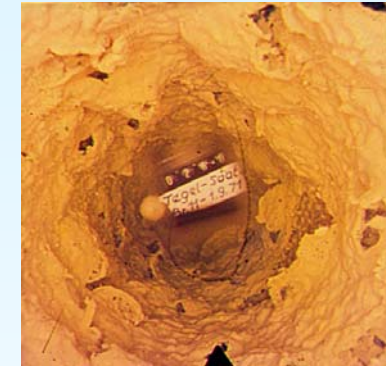
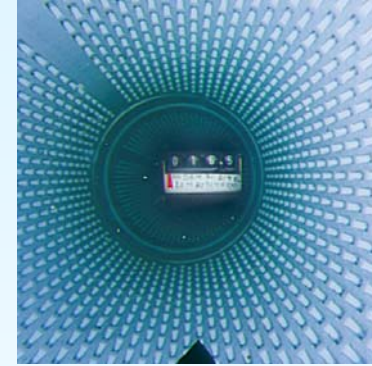


DVGW-Berufsbildung
14.Vorarbeiter-Weiterbildung
Meister-Erfahrungsaustausch 2010

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**

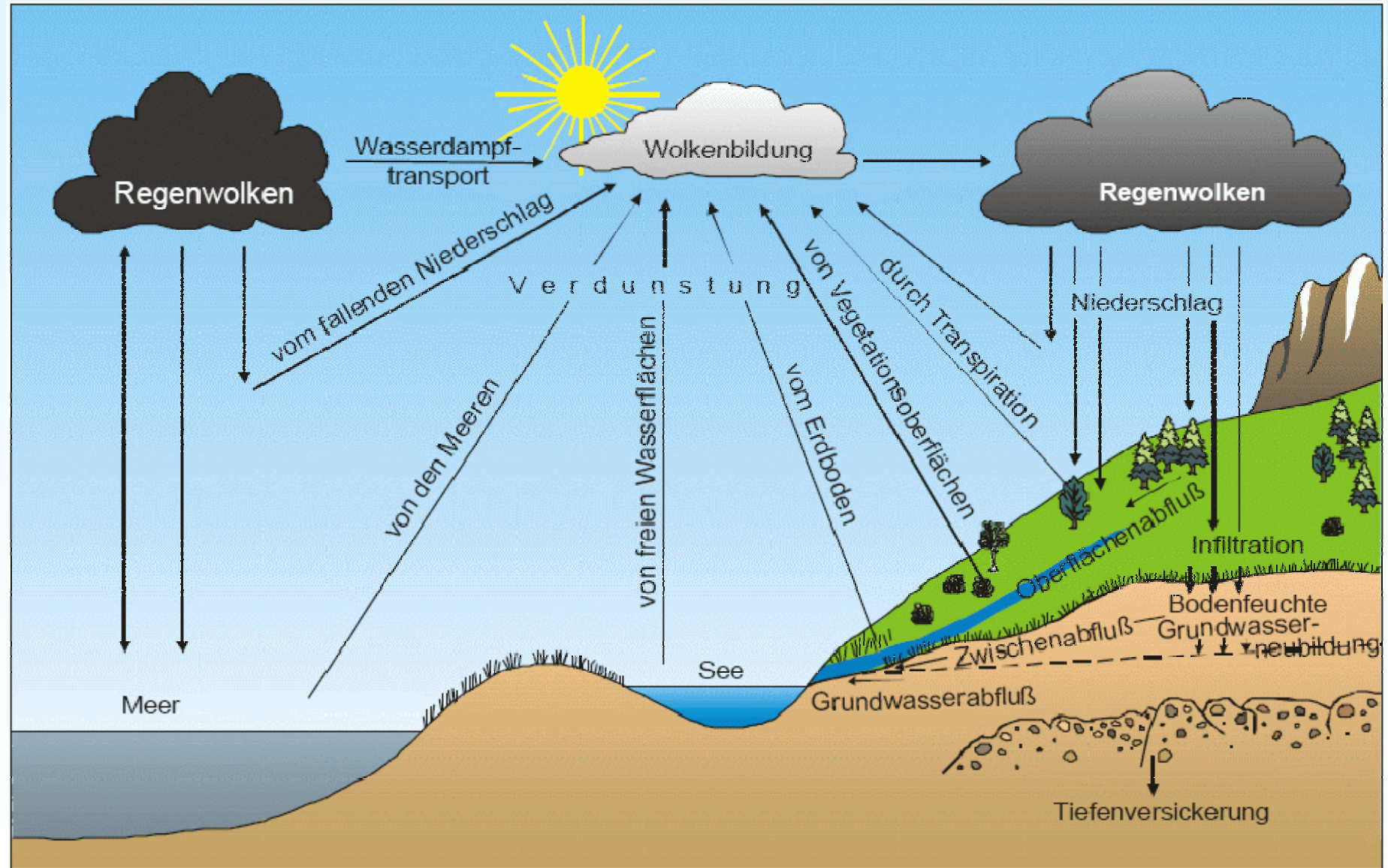
- Studium Technischer Umweltschutz, TU Berlin
Schwerpunkt „Wasserreinhaltung“
- seit 1971 im Bereich Brunnenuntersuchung tätig;
ab 1976 auch Brunnenregenerierung;
ab 1991 auch Planung & Bauleitung Brunnenbau
- seit 1989 Geschäftsführer der
IBB Ingenieur- und Beratungsbüro für
Brunnenbetriebstechnik und –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 Entanden
- 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

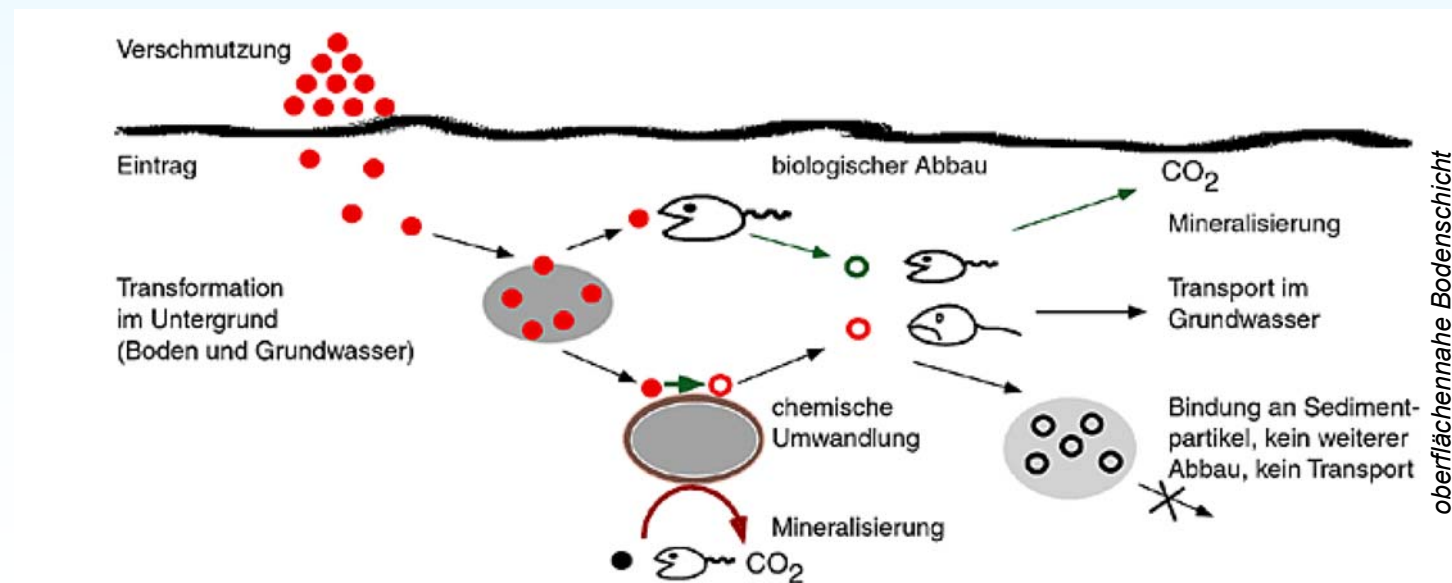
Stoffe, die durch Versickerung in den Boden und ins Grundwasser eingetragen werden, können dort durch Mikroorganismen umgewandelt und abgebaut werden.

