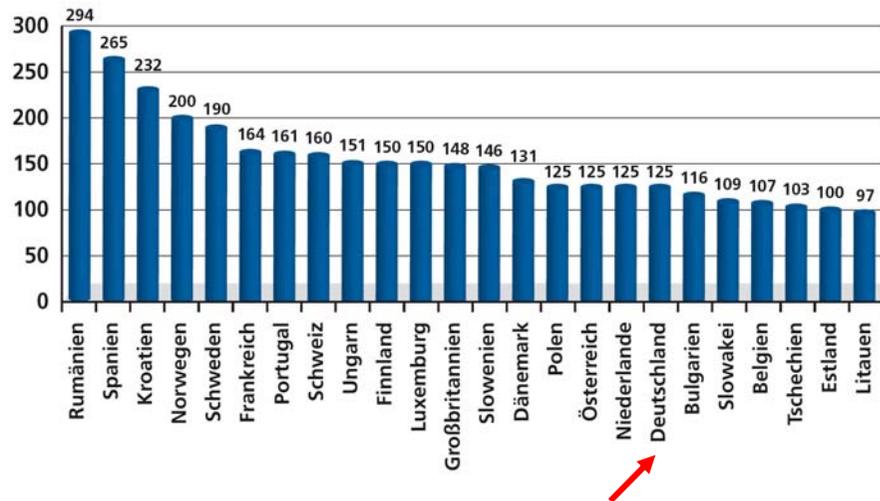
BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.

Die Angaben beziehen sich auf die alten Bundesländer!

09.12.2009

### Pro-Kopf-Wassergebrauch im europäischen Vergleich

Angaben in Litern pro Einwohner und Tag



Quelle: OFWAT 2007, Deutschland: BDEW (2006); p=vorläufig

### Wasserverbrauch im Vergleich

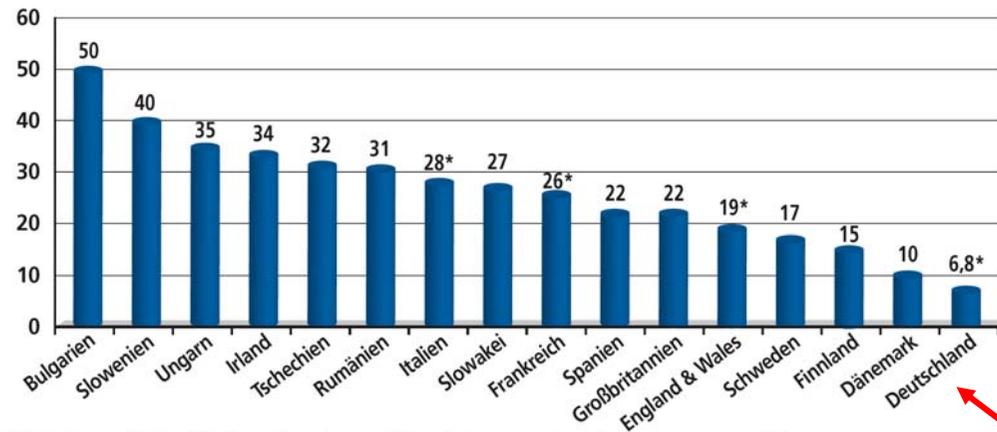
In den einzelnen Ländern werden unterschiedliche Verbrauchsstrukturen (mit / ohne Landwirtschaft) herangezogen und sind unterschiedliche Hygienestandards vorhanden.

### Wasserverluste

Konsequente Überwachung & Instandhaltung führen zu gutem Rohrnetzstatus.

### Wasserverluste im öffentlichen Trinkwassernetz: wichtigster Indikator für Qualität des Netzes und Versorgungssicherheit

Angaben in Prozent



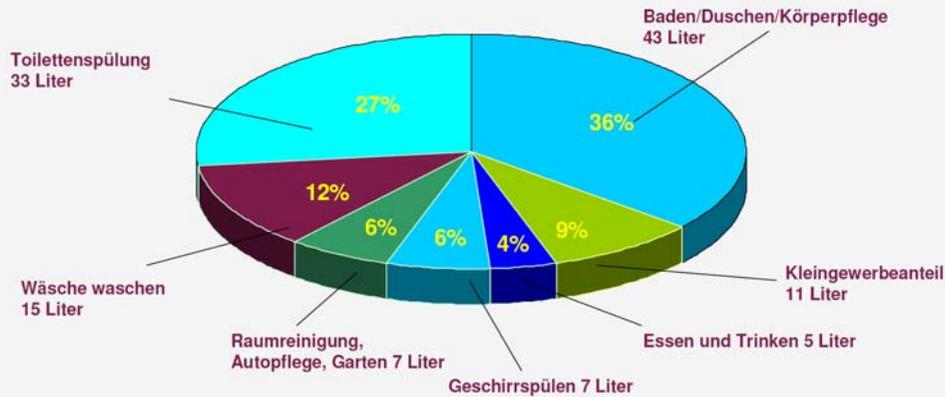
\*Entnahmen für betriebliche Zwecke und Brandschutz werden als Verluste gewertet.

Quellen: VEWA-Studie 2006 (Italien, Frankreich, England & Wales); Statistisches Bundesamt 2004 (Deutschland); Rest: EU-Kommission 2007

## Trinkwasserverwendung im Haushalt 2008

### Durchschnittswerte bezogen auf die Wasserabgabe an Haushalte und Kleingewerbe

**bdeu**  
Energie. Wasser. Leben.



BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.

Insgesamt 121 Liter pro Einwohner und Tag

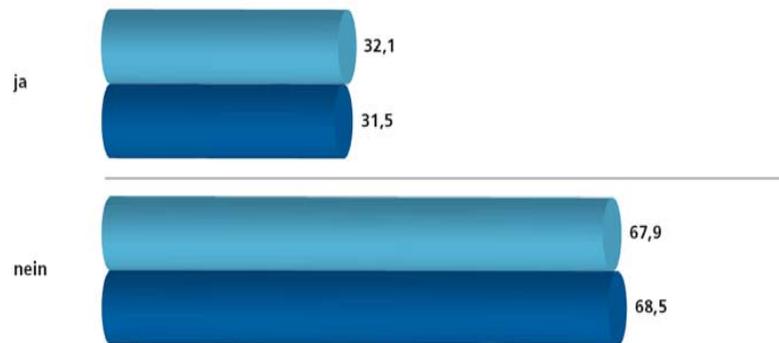
01.12.2009

## Wasserverwendung

Hohe Hygienestandards sind der wesentliche Anteil des Wasserverbrauchs.

### Kennen die Wasserkunden die Höhe ihres jährlichen Wassergebrauchs?

Angaben in Prozent



Quelle: BDEW-Kundenbarometer 2007

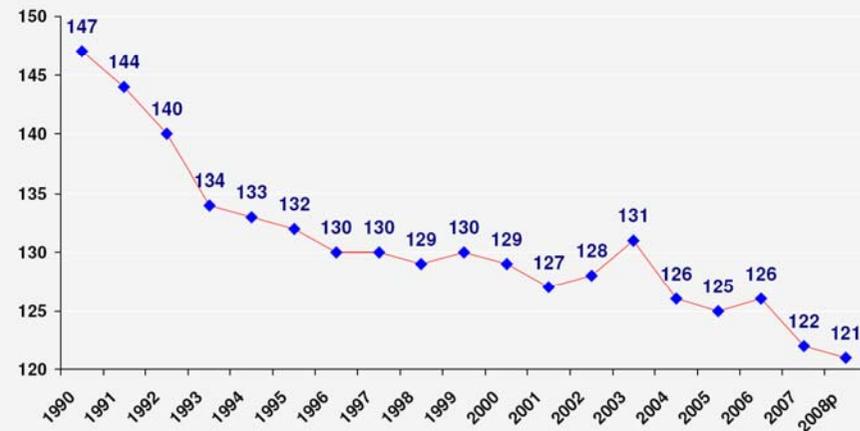
Studie 2007 n=1.000

Studie 2005 n=1.000

### Entwicklung des personenbezogenen Wassergebrauchs

- in Litern pro Einwohner und Tag, Deutschland -

**bdeu**  
Energie. Wasser. Leben.



BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.

Quelle: BDEW-Wasserstatistik, bezogen auf Haushalte und Kleingewerbe; p = vorläufig

18.11.2009

## Wie schätzen die Kunden den Preis für 1.000 Liter (= 1 m<sup>3</sup>) Trinkwasser?

Angaben in Prozent



Quelle: BDEW-Kundenbarometer 2007

Tatsächlicher Preis:

2007 = 1,85 €/m<sup>3</sup>

2005 = 1,81 €/m<sup>3</sup>

Studie 2007 n=1.000  
o=4,61 €

Studie 2005 n=1.000  
o=5,03 €

## Umfrage 2005

Kunde schätzt Preis für Wasser + Abwasser pro m<sup>3</sup> = € 10,22

tatsächlicher Preis pro m<sup>3</sup> = € 4,09

Achtung: Durchschnittspreise, regional starke Unterschiede

## Länge des Kanalnetzes der öffentlichen Abwasserentsorgung



Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19, Reihe 2.1, Heft 2004 (erschienen September 2006) und Heft 2001 (erschienen Oktober 2003)

Verlängerung des Abwasser-Kanalnetzes  
2001 => 2004 ca. 5,9 %

## Wie schätzen die Kunden die Gebühr für die Beseitigung von 1.000 Litern (= 1 m<sup>3</sup>) Abwasser?



Quelle: BDEW-Kundenbarometer 2007

Tatsächliche Gebühr:

2005 = 2,28 €/m<sup>3</sup>

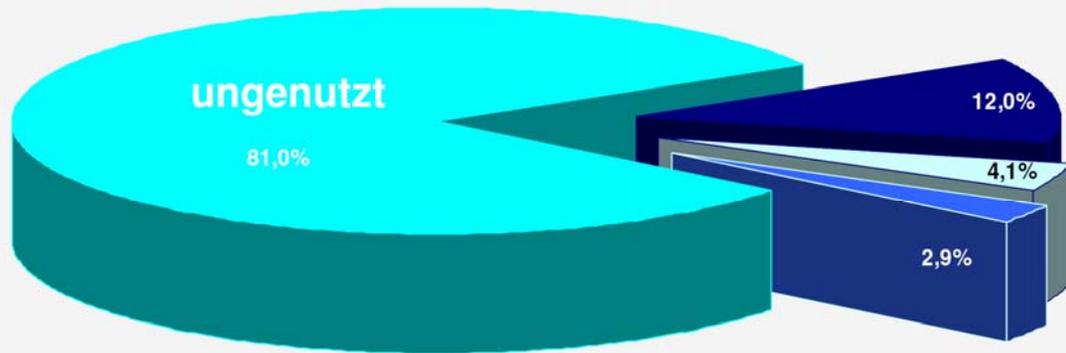
Studie 2007 n=1.000 o=4,98 €

Studie 2005 n=1.000 o=5,19 €

# Wassernutzung in Deutschland 2004



Verfügbare Wasserressourcen insgesamt 188 Milliarden Kubikmeter



Wassernutzung insgesamt 19,0 % (35,6 Mrd. m³)

- Wärmekraftwerke öff. Versorgung 22,5 Mrd. m³
- Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe sowie Landwirtschaft 7,7 Mrd. m³
- Öffentl. Wasserversorgung 5,4 Mrd. m³
- Ungenutzt 152,4 Mrd. m³

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19, Reihe 2.1, erschienen September 2006

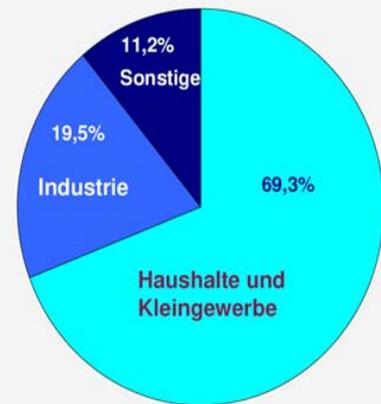
BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.