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 O_2 -Zehrung

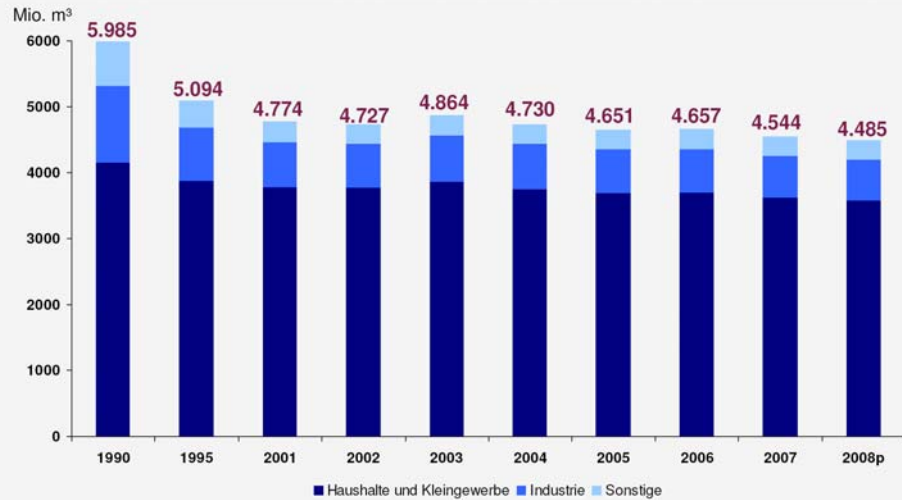
Die O_2 -Zehrung stellt eine Veränderung der Milieubedingungen für aerobe Bakterien dar und führt zu deren Reduzierung, in günstigen Fällen bis zur vollständigen Abtötung pathogener Keime.



**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

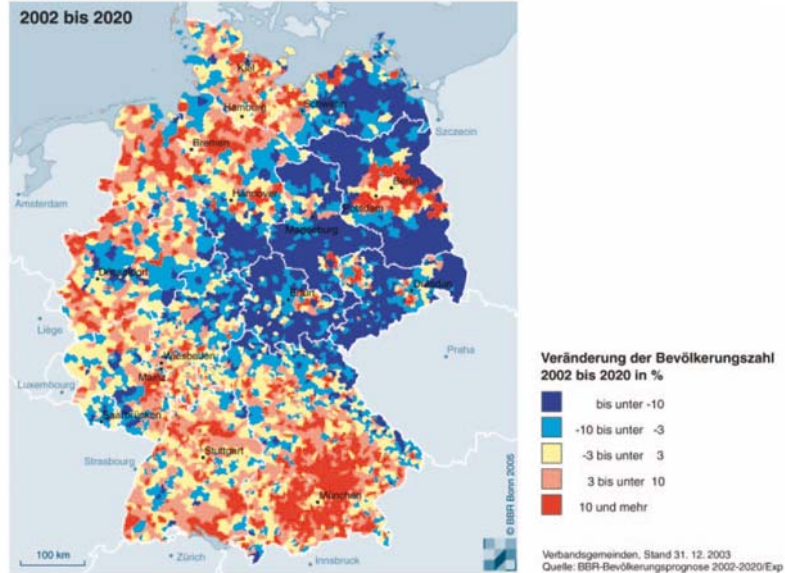
18.11.2009

Wasser-Fakten

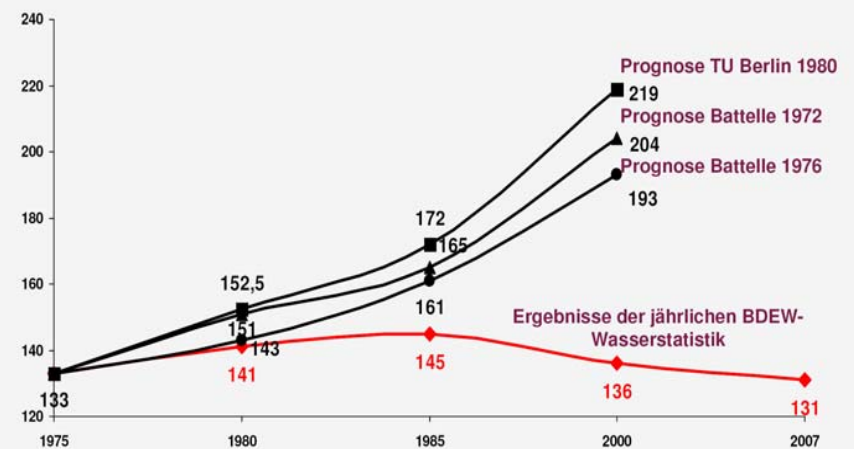
Daten und Informationen zur öffentlichen Wasserversorgung

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



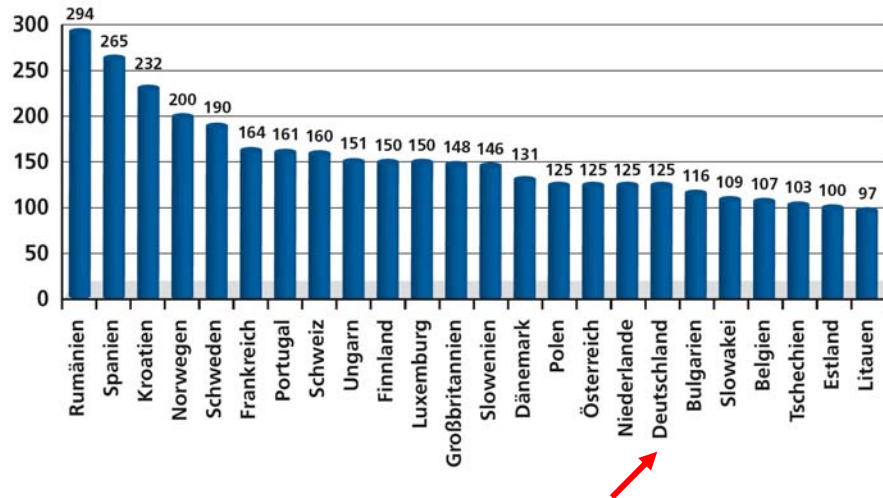
BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.

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

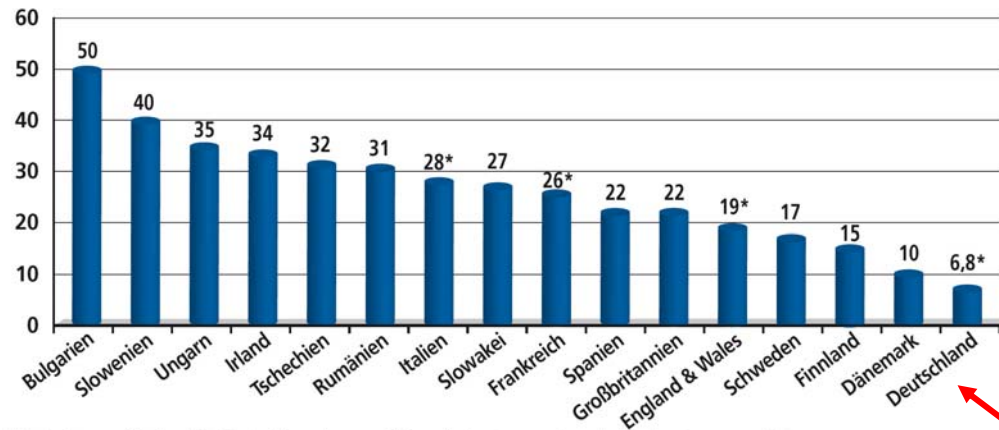
In den einzelnen Ländern werden unterschiedliche Verbrauchsstrukturen (mit / ohne Landwirtschaft) herangezogen und sind unterschiedliche Hygienestandards vorhanden.

Wasserverluste

Konsequente Überwachung & Instandhaltung führen zu gutem Rohrnetzstatus.

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

Angaben in Prozent



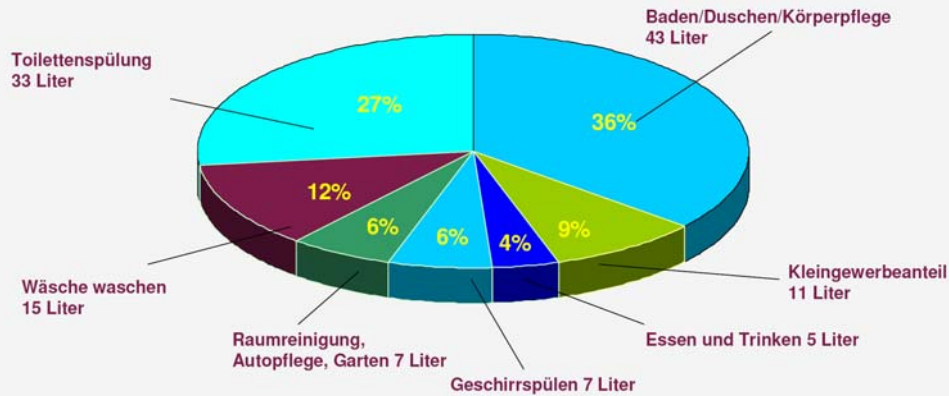
*Entnahmen für betriebliche Zwecke und Brandschutz werden als Verluste gewertet.

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

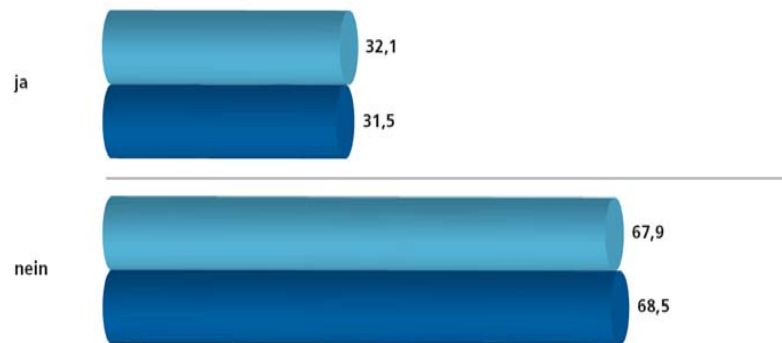
01.12.2009

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 m³) Trinkwasser?

Angaben in Prozent



Quelle: BDEW-Kundenbarometer 2007

Tatsächlicher Preis:

2007 = 1,85 €/m³

2005 = 1,81 €/m³

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 m³ = € 10,22

tatsächlicher Preis pro m³ = € 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 m³) Abwasser?



Quelle: BDEW-Kundenbarometer 2007

Tatsächliche Gebühr:

2005 = 2,28 €/m³

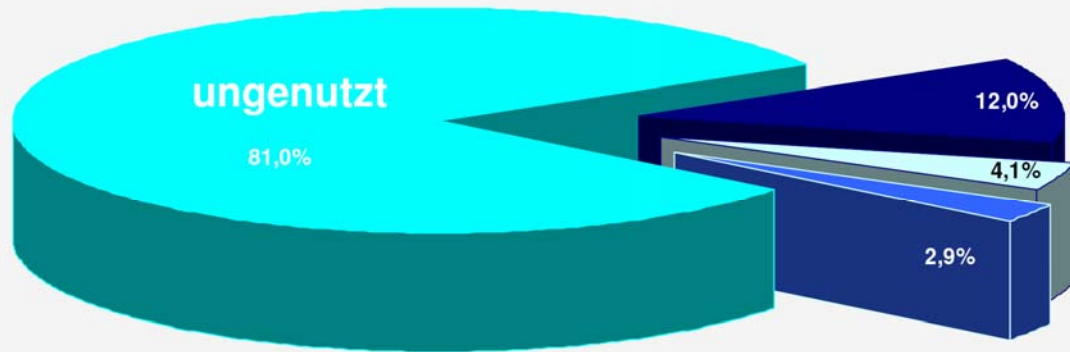
Studie 2007 n=1.000 o=4,98 €

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

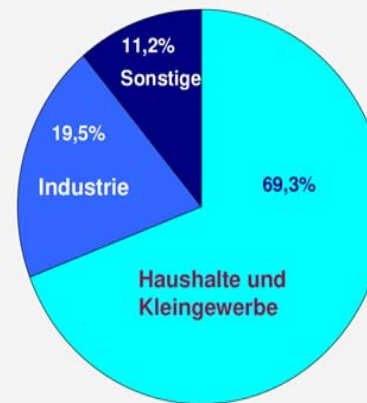
BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.

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

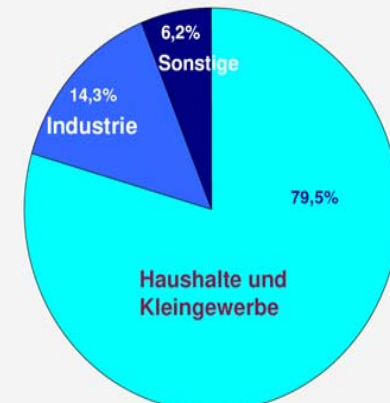
Kreuzvergleich Wassernutzung in Deutschland