1990 => 2006:  
Überproportionale Wassereinsparungen bei „Industrie und „Sonstige“ = Anstieg der Abgabe an „Haushalte u. Kleingewerbe“

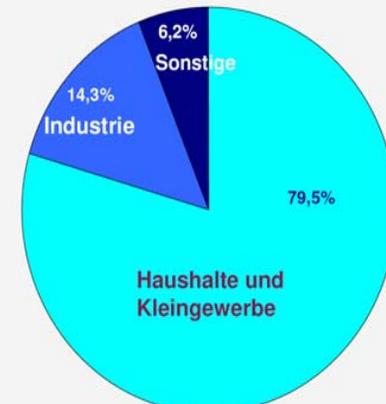
## Kreuzvergleich Wassernutzung in Deutschland

öffentl. Wasserversorgung	= 100 %
Bergbau-Gewerbe-Landwirtschaft	= 1,4-fach
Wärmekraftwerke	= 4,2-fach
ungenutzt	= 28,2-fach

## Öffentliche Wasserversorgung in Deutschland - Wasserabgabe nach Kundengruppen 1990 und 2006



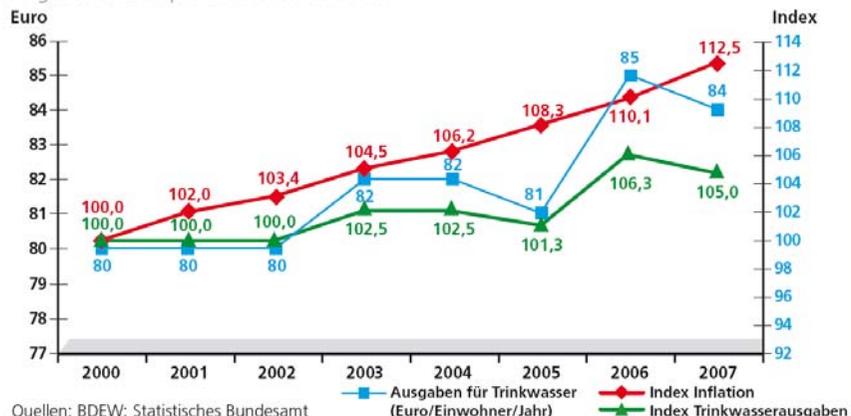
1990



2006

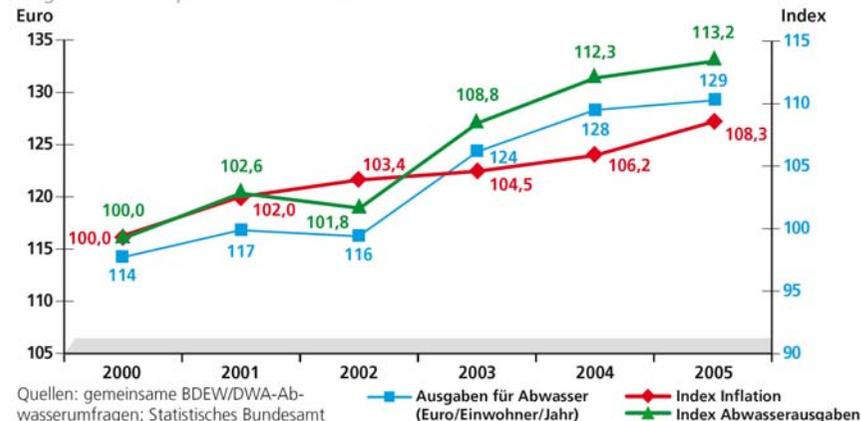
### Jährliche Ausgaben des Kunden für Trinkwasser im Vergleich zur Inflation

Angaben in Euro pro Einwohner und Jahr



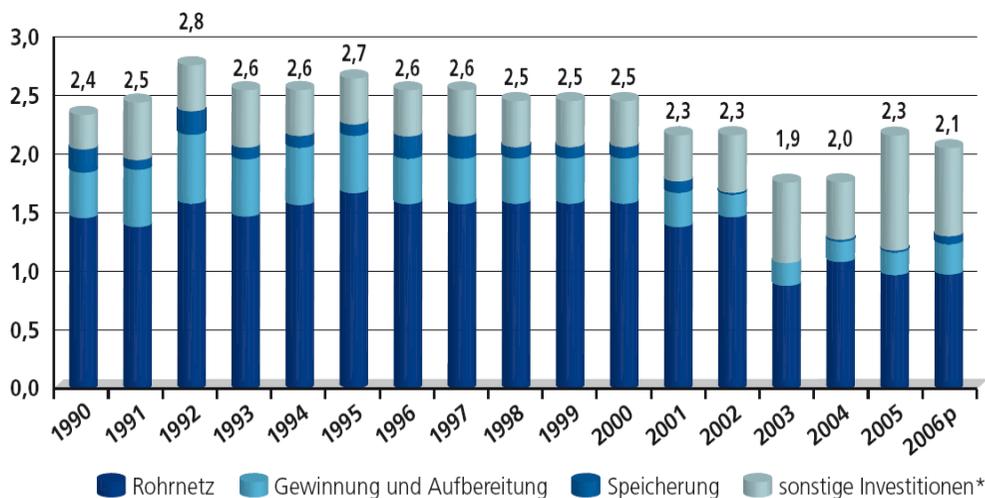
### Jährliche Ausgaben des Kunden für Abwasser im Vergleich zur Inflation

Angaben in Euro pro Einwohner und Jahr



### Entwicklung der Investitionen 1990 bis 2006 in der öffentlichen Wasserversorgung

nach Anlagebereichen in Mrd. Euro



Quelle: BDEW-Wasserstatistik; p = vorläufig

\* sonstige Investitionen = Zähler und Messgeräte sowie Investitionen, für die keine Aufteilung nach Anlagebereichen vorliegt

### WVU-Ausgaben für Brunnen

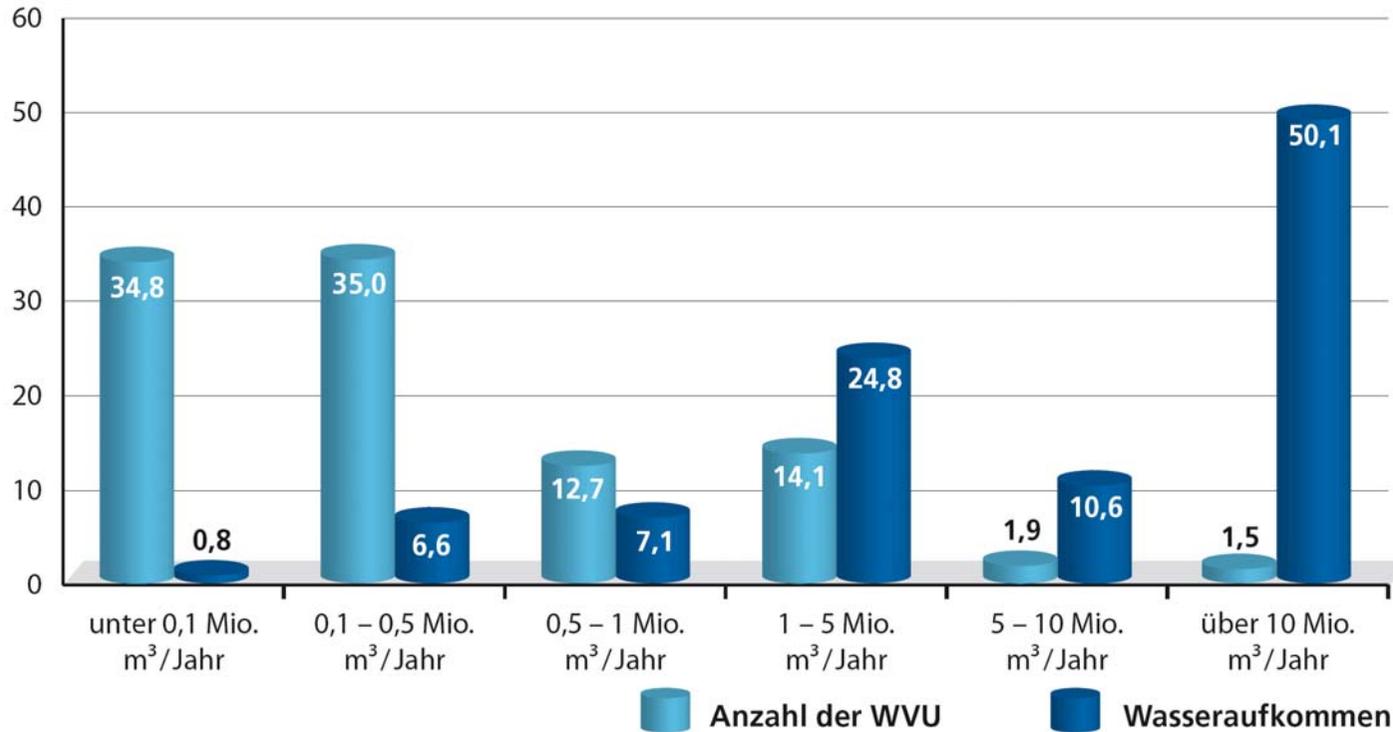
Anteil Gewinnung & Aufbereitung an Gesamt-Investitionen:  
durchschnittlich ca. 10 % p.a.

Anteil „Brunnen“ an Gewinnung & Aufbereitung-Invest.:  
geschätzt ca. 10 - 20 % p.a.

=> **1 bis 2 % der jährlichen Invest.-Gesamtausgaben für Brunnen.**

## Größenstruktur der Wasserversorgungsunternehmen in Deutschland

Angaben in Prozent



Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19, Reihe 2.1, Heft 2004 (erschienen September 2006)

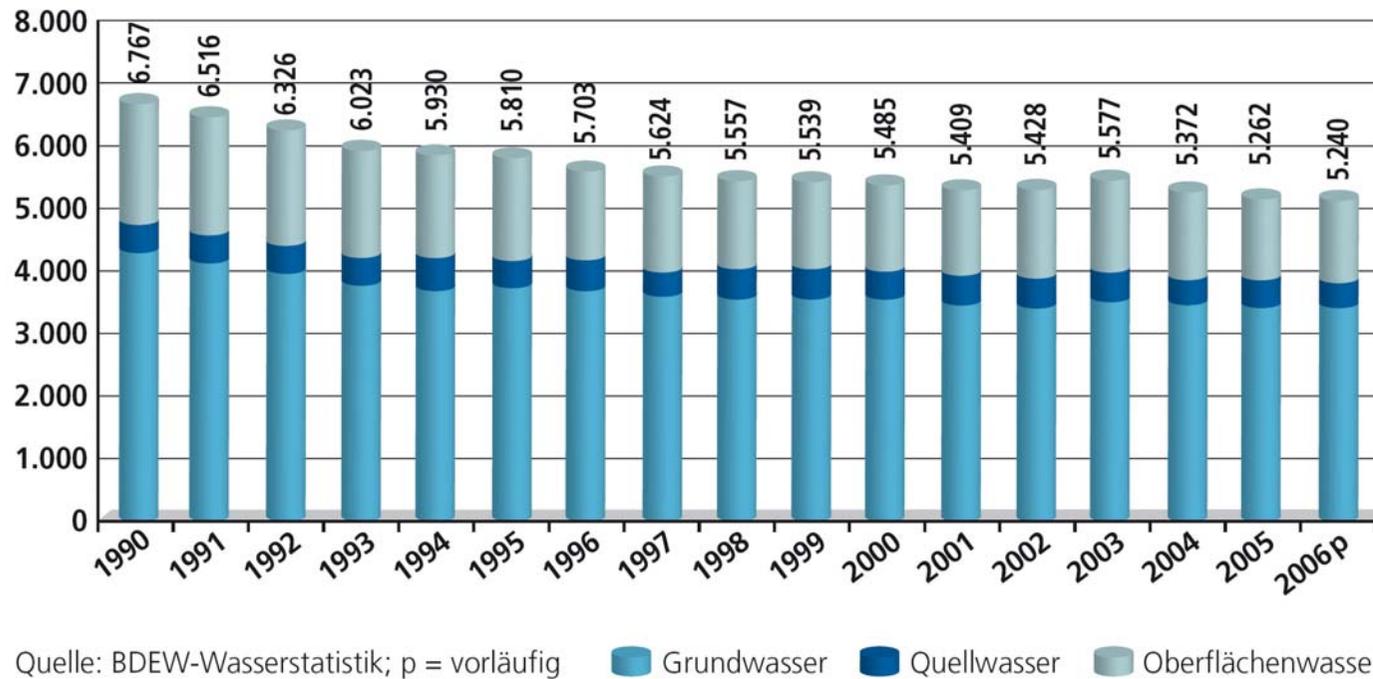
### Vergleich WVU-„Produktion“

1,5 % = 98 Unternehmen „produzieren“ ca. 50 %  
 1,9 % = ca. 125 Unternehmen „produzieren“ ca. 11 %  
 14,1 % = ca. 920 Unternehmen „produzieren“ ca. 25 %

$\Sigma$  ca. 6.500 Unternehmen

## Entwicklung der Wasserförderung für die öffentliche Trinkwasserversorgung in Deutschland

Angaben in Mio. m<sup>3</sup>



### Definition „Oberflächenwasser“

bis 2006 = Uferfiltrat + angereichertes Grundwasser + Flusswasser + Seewasser + Talsperrenwasser  
 ab 2007: Uferfiltrat = eigene Zuordnung

**2007:  $\Sigma$  5,127 Mrd m<sup>3</sup>**

„echtes“ Grundwasser = 61,6 %  
 Quellwasser = 8,3 %  
 Uferfiltrat = 8,0 %  
 Oberflächenwasser = 22,1 %