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



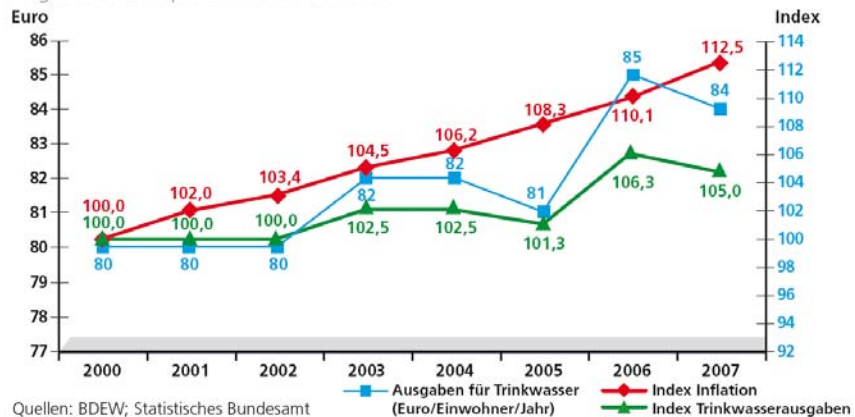
1990



2006

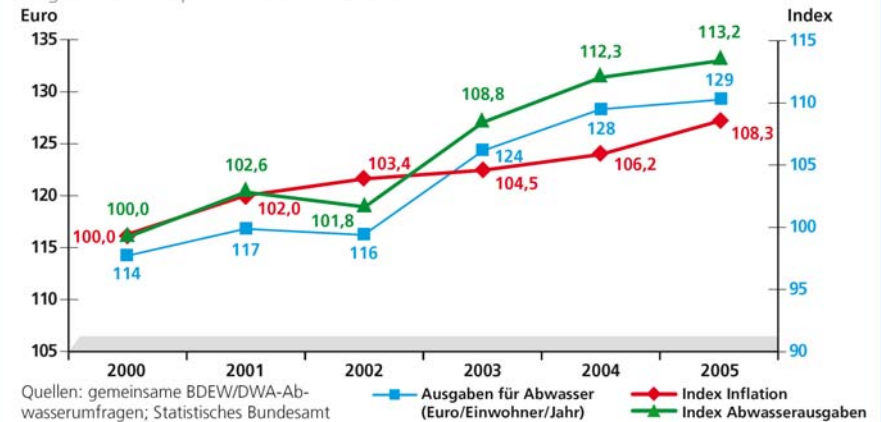
Jährliche Ausgaben des Kunden für Trinkwasser im Vergleich zur Inflation

Angaben in Euro pro Einwohner und Jahr



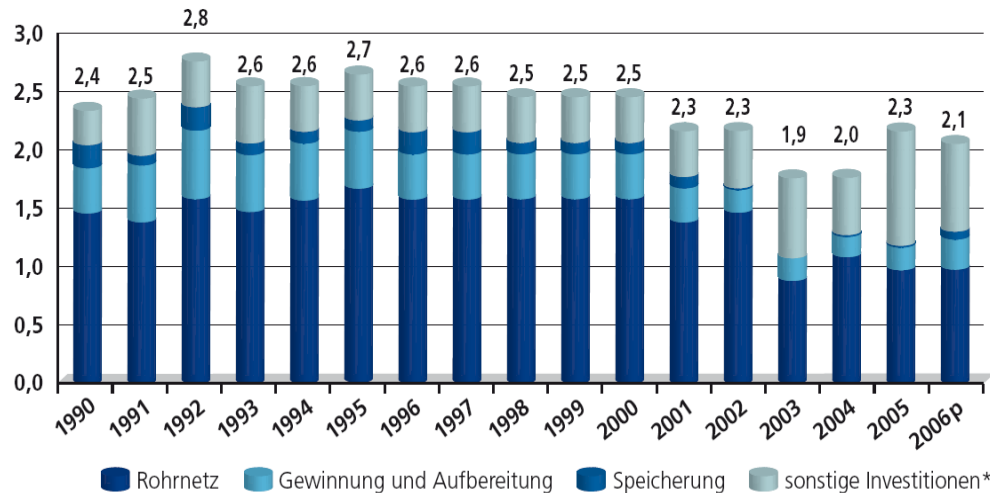
Jährliche Ausgaben des Kunden für Abwasser im Vergleich zur Inflation

Angaben in Euro pro Einwohner und Jahr



Entwicklung der Investitionen 1990 bis 2006 in der öffentlichen Wasserversorgung

nach Anlagebereichen in Mrd. Euro



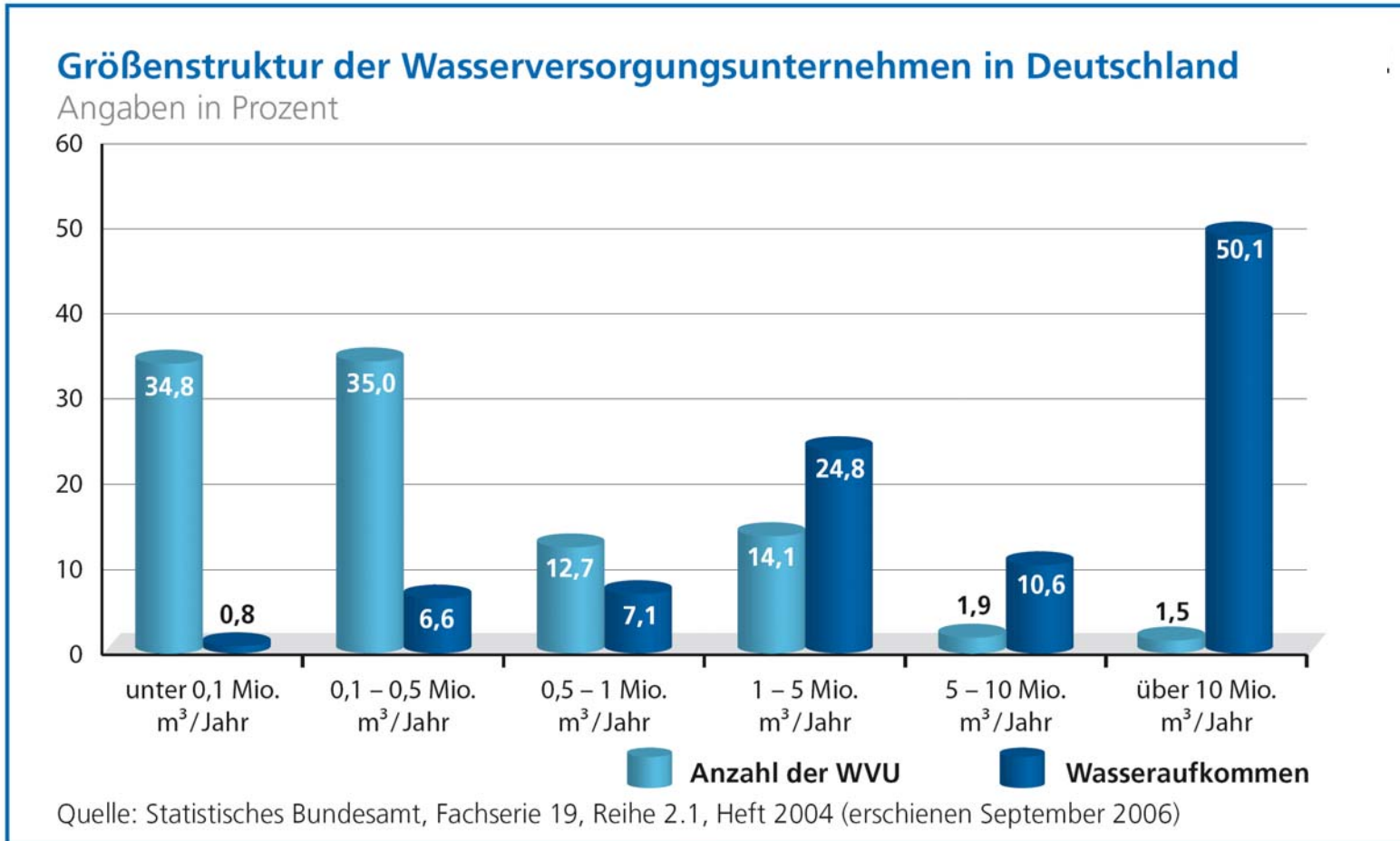
* sonstige Investitionen = Zähler und Messgeräte sowie Investitionen, für die keine Aufteilung nach Anlagebereichen vorliegt