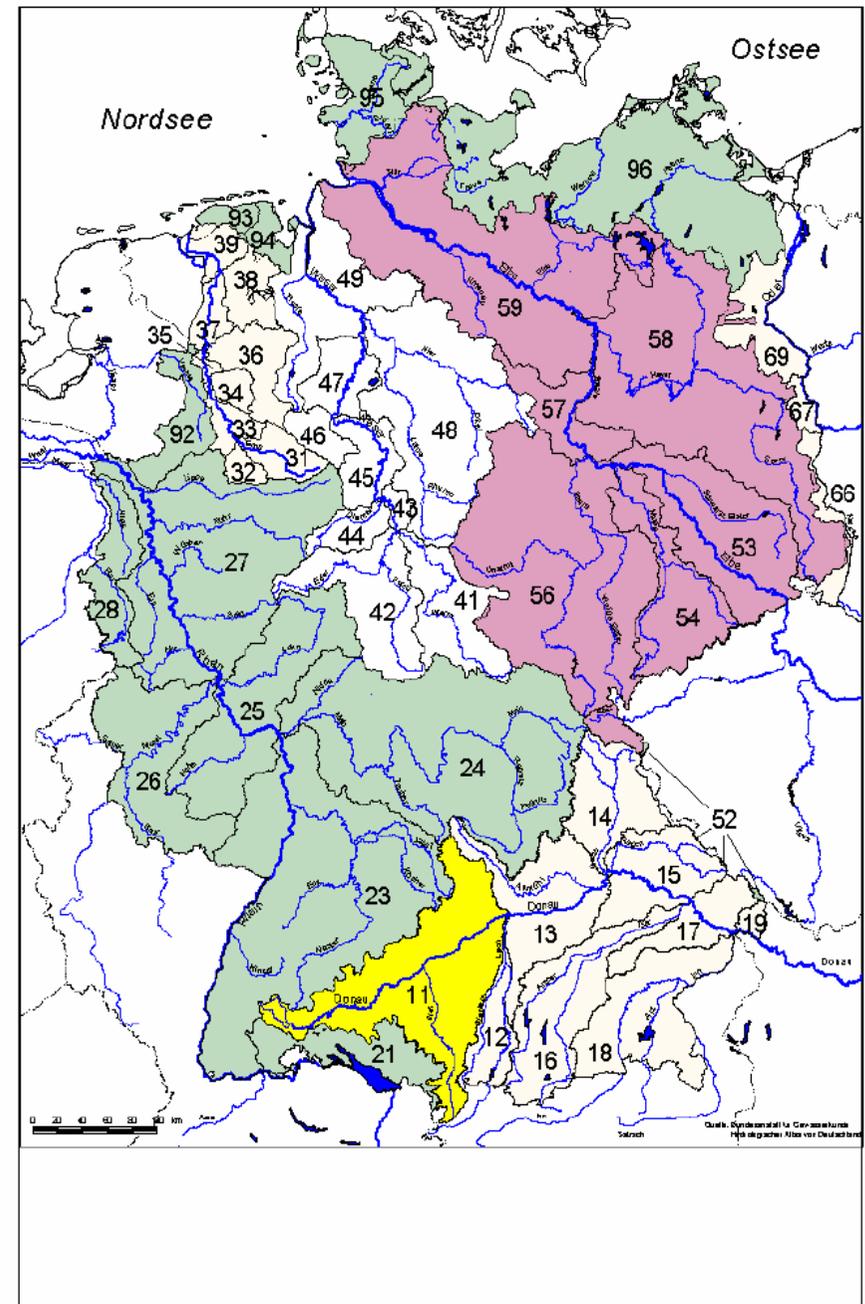
**Brunnen = „echtes“ GW + Uferfiltrat + angereichertes GW**  
**Oberflächenwasser = FlussW + SeeW + TalsperrenW**

**„Brunnen“- Wasser = 78,6 %**  
 Quellwasser = 8,3 %  
 Oberflächenwasser = 13,1 %

# Einteilung „Wassereinzugsgebiete“

## C Wassereinzugsgebiete

Gebiets-		Gebiets-	
kennziffer	bezeichnung	kennziffer	bezeichnung
1	Donau	4	Weser
11	Quelle bis Lechmündung Breg, Brigach, Große Lauter, Günz, Iller, Lauchert, Riß, Schmutter, Wörnitz, Zusam	41	Werra
12	Lech	42	Fulda
13	von Lech- bis Naabmündung Abens, Altmühl, Ilm, Paar, Schwarze Laber	43	von Zusammenfluß Werra/Fulda bis Diemel­mündung
14	Naab	44	Diemel
15	von Naab- bis Isarmündung Große Laber, Kleine Laber, Regen	45	von Diemel- bis Werremündung
16	Isar	46	Werre
17	von Isar- bis Innmündung Ilz, Vils	47	von Werre- bis Allermündung
18	Inn	48	Aller
19	von Innmündung bis Staatsgrenze	49	von Allermündung bis Nordsee Geeste, Hunte, Wümme
2	Rhein	5	Elbe
21	von Staatsgrenze bis Aaremündung Argen, Bodensee, Rotach, Schussen, Wutach	52	Moldau
23	von Aare- bis Mainmündung Enz, Jagst, Kinzig, Kocher, Murg, Neckar, Rems, Weschnitz, Wiese	53	von Staatsgrenze bis Muldemündung Eger, Schwarze Elster
24	Main	54	Mulde
25	von Main- bis Moselmündung Lahn, Nahe, Selz	55	von Mulde- bis Saalemündung
26	Mosel	56	Saale
27	von Moselmündung bis Staatsgrenze Ahr, Erft, Lippe, Nette, Ruhr, Sieg, Wied, Wupper	57	von Saale- bis Havelmündung Ehle, Ohre
28	Maas	58	Havel
3	Ems	59	von Havelmündung bis Nordsee Elde, Illmenau, Jeeetze, Oste, Stepenitz, Stör
31	Quelle bis Wersemündung	6	Oder
32	Werse	66	Lausitzer Neiße
33	von Wersemündung bis Mündung Große Aa	67	von Lausitzer Neiße­mündung bis Mündung Südliche Warthe
34	Große Aa (Deeper Aa, Plantünner Aa)	69	von Mündung Südliche Warthe bis Staatsgrenze Alte Oder, Welse
35	von Mündung Große Aa bis Hasemündung	9	Küste und Meer (Küstenflüsse, Marschen und Inseln der Nord- und Ostsee)
36	Hase	92	Ijssel
37	von Hase- bis Ledamündung Nordradde	93	von Emsmündung bis Jadebusen, Ostfrie- sische Inseln
38	Leda	94	von Jadebusen bis Elbmündung
39	von Ledamündung bis Nordsee	95	von Elbmündung, Helgoländerbucht bis Staatsgrenze, Nordfriesische Inseln
		96	Eider, Helgoland Ostseeküste und Inseln Peene, Schlei, Trave, Uecker, Warnow



**2007**

Wassergewinnung für öffentliche Wasserversorgung  $\Sigma$  5,127 m<sup>3</sup>

Wassereinzugsgebiete		Anteil	davon aus Brunnen
1	Donau	13,1 %	83,0 %
2	Rhein	48,3 %	74,7 %
3	Ems	2,3 %	99,7 %
4	Weser	11,0 %	80,7 %
5	Elbe	20,0 %	78,0 %
6	Oder	0,6 %	74,8 %
7	-		
8	-		
9	Küste & Meer	4,7 %	93,3 %
Quelle: Statistisches Bundesamt		100,0 %	<b>78,6 %</b>

**Anzahl Brunnen ?**

2007 öffentl. Wassergewinnung $\Sigma$ (m <sup>3</sup> )	5,127 E+09
Anteil Wassergewinnung aus Brunnen	78,6 %
Anzahl Brunnen (geschätzt)	<b>200.000</b>

**==> Fördermenge je Brunnen**

pro Jahr (m <sup>3</sup> /a)	20.149
bei Betrieb 12 Std. pro Tag (m <sup>3</sup> /h)	27,6

# DVGW-Regelwerk



Zentrales Aufgabenfeld des DVGW ist die Erarbeitung und Herausgabe des DVGW-Regelwerkes, d.h. der anerkannten Regeln der Technik für Planung, Bau und Betrieb von Rohrleitungen und Anlagen (Funktionsnormung) sowie für Bauteile, Materialien und Geräte (Produktnormung) der öffentlichen Versorgung mit Gas und Wasser.

Leitsatz bei der Erarbeitung des Regelwerkes ist die Erkenntnis, dass Sicherheit und Zuverlässigkeit die Basis wirtschaftlichen Handels der Versorgungsunternehmen darstellen.

Mit dem DVGW-Regelwerk sind folgende Grundsätze verbunden:

- Das DVGW-Regelwerk steht jedermann zur Anwendung frei. Wer es anwendet, hat für die richtige Anwendung im konkreten Fall Sorge zu tragen.
- Das DVGW-Regelwerk basiert auf dem Konsens der interessierten Fachkreise.
- Das DVGW-Regelwerk ist nicht die einzige, sondern eine wichtige Erkenntnisquelle technisch ordnungsgemäßes Verhalten im Normalfall. Es kann nicht alle möglichen Sonderfälle erfassen, in denen weitergehende oder einschränkende Maßnahmen geboten sein können.
- Durch das Anwenden des DVGW-Regelwerkes entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln. Für den Anwender spricht jedoch der Beweis des ersten Anscheins, dass er die anerkannten Regeln der Technik beachtet hat.

Geschäftsordnung GW 100 (06.2009)

„Tätigkeit der DVGW-Fachgremien und Ausarbeitung des DVGW-Regelwerkes“



## Definition Technische Regeln (Arbeitsblätter)

### Technische Regeln

- gelten als allgemein anerkannte Regeln der Technik;
- bilden einen Maßstab für einwandfreies technisches Handeln;
- enthalten Festlegungen für Anlagen, Verfahren, Dienstleistungen von Unternehmen oder Personen;
- definieren neben den gesetzlichen Bestimmungen insbesondere sicherheitstechnische, hygienische und umweltschutzbezogene Anforderungen.

Eine Anwendungspflicht **kann** sich aus Rechtsvorschriften, Verträgen oder sonstigen Rechtsgrundlagen ergeben.

Eine Abweichung ist möglich, wenn die sicherheitstechnischen, hygienischen und umweltschutzbezogenen Anforderungen auf andere Weise erreicht werden.

**alt**

Geschäftsordnung GW 100 (10.2002)

„Erarbeitung und Herausgabe des DVGW-Regelwerkes“

**Definition DVGW-Merkblatt**

DVGW-Merkblätter enthalten Festlegungen, die noch nicht den Rang einer allgemein anerkannten Regel der Technik beanspruchen können, die aber zum Zwecke der Erprobung in der Praxis empfohlen werden, mit dem Ziel, nach entsprechender Bewährung in ein DVGW-Arbeitsblatt oder eine DIN-Norm überführt zu werden.

**neu**

Geschäftsordnung GW 100 (06.2009)

„Tätigkeit der DVGW-Fachgremien und Ausarbeitung des DVGW-Regelwerkes“

**Definition Technische Hinweise (Merkblätter)**

Technische Hinweise enthalten Festlegungen zu Anlagen, Produkten, Einrichtungen, organisatorischen Abläufen, Dienstleistungen oder Verfahren, die zum Zwecke der Erprobung in der Praxis empfohlen werden.

Nach entsprechender Bewährung in der Praxis können technische Hinweise in DVGW-Arbeitsblätter überführt werden.

# DIN EN 45020 (2006)

## Stand der Technik

Entwickeltes Stadium der technischen Möglichkeiten zu einem bestimmten Zeitpunkt, soweit Erzeugnisse, Verfahren und Dienstleistungen betroffen sind, basierend auf entsprechenden gesicherten Erkenntnissen von Wissenschaft, Technik und Erfahrung.

## Anerkannte Regeln der Technik

Technische Festlegung, die von einer Mehrheit repräsentativer Fachleute als Wiedergabe des Standes der Technik angesehen wird.

*Ergänzung im GW 100 (06.2009):*

Die Erarbeitung erfolgt in einem geordneten Verfahren unter Beteiligung der Fachöffentlichkeit durch Umfrage- und Konsensverfahren.

## Bedeutung „Regeln der Technik“ & „DIN-Normen“

- Die (**allgemein**) **anerkannten Regeln der Technik** sind technische Regeln bzw. Technik Klauseln für den Entwurf und die Ausführung von baulichen Anlagen oder technischen Objekten.
- Es sind Regeln, die in der Wissenschaft als theoretisch richtig erkannt sind und feststehen, in der Praxis bei dem nach neuestem Erkenntnisstand vorgebildeten Techniker durchweg bekannt sind und sich aufgrund fortdauernder praktischer Erfahrung bewährt haben.

Sie stellen nach Werkvertragsrecht für den Sollzustand eine Minimalforderung dar und bei Nichteinhaltung liegt ein Mangel vor, soweit die Abweichung nicht zuvor mit dem Auftraggeber vereinbart worden ist. In diesem Zusammenhang ist der Auftraggeber vollumfänglich über die geplante Abweichung zu informieren und auf die daraus resultierenden Folgen hinzuweisen.

- Die allgemein anerkannten Regeln der Technik sind nicht identisch mit den DIN und anderen Normen. Vielmehr gehen sie über die allgemeinen technischen Vorschriften, wozu auch die DIN-Normen gehören, hinaus.

BGH (1998 ): **DIN-Normen** sind private technische Regelungen mit Empfehlungscharakter.

Für gültige DIN-Normen besteht nur die Vermutung, dass sie den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen.

Diese Vermutung ist widerlegbar, denn in den Normenausschüssen werden auch Interessenstandpunkte vertreten.

Außerdem entsprechen Normen nicht immer dem aktuellen technischen Kenntnisstand und beinhalten nicht immer Regeln, die sich langfristig bewähren oder bewährt haben.

## DVGW-Regelwerk mit Bearbeitung im TK 1.1 „Wassergewinnung“



**W 110** Arbeitsblatt (06.2005)

**Geophysikalische Untersuchungen in Bohrungen, Brunnen und Grundwassermessstellen - Zusammenstellung von Methoden und Anwendungen**

**W 111** Arbeitsblatt (03.1997)

**Planung, Durchführung und Auswertung von Pumpversuchen bei der Wassererschließung**

**W 112** Merkblatt (07.2001)

**Entnahme von Wasserproben bei der Erschließung, Gewinnung und Überwachung von Grundwasser**

**W 113** Merkblatt (03.2001)

**Bestimmung des Schüttkorndurchmessers und hydrogeologischer Parameter aus der Korngrößenverteilung für den Bau von Brunnen**

**W 115** Arbeitsblatt (07.2008)

**Bohrungen zur Erkundung, Beobachtung und Gewinnung von Grundwasser**

**W 116** Merkblatt (04.1998)

**Verwendung von Spülmittelzusätzen in Bohrspülungen bei Bohrarbeiten im Grundwasser**

**W 118** Arbeitsblatt (07.2005)

**Bemessung von Vertikalfilterbrunnen**

**W 119** Merkblatt (12.2002)

**Entwickeln von Brunnen durch Entsandungen - Anforderungen, Verfahren, Restsandgehalte**

Fortsetzung: DVGW-Regelwerk mit Bearbeitung im TK 1.1 „Wassergewinnung“



**W 120** Arbeitsblatt (12.2005)  
**Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik,  
Brunnenbau und Brunnenregenerierung**

**W 121** Arbeitsblatt (07.2003)  
**Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen**

**W 122** Arbeitsblatt (08.1995)  
**Abschlussbauwerke für Brunnen der Wassergewinnung**

**W 123** Arbeitsblatt (09.2001)  
**Bau und Ausbau von Vertikalfilterbrunnen**

**W 124** Merkblatt (11.1998)  
**Kontrollen und Abnahmen beim Bau von Vertikalfilterbrunnen**

**W 125** Arbeitsblatt (04.2004)  
**Brunnenbewirtschaftung - Betriebsführung von Wasserfassungen**

**W 126** Arbeitsblatt (09.2007)  
**Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur künstlichen Grundwasseranreicherung für  
die Trinkwassergewinnung**

**W 127** Arbeitsblatt (03.2006)  
**Quellwassergewinnungsanlagen - Planung, Bau, Betrieb, Sanierung und Rückbau**

**W 128** Arbeitsblatt (07.2008)  
**Bau und Ausbau von Horizontalfilterbrunnen**

**W 130** Arbeitsblatt (10.2007)  
**Brunnenregenerierung**

**W 135** Arbeitsblatt (11.1998)  
**Sanierung und Rückbau von Bohrungen, Grundwassermeßstellen und Brunnen**

## Weiteres DVGW-Regelwerk im Bereich „Wassergewinnung/Wasserwirtschaft“



- W 1000** Arbeitsblatt (11.2005)  
**Anforderungen an die Qualifikation und die Organisation von Trinkwasserversorgern**
- W 1001** Hinweis (08.2008)  
**Sicherheit in der Trinkwasserversorgung - Risikomanagement im Normalbetrieb**
- W 1002** Hinweis (08.2008)  
**Sicherheit in der Trinkwasserversorgung - Organisation und Management im Krisenfall**
- W 101** Arbeitsblatt (06.2006)  
**Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; I. Teil: Schutzgebiete für Grundwasser**
- W 102** Arbeitsblatt (04.2002)  
**Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; II. Teil: Schutzgebiete für Talsperren**
- W 104** Arbeitsblatt (10.2004)  
**Grundsätze und Maßnahmen einer gewässerschützenden Landwirtschaft**
- W 105** Merkblatt (03.2002)  
**Behandlung des Waldes in Wasserschutzgebieten für Trinkwassertalsperren**
- W 106** Merkblatt (04.1991)  
**Militärische Übungen und Liegenschaften der Streitkräfte in Wasserschutzgebieten**
- W 107** Arbeitsblatt (06.2004)  
**Aufbau und Anwendung numerischer Grundwassermodelle in Wassergewinnungsgebieten**
- W 108** Arbeitsblatt (12.2003)  
**Messnetze zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in Wassergewinnungsgebieten**
- W 253** Hinweis (12.2008)  
**Trinkwasserversorgung und Radioaktivität**
- W 255** Hinweis (12.2008)  
**Radioaktivitätsbedingte Notfallsituationen**
- W 645-2** Arbeitsblatt (06.2009)  
**Überwachungs-, Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen in Wasserversorgungsanlagen  
- Teil 2: Steuern und Regeln**

# Brunnen-Standortauswahl / Schutzgebietsausweisung

## wesentliche Parameter der Standortauswahl

- Nähe zum Bedarfsort
- spezifisches Leistungsvermögen
  - des Lockergesteins (= „Boden“)
  - des Festgesteins (= „Fels“)
- Schutzmöglichkeiten der Ressource

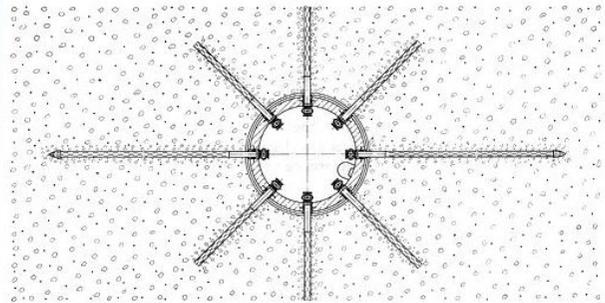
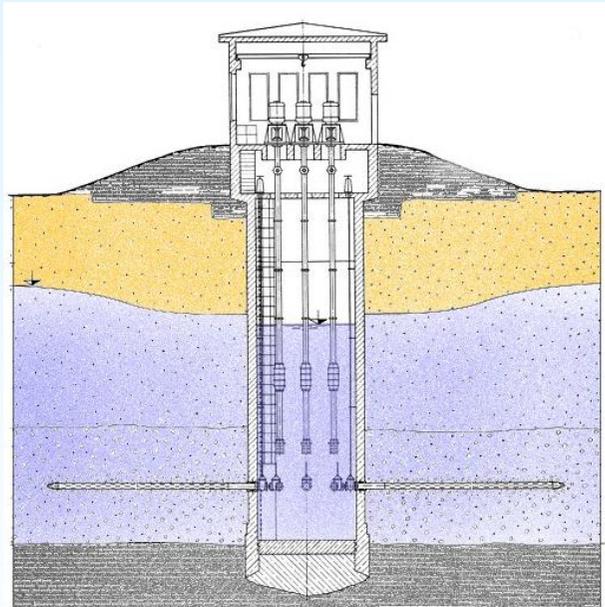
## dreidimensionale Schutzgebietenbetrachtung

- Tiefe  
(Nutzung tief-liegendes Stockwerk)
- räumliche Ausdehnung  
(primär Schutz im Anströmungs- und Absenk-Bereich;  
abhängig vom Stauergefälle)
- Schutzzone 1: Fassungsbereich (Brunnen 10 m / Quellen 20 bzw. 30 m)  
Schutzzone 2: 50 Tage Fließzeit  
Schutzzone 3: Einteilung in 3A und 3B (Einzugsgebiet)



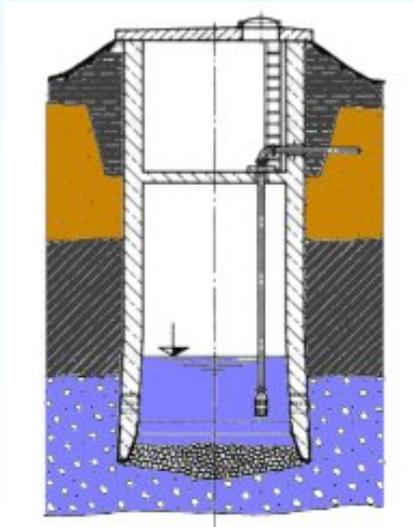
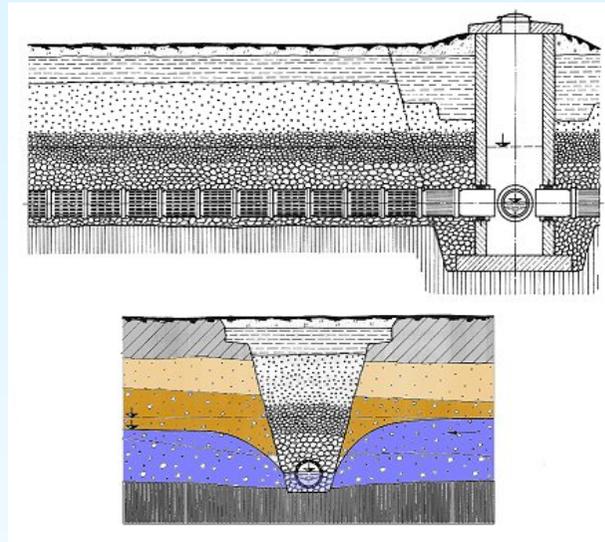
**Notfall-Pläne ausarbeiten !**

# Bauformen von Brunnen / Bohrverfahren



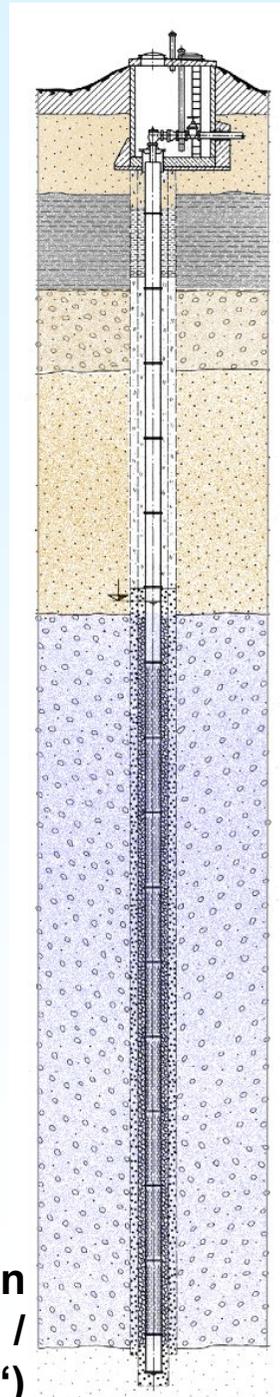
Horizontalfilterbrunnen

Sickerrohrleitung mit Schacht



Schachtbrunnen

Vertikalfilterbrunnen (= „Bohrbrunnen“ / „Kiesschüttungsbrunnen“)



# Bauformen von Brunnen / Bohrverfahren

Horizontalfilterbrunnen	Vertikalfilterbrunnen		
spezielle Bohrtechniken	"schlagende" Verfahren	Kombination dreh-schlagende Verfahren	"drehende" Verfahren
vertikaler (Sammel-) Schacht mit sternförmig abgehenden Horizontal-Strängen	am Seil ("Pennsylvanisches Verfahren") / mit Gestänge ("Freifallbohrung")		Trockenbohrung  Spülbohrung
"Raney-Verfahren" (Bohrrohre = Filterrohre)	Meißel unterschiedlicher Bauart		
"Fehlmann-Verfahren" (Bohrrohre = Vollwand / Einzug der Filterrohre + Ziehen der Bohrrohre)	im Lockergestein mit nachgeführten Mantelrohren ("Trockenbohrung")	meistens Rollenmeißel	im Lockergestein Bohrlochstandsicherheit durch Medienauffüllung bis GOK ("Klarwasser" / "Bohrspülungszusätze")
"Preussag-Verfahren" (mit Kiesmantel; Weiterentwicklung des Fehlmann-Verfahrens)	Austrag mittels Greifer, Schappe, Büchse etc.	Austrag "direkt" (Spülungseintrag im Gestänge / Bohrgutaustrag im Ringraum) oder "indirekt" (Spülungseintrag über Ringraum / Bohrgutaustrag durch Gestänge; auch mit Kompressor-Druckluft-Antrieb = "Luftthebebohrverfahren")	Bohrfortschritt relativ schnell
aufwendige Bauweise	Bohrfortschritt: relativ langsam		

**Wichtig:** repräsentative Probennahme für optimale Anpassung Ausbau an "Boden" (Lockergestein) / "Fels" (Festgestein)  
Lotreichtigkeit für zentrische Einbringung Ausbau

**Bohrungs-Typen:** Aufschlußbohrung, Meßstellenbohrung, Versuchsbrunnenbohrung, Brunnenbohrung

## Ablauf fachgerechter Brunnenbau

- Probe-Bohrung (z.B. Kernbohrung)
- Untersuchung der Bohrproben
- Dimensionierung (ggfls. für teufendifferenzierten Ausbau)
- Material-Bestellung & -Anlieferung
- Brunnen-Bohrung & -Ausbau

Aus „Spar“-Gründen wird der Brunnenbau häufig ohne Probe-Bohrung und mit Dimensionierung & Materialauswahl „aus Erfahrung“ durchgeführt .... !!!