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.**



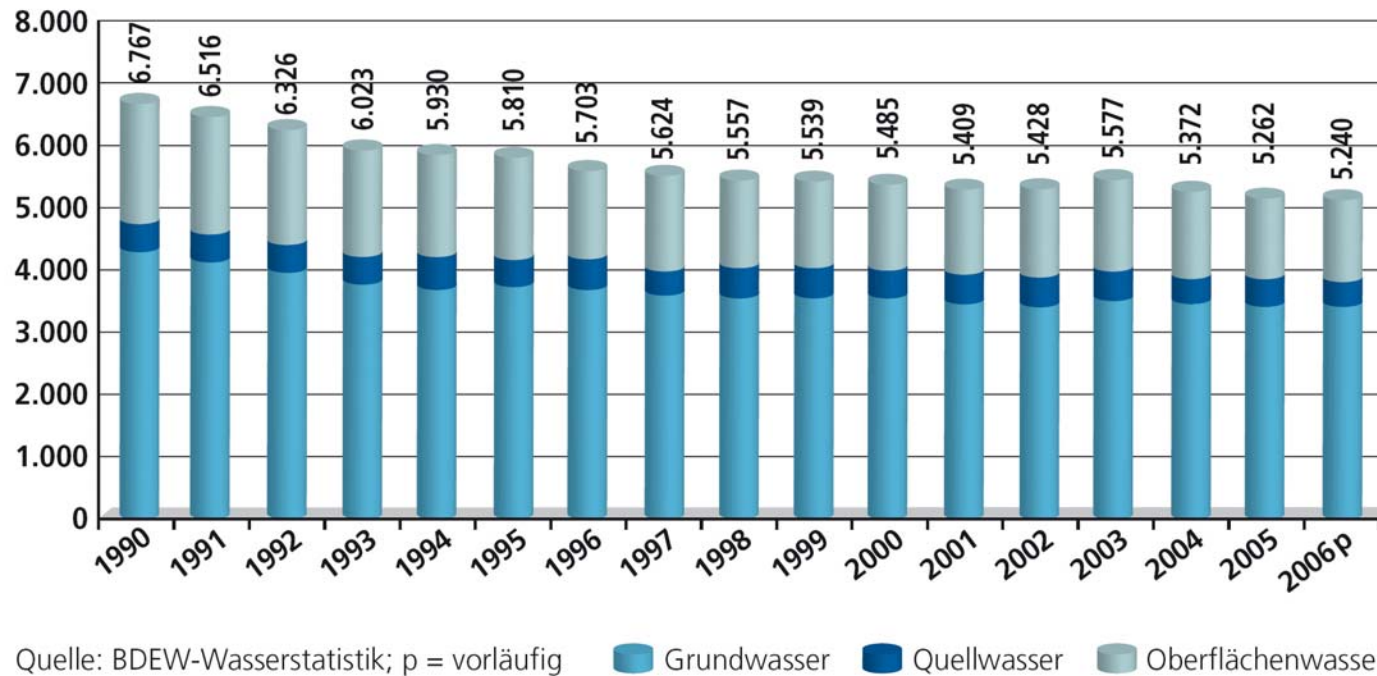
Vergleich WVU-„Produktion“

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

Σ ca. 6.500 Unternehmen

Entwicklung der Wasserförderung für die öffentliche Trinkwasserversorgung in Deutschland

Angaben in Mio. m³



Definition „Oberflächenwasser“

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

2007: Σ 5,127 Mrd m³

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

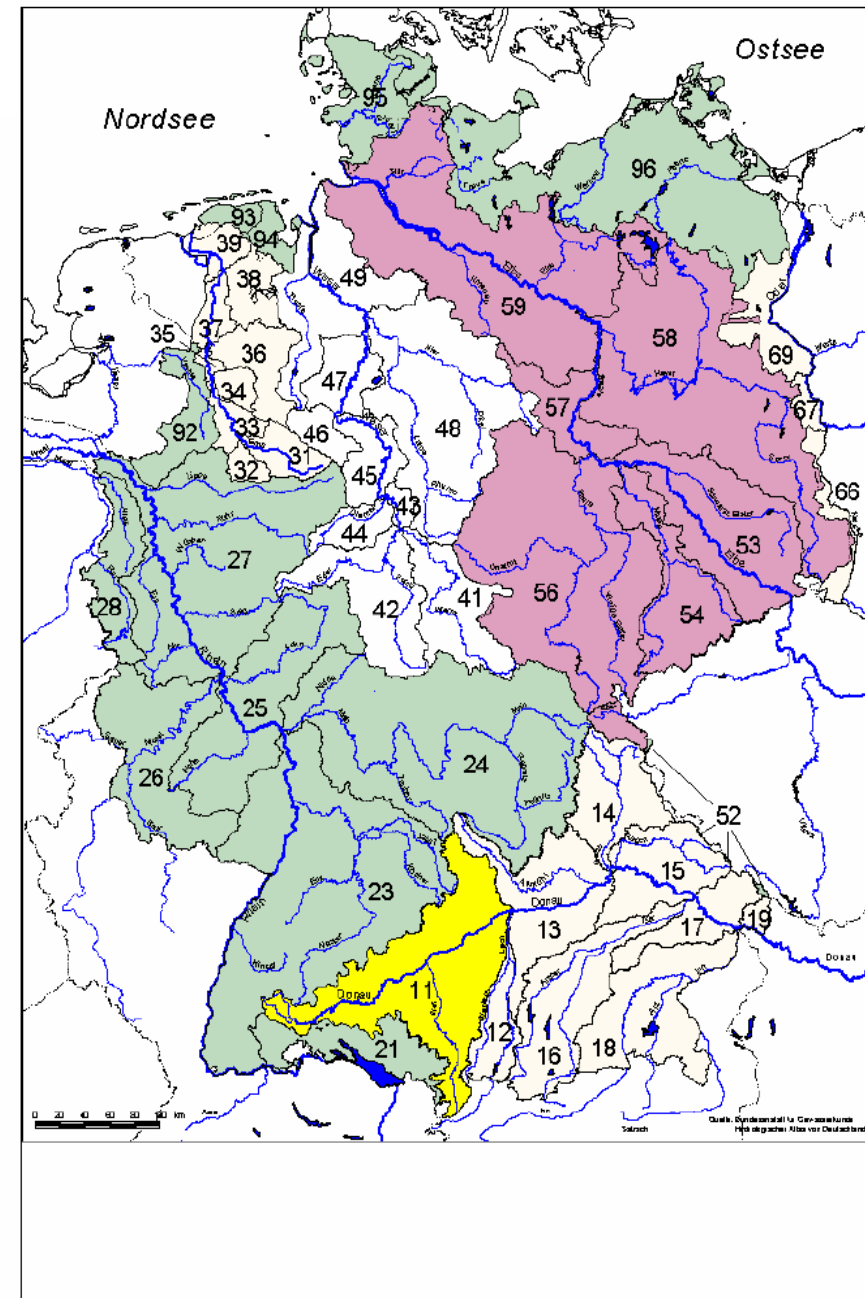
Brunnen = „echtes“ GW + Uferfiltrat + angereichertes GW
Oberflächenwasser = FlussW + SeeW + TalsperrenW

„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 Σ 5,127 m³

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 %	78,6 %

Anzahl Brunnen ?