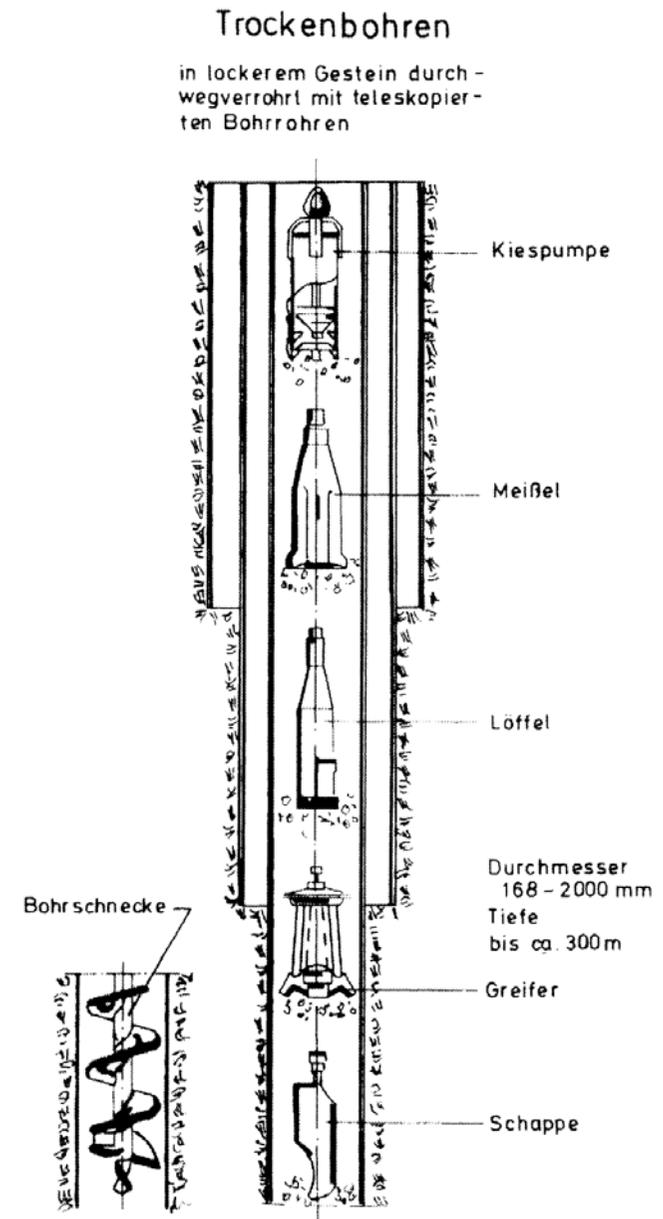
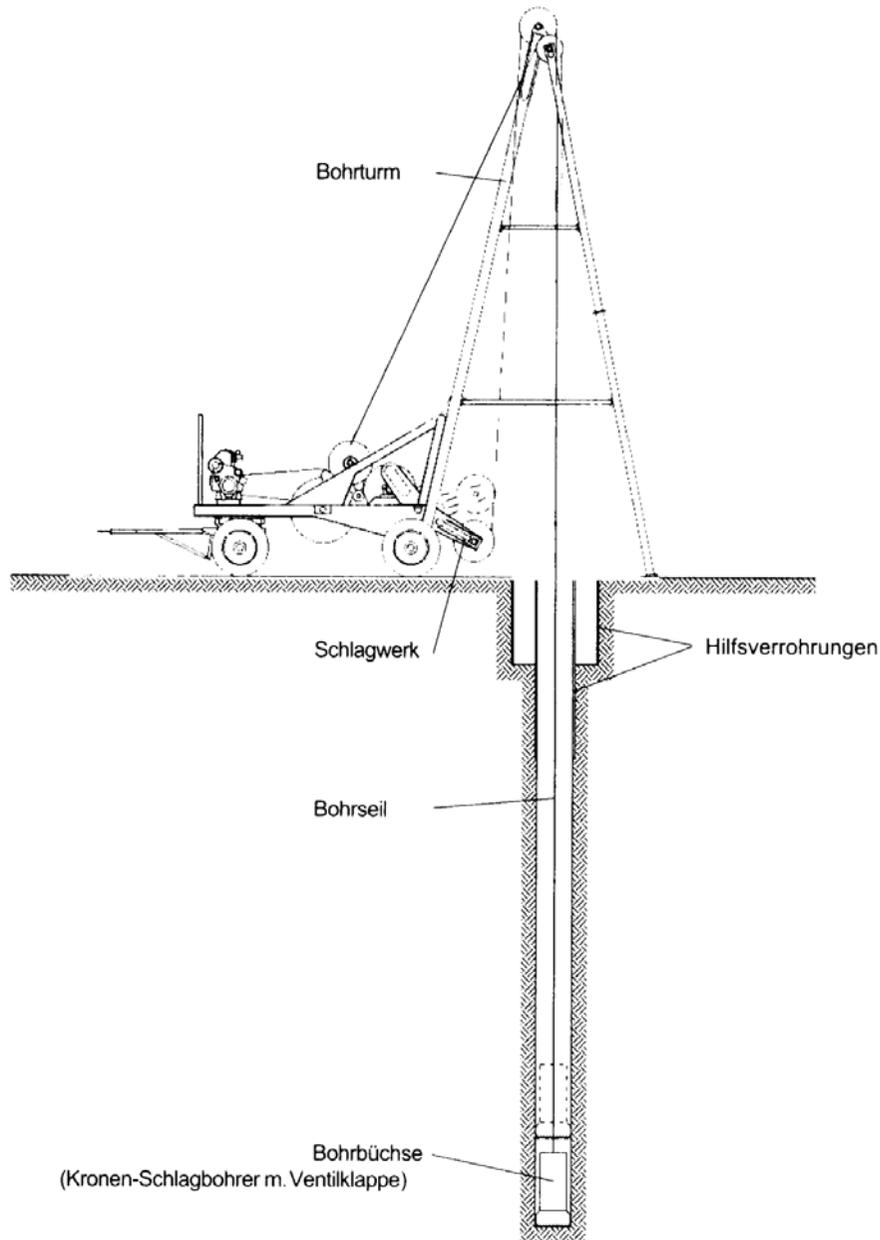


Kernbohrproben in Spezial-Kisten



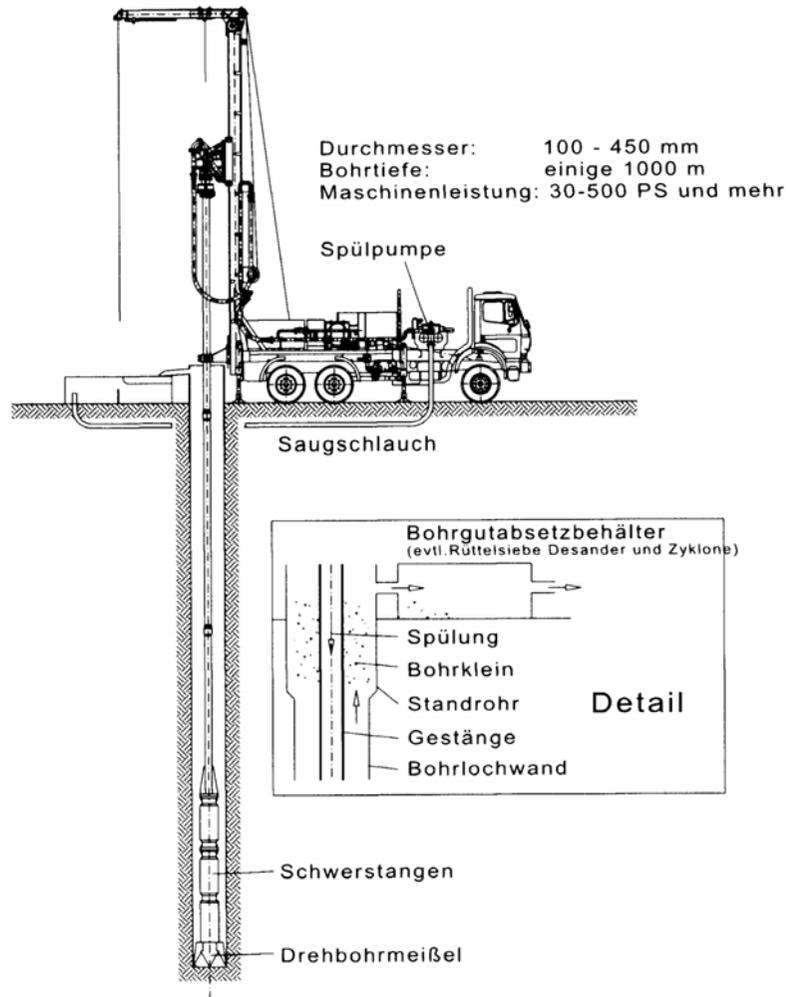
„Bauschild“ zur Information für interessierte Spaziergänger

# Trockenbohrung – diskontinuierliche Bohrgutförderung



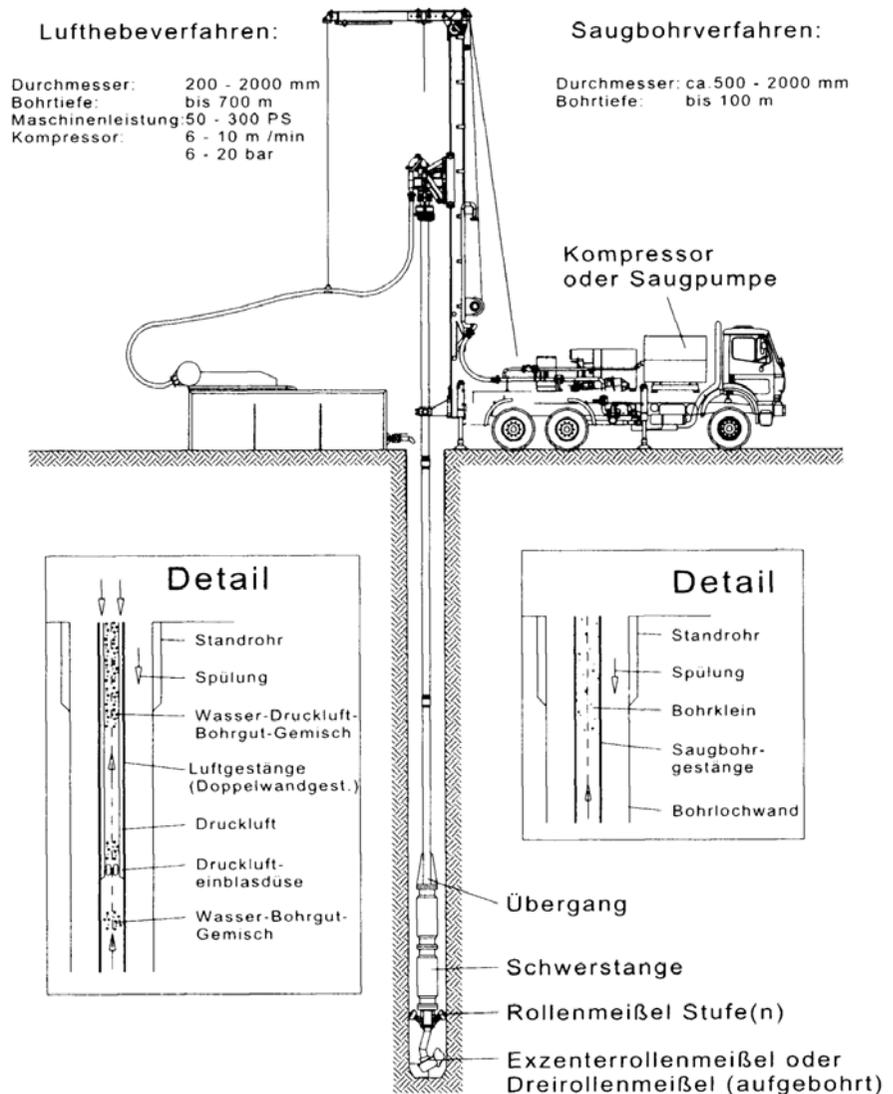
Quelle: W 115 (2008)

Verfahren mit direkter Spülstromrichtung



„direkte“ Spülbohrung  
kontinuierliche Bohrgutförderung  
im Ringraum

„indirekte“ Spülbohrung  
kontinuierliche Bohrgutförderung  
im Bohrgestänge

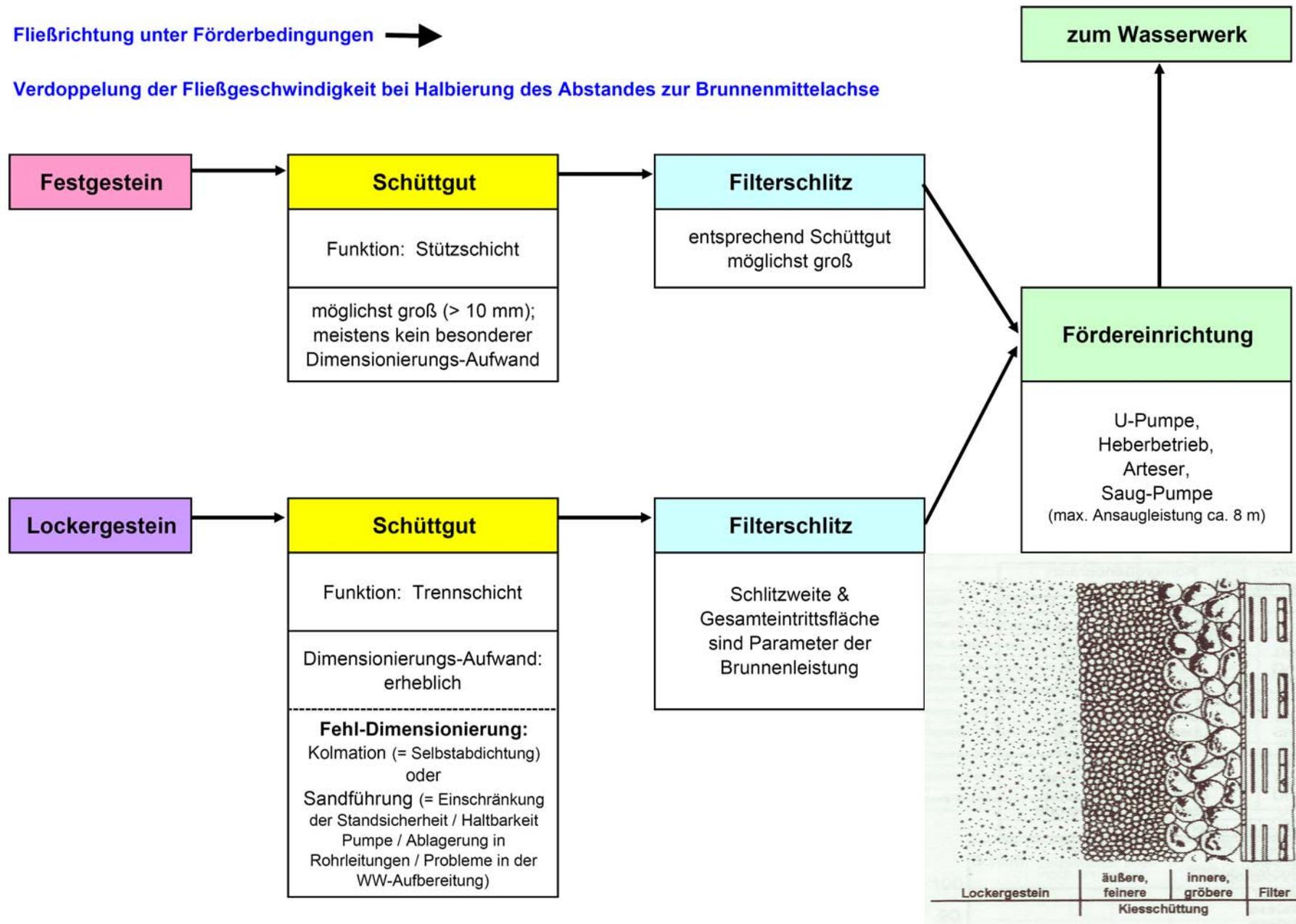


Quelle: W 115 (2008)

# Brunnenausbau / Bedeutung der Schüttgut-Schicht

Fließrichtung unter Förderbedingungen →

Verdoppelung der Fließgeschwindigkeit bei Halbierung des Abstandes zur Brunnenmittelachse



# Brunnenausbau / Bedeutung der Schüttgut-Schicht (2)



3-fach Kiesschüttung mit Steinzeug-Filterrohr

## gebräuchliche Schüttgüter

Sande & Kiese nach DIN 4924

(Anwendung seit 2007) Glaskugeln

**Das Allerwichtigste  
für das Gelingen eines  
Kiesschüttungsbrunnens  
ist die richtige Wahl  
der Kieskörnung.**

Schneider „Die Wassererschließung“ 1988

## gebräuchliche Filterrohrmaterialien und Schlitz-Typen

Edelstahl-Wickeldraht # Schlitzspalt #  $\Sigma$  Fläche i.a. 25 - 30 %

Edelstahl o. Stahl, beschichtet # Schlitzbrücke #  $\Sigma$  Fläche i.a. ca. 15 %

PVC # Schlitzspalt #  $\Sigma$  Fläche i.a. ca. 10 %

### ältere Filterrohrmaterialien:

OBO (Schlitzspalt),  
Steinzeug (überwiegend schräg gestochene Schlitz),  
Kupfer (Schlitzbrücke)  
und Sonstige

**Schüttgut- & Filterschlitz-Dimensionierung & Ausbauqualität  
sind die entscheidenden / irreversiblen Parameter für  
tatsächliche Fördermenge und Brunnenlebensdauer.**

Schüttgut nach DIN 4924



Schüttgut Glaskugeln



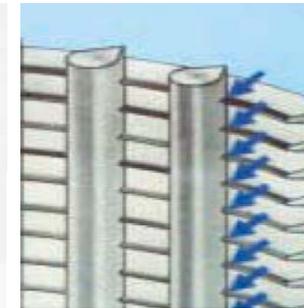
PVC-Querschlitzzung



Schlitzbrücken-Filterrohr



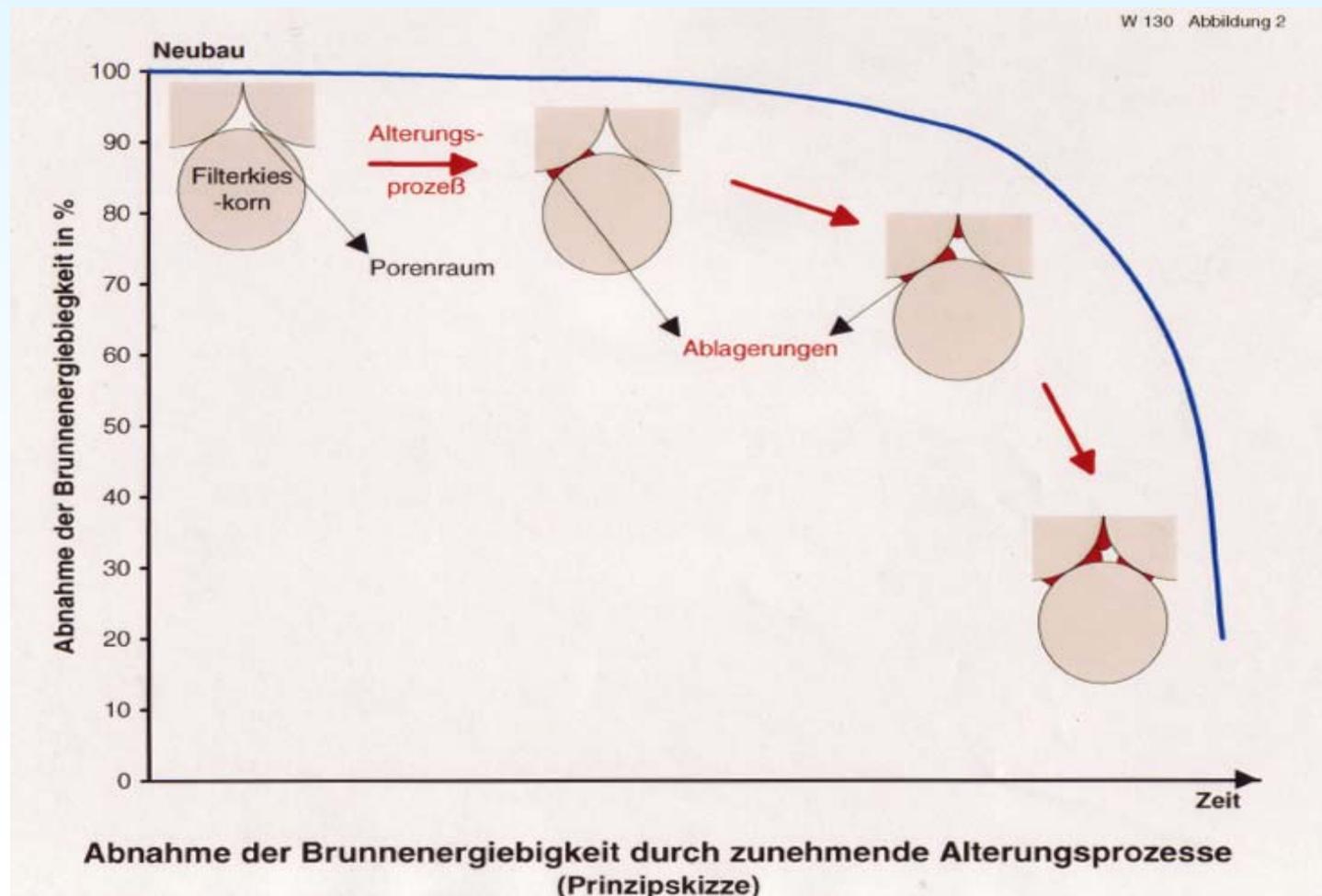
Wickeldraht-Filterrohr



# Brunnenalterung

Mit Brunnen-Inbetriebnahme beginnt die **Brunnenalterung** (= **Leistungsrückgang**).

Dabei werden die Kiesschüttung und die Filterschlitz durch physikalische, chemische und/oder mikrobiologische Vorgänge durchflußmindernd „verstopft“



# Brunnenalterung

## Erscheinungsformen der Brunnenalterung

1. **Verockerung**  
biologische & chemische
2. **Versandung**  
äußere & innere Kolmation, Auflandung, Sandführung
3. **Versinterung**
4. **Verschleimung**
5. **Aluminiumausfällung**
6. **Korrosion**

*Kombinationen der Alterungsarten*



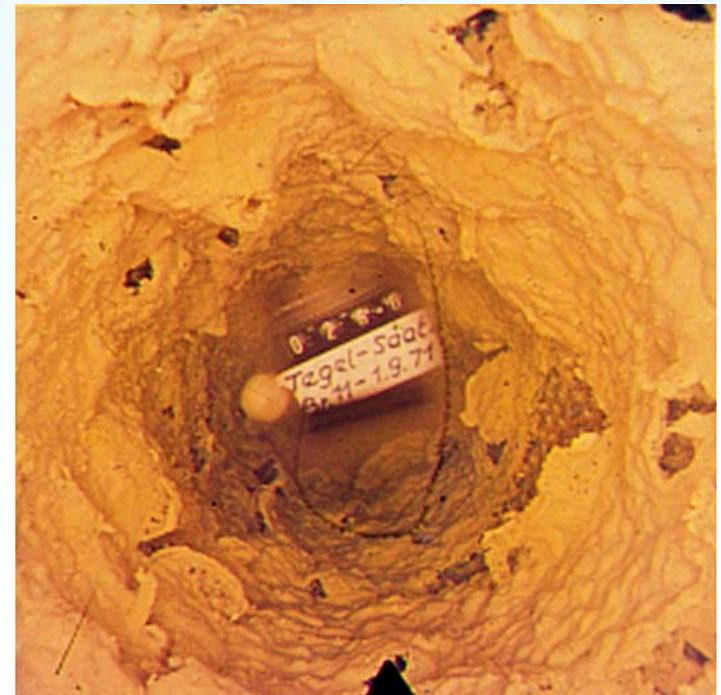
TV-Befahrung mit  
Spezial-Kameras



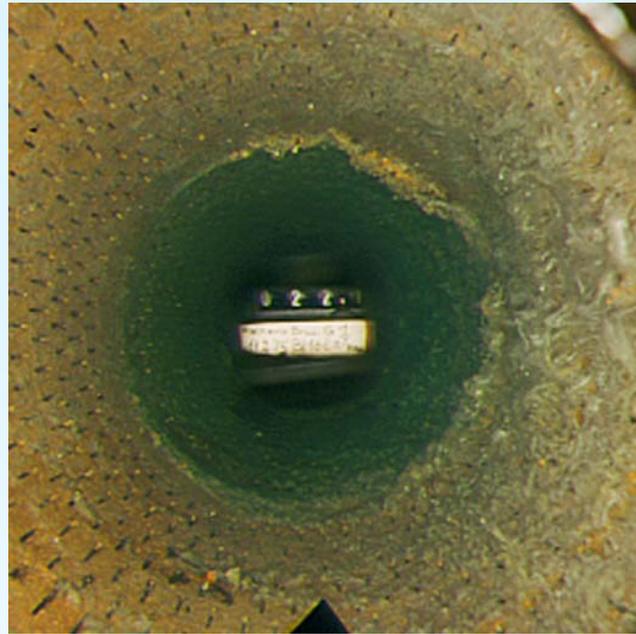
Vorbereitung TV-Kontroll-  
Untersuchung: Ziehen der  
Steigrohre mit Pumpe