2007 öffentl. Wassergewinnung Σ (m ³)	5,127 E+09
Anteil Wassergewinnung aus Brunnen	78,6 %
Anzahl Brunnen (geschätzt)	200.000

==> Fördermenge je Brunnen

pro Jahr (m ³ /a)	20.149
bei Betrieb 12 Std. pro Tag (m ³ /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

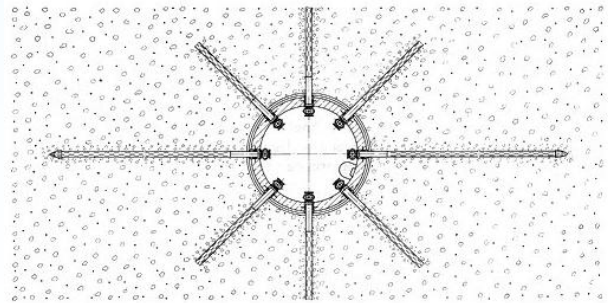
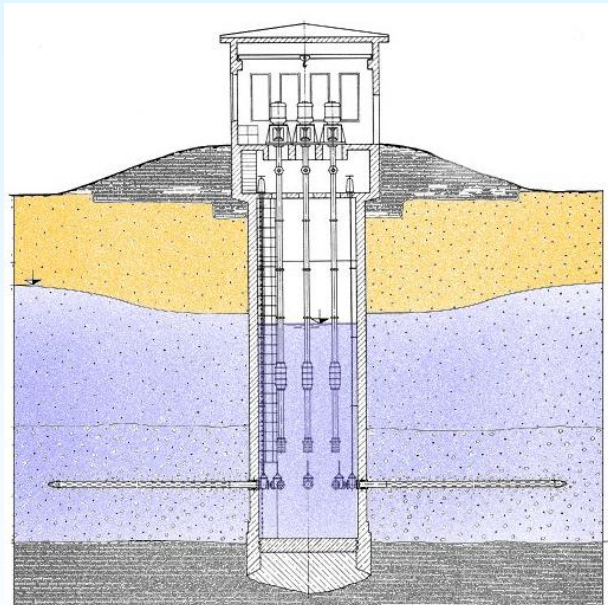
dreidimensionale Schutzgebietenbetrachtung

- 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)



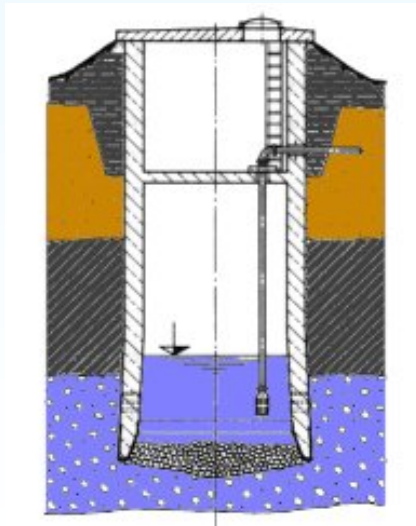
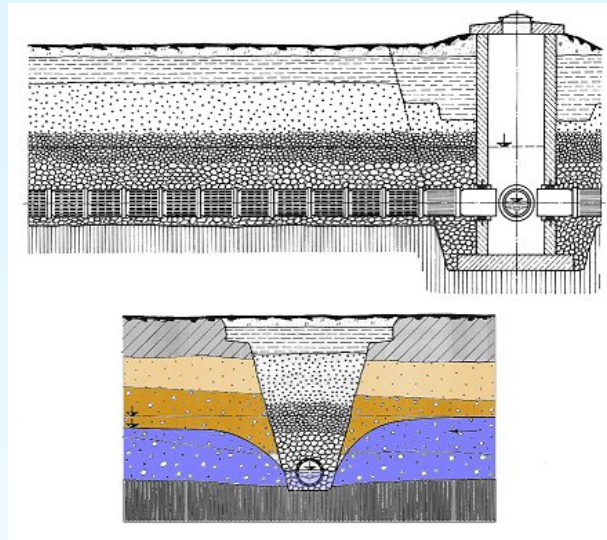
Notfall-Pläne ausarbeiten !

Bauformen von Brunnen / Bohrverfahren



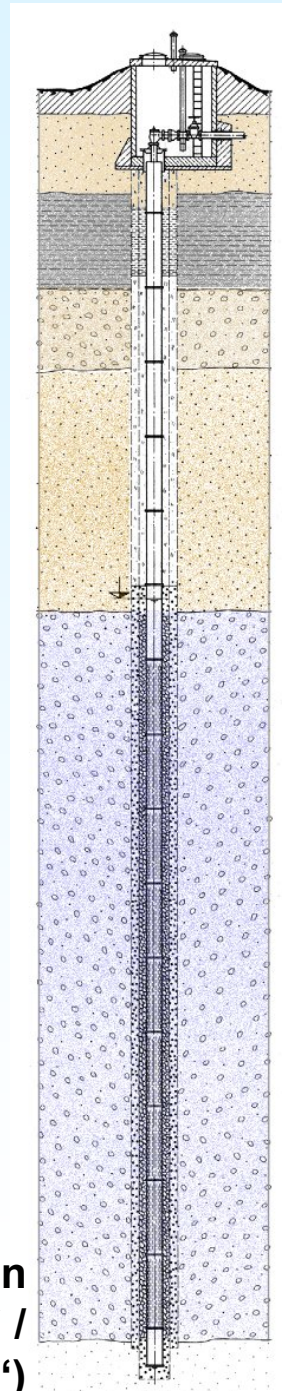
Horizontalfilterbrunnen

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 !!!