Eisen-Ablagerungen  
im Steigrohr

## Brunnenalterung



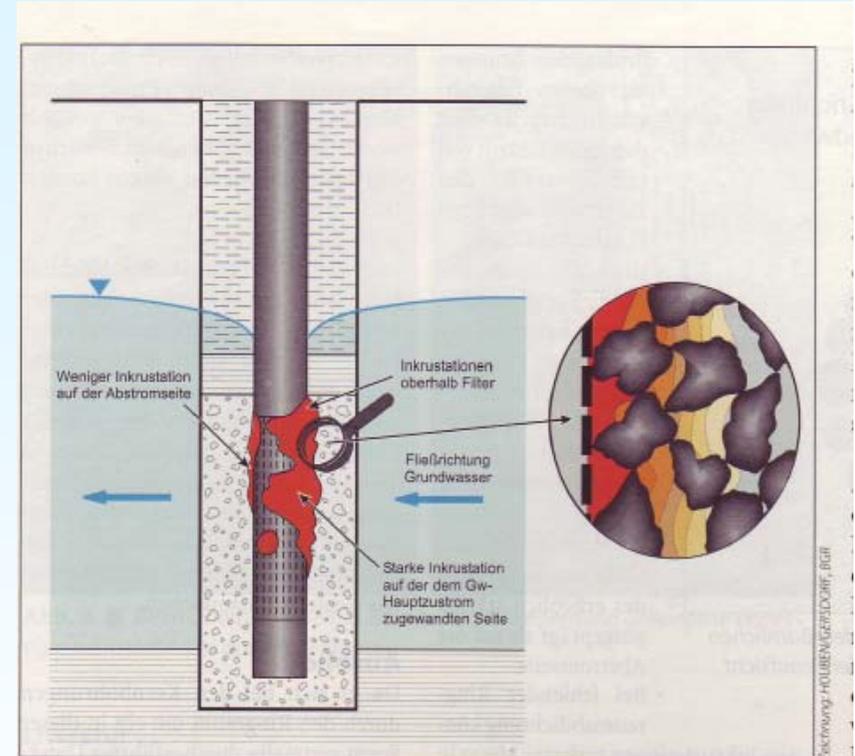
biologische  
Brunnenverockerung



**Beginn einer biologischen Verockerung**  
Steinzeugfilterrohr

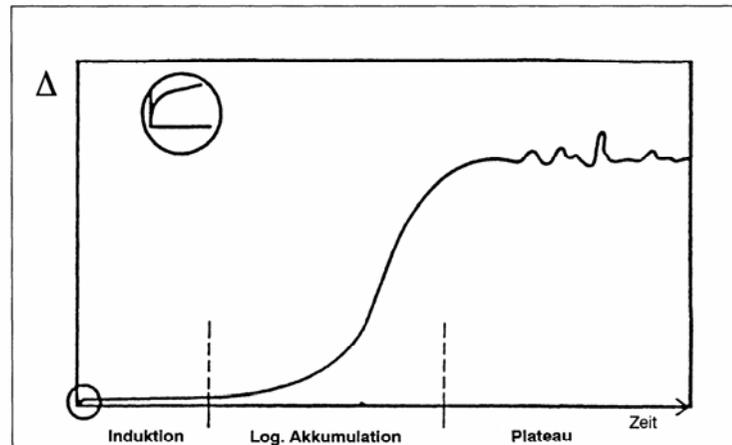
## biologische Verockerung

- häufigste Brunnenalterungsart -



**Schematische Darstellung der räumlichen Verteilung zu Beginn der biologischen Verockerung (rot)**

Quelle: Weihe/Houben, bbr 07.2004

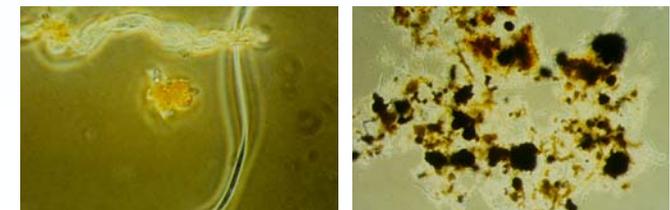


$\Delta$  = Parameter, der die Biofilm-Akkumulation kennzeichnet (Dicke, Zelldichte, Masse pro Fläche etc.).

Die Kurve im Kreis symbolisiert die Primäradhäsion, die nur durch direkte Methoden (z.B. Mikroskopie) erkennbar ist, nicht aber über Strömungswiderstand, Wärmeübergang, Gewichtszunahme o.ä..

## Verlauf der Biofilm-Akkumulation

nach Flemming (1991/1992)



**mikroskopische Betrachtung**

# Brunnenalterungsart „Versandung“

Fehler bei Dimensionierung, beim Brunnenbau / Betrieb und bei Maßnahmen



- äußere & innere **Kolmation**  
(= Selbstabdichtung) – **stark unterschätzt, weil „nicht sichtbar“**
- **Auflandung** – im Brunnensumpf
- **Sandführung** – Probleme für Pumpe, Leitungen und Aufbereitung

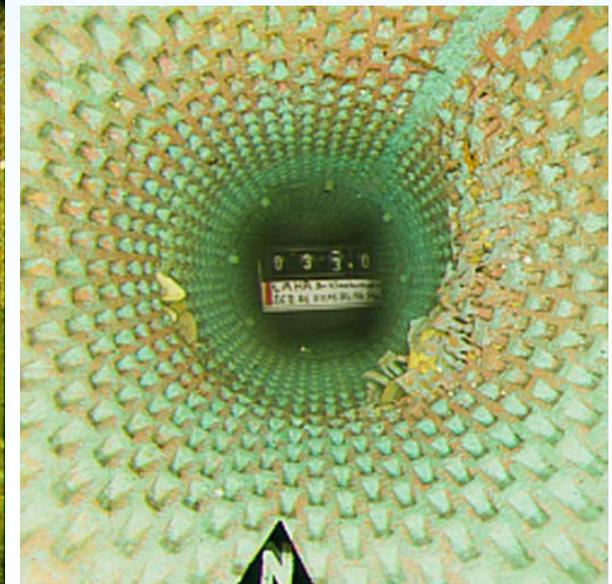
**Auflandung**



**Sandführung**

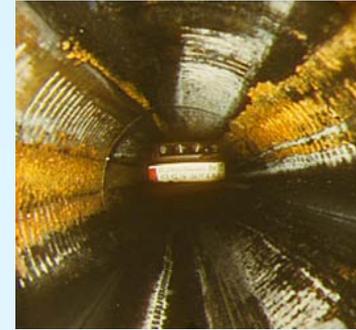


**Filterbruch  
infolge Sandführung**



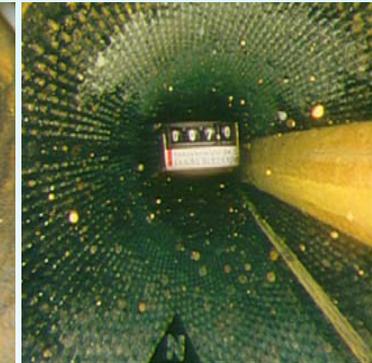
## Versinterung

Ausfällung von Carbonaten;  
als „einzelne“ Alterungsart selten (carbon.  
Festgestein); in Verbindung mit anderen  
Alterungsarten fast immer; wg. nicht-  
dominanter Farbe dabei aber nicht  
erkennbar



## Verschleimung

Ursache schleimbildende Bakterien und  
Pilze; überwiegend bei Uferfiltrat



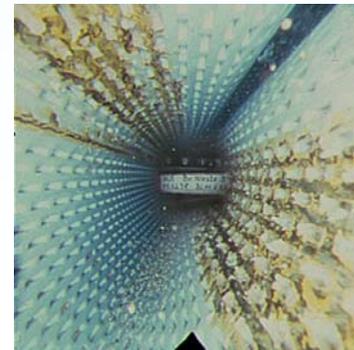
## Aluminiumausfällung

Ausfällungen unter seltenen geologischen  
Bedingungen und bei pH-Wechsel;  
weißlich => Verwechslungsgefahr mit  
Versinterung



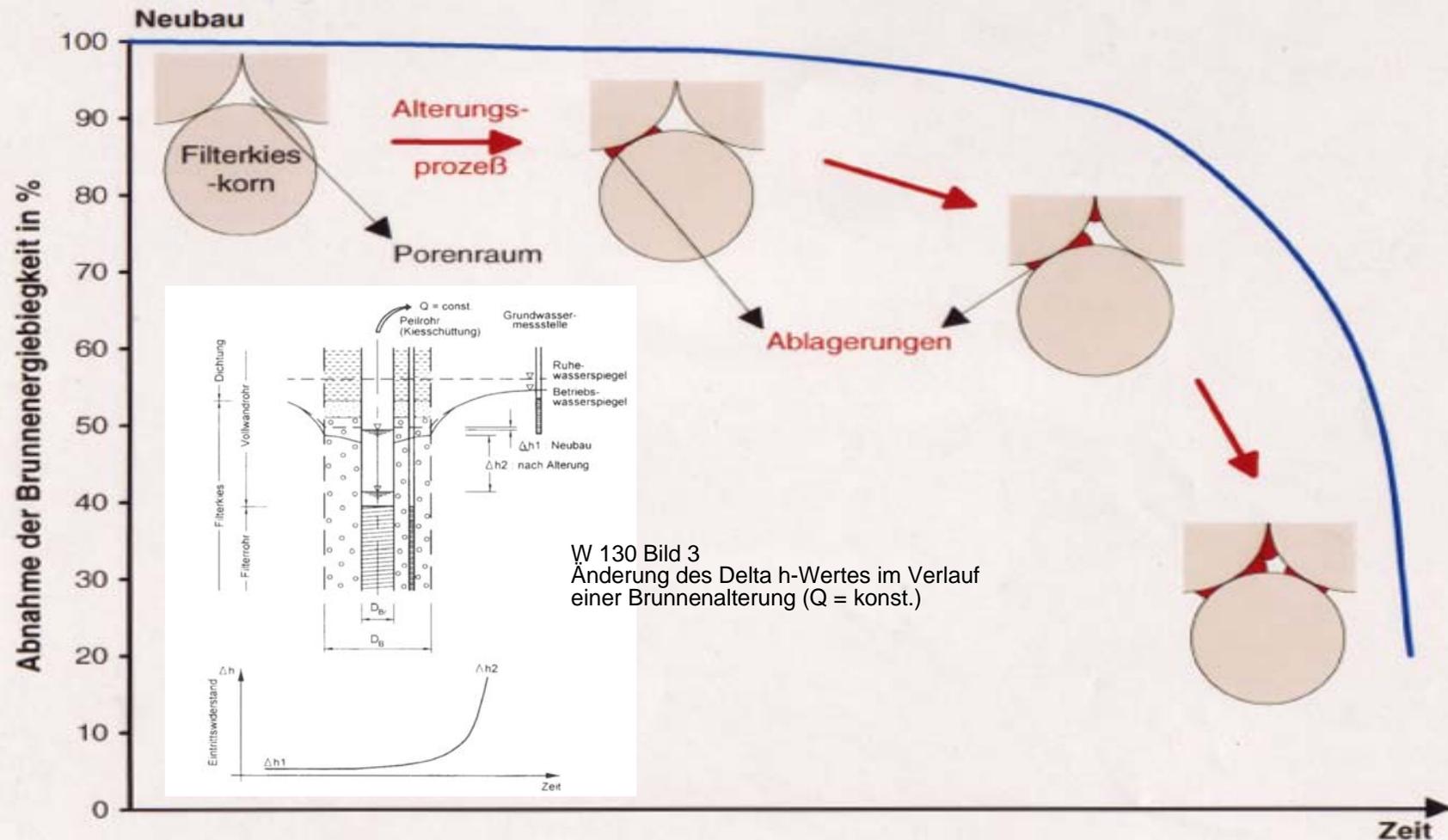
## Korrosion

bei Verwendung ungeeigneter  
Ausbaumaterialien; bis 15-fache  
Volumenvergrößerung; irreversibel



## Methoden zur Feststellung der Brunnenalterung

- **Kamerabefahrung**  
Regenerierfähigkeit (Regenerierung / Sanierung / Neubau) – Regenerierbedürftigkeit (Art, Umfang, Ort) – Aufstellung Regenerierprogramm (mechan. Reg.: Auswahl Verfahren, Kombination der Verfahren, Abschätzung zeitlicher Umfang – chem. Reg.: Regeneriermittelart, Ort, Abschätzung Reg.mittelbedarf & zeitl. Umfang)
- **Geophysik, ausgewählte Messungen**
  - **Zufluß („Flowmeter“)**  
(Vergleich mit Neubau; Ermittlung der reg.bedürftigen Stellen; Beurteilung des Regeneriererfolges)
  - **Porosität**  
(Vergleich mit Neubau; Beurteilung des Regeneriererfolges: Verringerung der Porosität = Setzung)
  - **Bohrlochabweichung**  
zur Überprüfung auf Regenerierfähigkeit
- **Pumptest**
  - **Absenkung**  
(konstante Parameter = Voraussetzung; Vergleich mit Neubau, vorher / nachher, Langzeitvergleich)
  - **$\Delta h$ -Messung**  
(= Differenz WSP Brunnen zu WSP im Peilrohr; nur bei Mehrfach-Kiesschüttungen)
- **Analytik**
  - **mineralogische Untersuchungen**  
zur Feststellung Alterungsart & Alterungsgrad
  - **Objektträger-Test**  
zur Überprüfung, ob der Brunnen zur biologischen Verockerung neigt
- **Sonstiges**
  - **Brunnenakte**  
zur Überprüfung auf Regenerierfähigkeit
  - **Inspektionsprotokolle**  
(Stromaufnahme, Pumpenwechsel)
  - **Aufbereitung**  
nur Brunnen mit Enteisung / Entmanganung neigen zur Verockerung



W 130 Bild 3  
 Änderung des Delta h-Wertes im Verlauf  
 einer Brunnenalterung (Q = konst.)