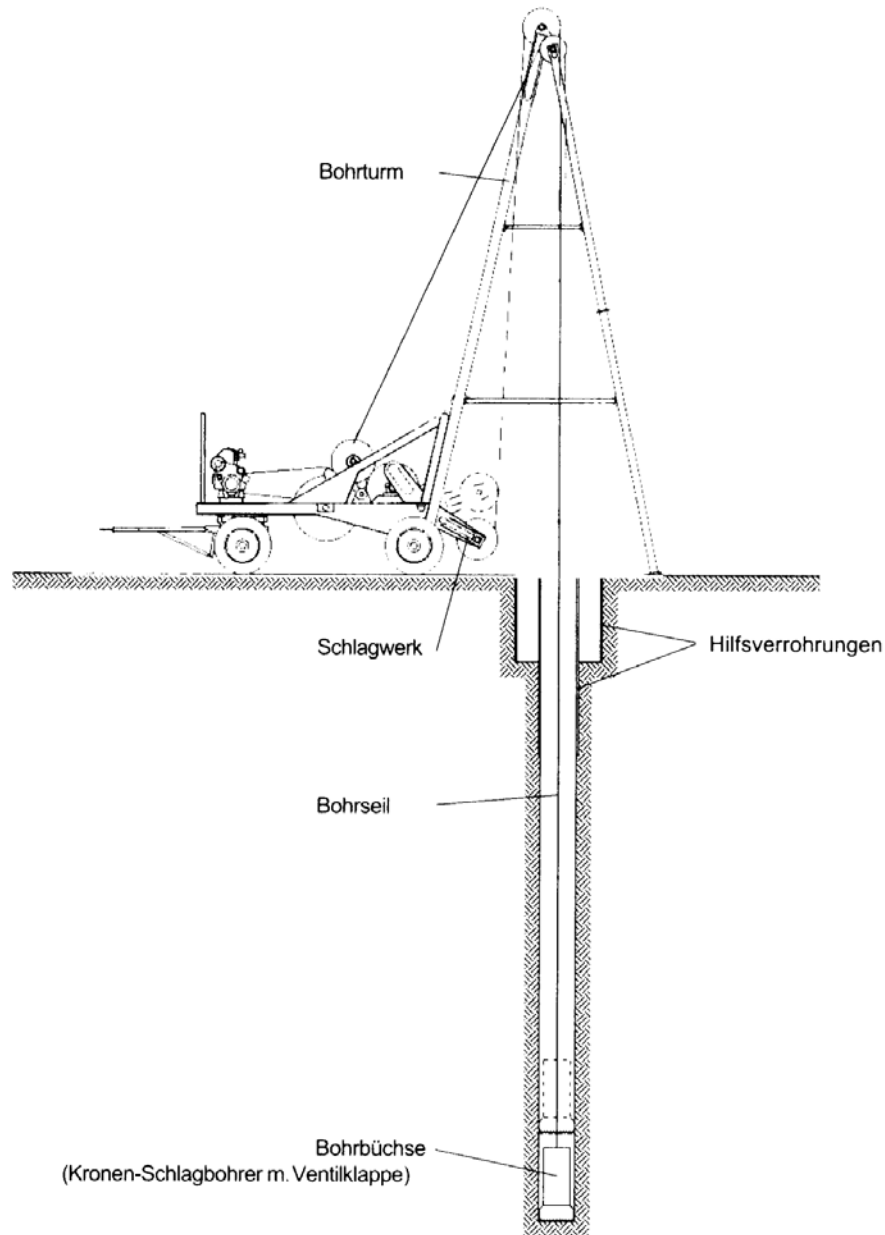


Kernbohrproben in Spezial-Kisten



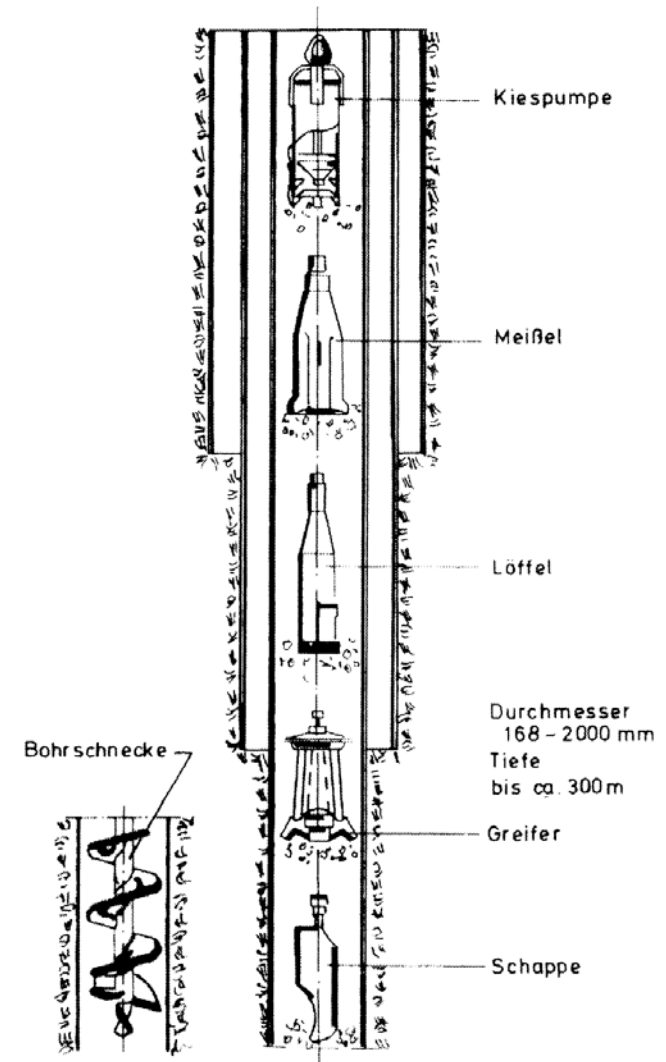
„Bauschild“ zur Information für interessierte Spaziergänger

Trockenbohrung – diskontinuierliche Bohrgutförderung



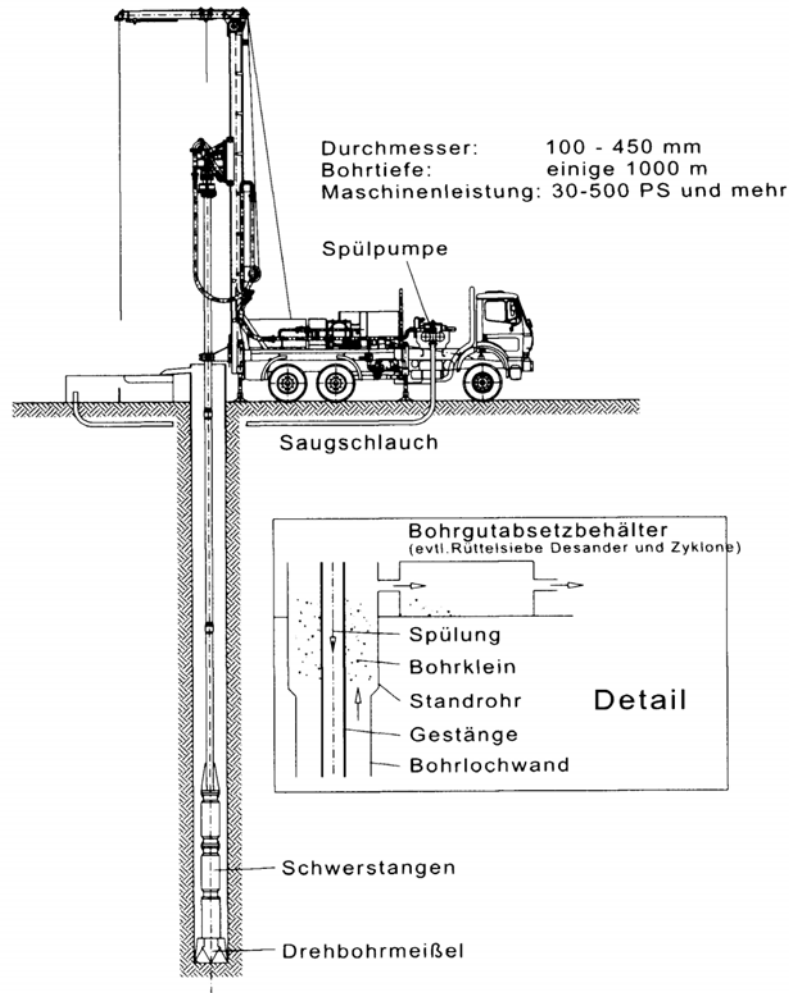
Trockenbohren

in lockerem Gestein durch-
wegverbohrt mit teleskopier-
ten Bohrröhren



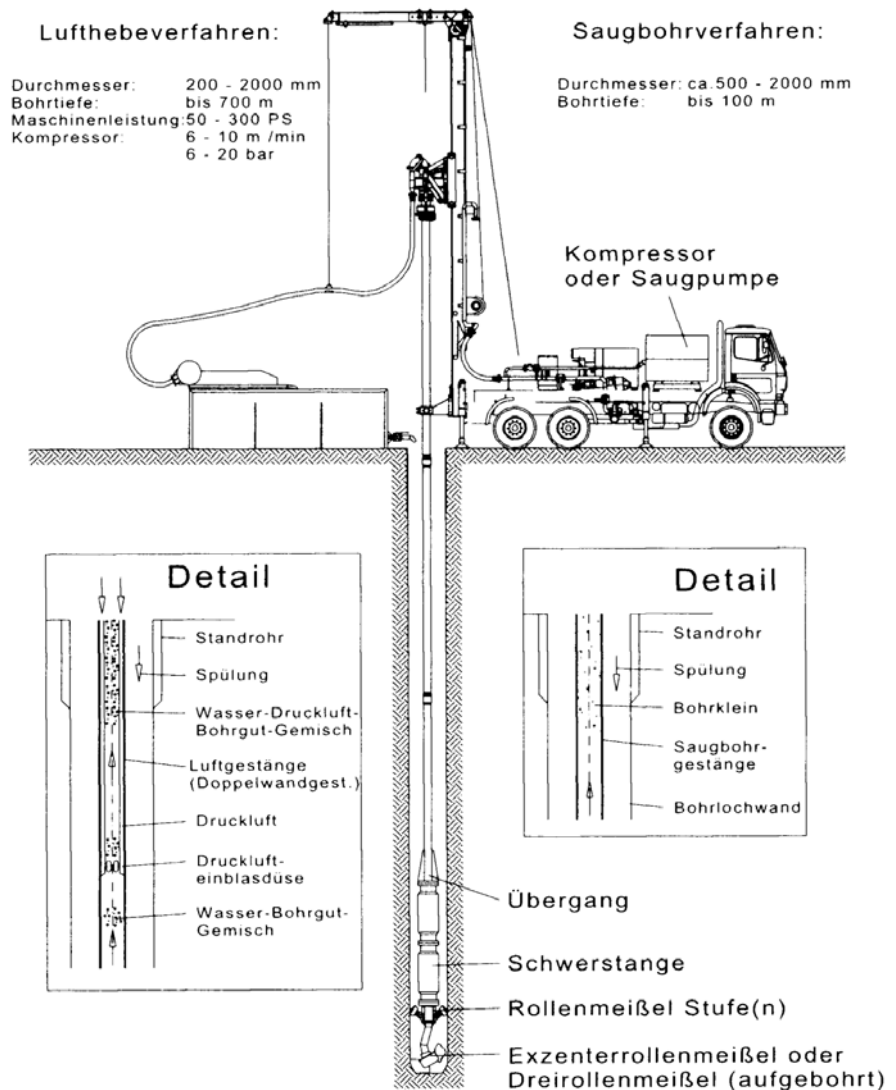
Quelle: W 115 (2008)

Verfahren mit direkter Spülstromrichtung



„direkte“ Spülbohrung
kontinuierliche Bohrgutförderung
im Ringraum

„indirekte“ Spülbohrung
kontinuierliche Bohrgutförderung
im Bohrgestänge

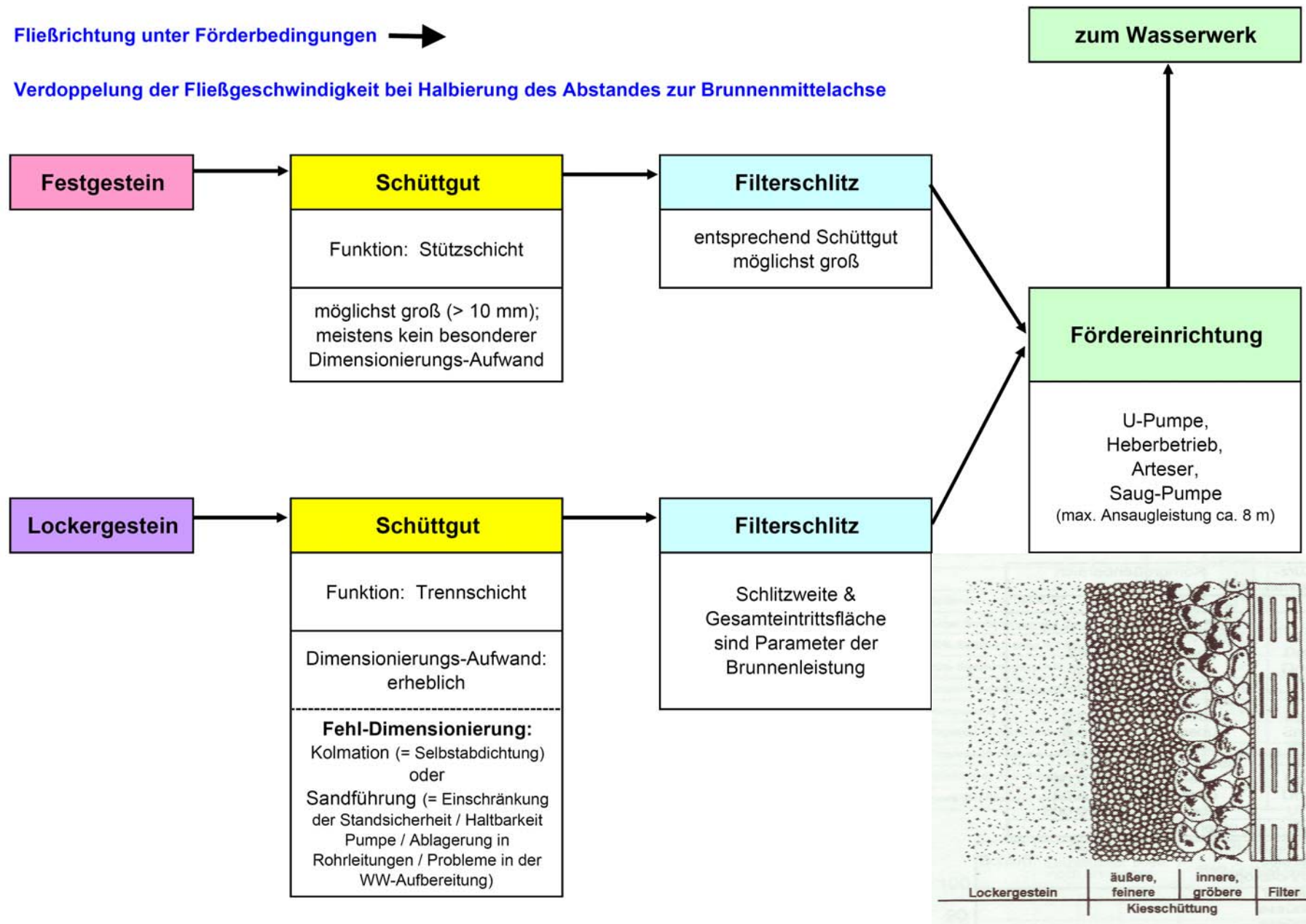


Quelle: W 115 (2008)

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 # Σ Fläche i.a. 25 - 30 %

Edelstahl o. Stahl, beschichtet # Schlitzbrücke # Σ Fläche i.a. ca. 15 %

PVC # Schlitzspalt # Σ 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



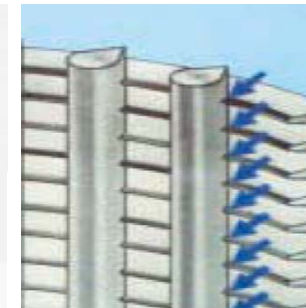