**Abnahme der Brunnenergiebiegkeit durch zunehmende Alterungsprozesse (Prinzipiskizze)**

### W 130: Zeitpunkt der Regenerierung

Je früher eine Regenerierung durchgeführt wird, desto größer ist der Erfolg und umso niedriger sind auch die Kosten.

Bereits bei 10 % Leistungsrückgang ist ein fortgeschrittenes Alterungsstadium erreicht und die Regenerierung erfordert einen hohen technischen Aufwand und somit hohe Kosten.

# Brunnenregenerierung (W 130)

„Wiederherstellung der (annähernd) ursprünglichen Brunnenleistung durch Entfernung der leistungsmindernden Ablagerungen aus den Filterschlitzten und dem Brunnen-Ringraum (Kiesschüttung).“

## Funktions-Prinzip

**Trennung**  
**Austrag**  
**Kontrolle**



## Trennung

durch mechanische Verfahren  
durch chemische Verfahren (bei Bedarf / nach mechan. Reg)

## Austrag

gleichzeitig durch geeignetes Abpumpen

## Kontrolle

mechanisch: durch Messung des Feststoffaustrages  
chemisch: durch Messung der Zunahme der Lösungskonzentration

Anmerkungen:

- „massiver“ Wettstreit der Anbieter um das „beste“ Verfahren
- Regenerier-Ergebnisse nicht immer gut / zufriedenstellend

# Brunnensanierung (W 135)

„Vorbereiten und Durchführen baulicher Maßnahmen zur Verbesserung bzw. Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit von Brunnen.“

## Technische Gründe

- unwirksame Ringraumabdichtungen
- undichte Rohrverbindungen
- Korrosion
- Beschädigung der Beschichtung, Abplatzungen, Risse, Brüche
- Sandführungen
- Veränderung der Wasserchemie

+ **wasserrechtliche & örtliche Gründe**

## Sanierungsmaßnahmen

- Einschubverrohrung
- Teilverfüllung
- Neuverfilterung
- Ringraumnachdichtung durch Überbohren, Perforation, Injektion
- Sanierung Abschlußbauwerke

+ **Rückbau**

Sanierungsmaßnahmen sind immer durch umfassende Vor-Untersuchungen sowie Kontroll-Messungen zu begleiten.

Anmerkungen: Brunnensanierungsmaßnahmen stellen teilweise nur eine Übergangslösung bis zu einem notwendigen Brunnen-Neubau dar.

## Brunnensanierung (W 135) Brunnen-Rückbau

- **Grundsätzliche Forderung**

Wiederherstellung der Trennschichten (Schutz des Grundwassers)

Kosten Rückbau können Neubau-Kosten übersteigen (selten), wenn ungenügende Sperrschicht-Abschnitte im Ringraumbereich beim Brunnenneubau eingebaut wurden.

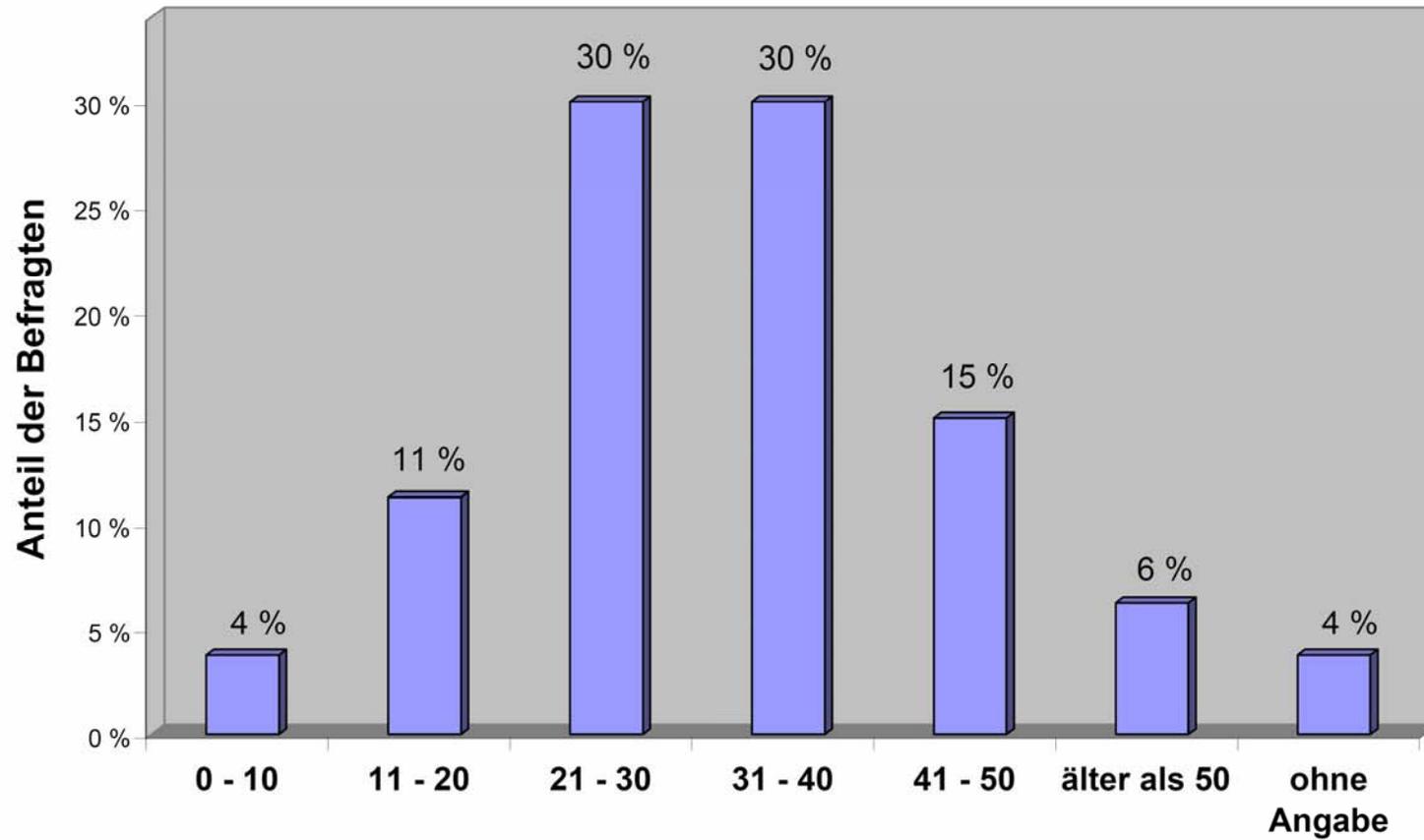
- **Alternativen zum Rückbau**

Überbohrung für Ersatz-Brunnen  
(weniger / keine Probleme für Genehmigung im Vergleich zum Neubau)

Umbau für geothermische Nutzung

- **keine Alternative:** ungenutzt „Stehen-lassen“

# Brunnen - „Haltbarkeit“



**durchschnittliche Brunnen-Lebenszeit (Jahre)**

DVGW-Umfrage bei dt. WVU, 2009 – 400 Fragebogen, Rücklauf ca. 26 %

**Abschreibungszeitraum „Brunnen“: i.a. 25 Jahre**

Quelle: BWB 2009; überarbeitet

# Sicherheit bei der Begehung von Brunnenvorschächten

**Bei allen Arbeiten am Brunnen sind die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften bei der Begehung des Brunnenvorschachtes zu beachten !**

**An Öffnungen müssen  
an gut sichtbarer Stelle  
Warnhinweise angebracht sein.**



bbr 1965  
**Berichte über Brunnengasunfälle**

**Wieder ein Todesfall**  
Der BERLINER MORGENPOST vom 21. April 1966 entnehmen wir folgende Meldung:  
Brunnenbauer starb bei der Arbeit  
In einem Tiefbrunnen in der Rathenower Straße 79a

**Serta/Portugal 1960: Sechs Tote im Brunnen.**

**Neun Todesopfer bei einer Brunnenreparatur**

**Wuppertal 1950: Kohlensäure in einem gereinigten Brunnenschacht.**

**Frankenthal 1961: Regenerieren eines Horizontalfilterbrunnens.**

**Wilhelmshaven 1937: Schwefelwasserstoff im Schacht eines Bohrbrunnens.**

treten dieses heimtückischen Gases rechnen müssen!

**Heide (Holstein) 1941: Regenerieren eines Bohrbrunnens mit Salzsäure.**  
Bei der Reinigung

(an den Regierungspräsidenten Schleswig vom 26. 8. 1941.)

**Oppershofen 1953: Sprengschwaden im Brunnenschacht.**

genossenschaft Frankfurt. S. 23.)

n tiefer Schachtbrun-

**Piacenza 1957: Auspuffgase im Brunnenschacht.**

Hier ereignete sich in  
Unfall, dem vier Mensch

rischen Bau-Berufsgenossenschaft, München.)

**Heilbronn 1951: Einblasen von Sauerstoff in den Brunnenschacht.**

## Bei allen Arbeiten am Brunnen sind die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften bei der Begehung des Brunnenvorschachtes zu beachten !

### Gasentwicklung z.B.

- durch Eintritt aus dem Erdreich
- durch Brunnenbetrieb
- bei chemischer Regenerierung

**Lebensbedrohliche Ansammlung der Gase am Boden der Brunnenstube,**  
da viele Gase schwerer sind als Luft.

Berufsgenossenschaftliche  
Regeln für Sicherheit und  
Gesundheit bei der Arbeit

BGR 117

BG-Regeln

Arbeiten in Behältern  
und engen Räumen

vom Mai 2003  
Aktualisierte Fassung April 2004

Fachausschuss  
„Chemie“  
der BGZ

BGFE  
Berufsgenossenschaft  
der Feinmechanik  
und Elektrotechnik

## BGR 117 Zusammenfassung

1. Vor Beginn der „Arbeiten in Behältern und engen Räumen“ hat der Unternehmer oder sein Beauftragter einen **Erlaubnisschein** auszustellen, in dem die erforderlichen Schutzmaßnahmen festgelegt sind.

2. Der Aufsichtführende, der Sicherungsposten und – sofern vorhanden – der Verantwortliche eines Auftragnehmers (Fremdunternehmen) haben **durch Unterschrift** auf dem Erlaubnisschein die Kenntnis über die festgelegten **Maßnahmen** zu **bestätigen**.

3. Der Erlaubnisschein kann durch eine **Betriebsanweisung** ersetzt werden, **wenn immer gleichartige Arbeitsbedingungen bestehen** und gleichartige wirksame Schutzmaßnahmen festgelegt sind.

## Sicherheit bei der Begehung von Brunnenvorschächten Freimessung



# Sicherheit bei der Begehung von Brunnenvorschächten

## Absaugen von Brunnengasen



4-facher Luftaustausch vor der Begehung ersetzt Freimessung

## Sicherheit bei der Begehung von Brunnenvorschächten

### Beispiele Arbeitsschutz



*Sicherer Halt bei Ein-Ausstieg*



*Aufsichtsführender über Tage*

# Zusammenfassung

- Brunnen-Bauformen, -Ausbau und -Leistung vom Standort abhängig  
=> starke Unterschiede
- Ausbau-Bedingungen wegen ihrer Lage („Loch in der Erde“) nur schwer erkennbar / (mit Aufwand) meßbar – Interpretationen teilweise unterschiedlich
- schwer bzw. nicht berechenbare Alterungsvorgänge (= Leistungsrückgang)
- Brunnen haben eine „Lebenszeit“, die generationsübergreifend ist; daher sind Bau, Betrieb und alle Maßnahmen umfassend zu dokumentieren.
- Der „billigste“ Anbieter ist nicht immer der Beste; DVGW W 120 – zertifizierte Firmen sind prä-qualifiziert; Ingenieurbüros sichern die bauwerkliche Qualität und die mögliche Förder-Quantität; Behördliche Genehmigungen / Auflagen schützen die Ressource.

## Bedeutung Brunnen

- ca. 80 % der öffentlichen Wasserversorgung wird aus Brunnen gefördert
- das Invest.volumen für Brunnen beträgt „nur“ 1 – 2 % der Gesamt-Investitionen p.a.

⇒ **Schenken Sie Ihren Brunnen mehr Aufmerksamkeit, denn „Brunnen sind ein wichtiger Bestandteil der Wasserversorgung“ !**



*Wissen ist Macht*

*Kompetenz ist Erfahrung*



## Vortrags-Folien in Farbe zum Download unter [www.ibb-berlin.de](http://www.ibb-berlin.de)

zur Vertiefung Die nächsten Fortbildungen „Brunnenregenerierung“

### Kontrollen und Maßnahmen zur Qualitätssicherung auf Baustellen bei Brunnenregenerierarbeiten

**05.05.2010**  
**15.09.2010**

Bau ABC Rostrup, Bad Zwischenahn  
Mainz

**Veranstalter:**  
**Zielgruppe:**  
**Referent:**

DVGW-Berufsbildungswerk  
Fachpersonal / Mitarbeiterschulung  
Kerry F. Paul

*Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit !*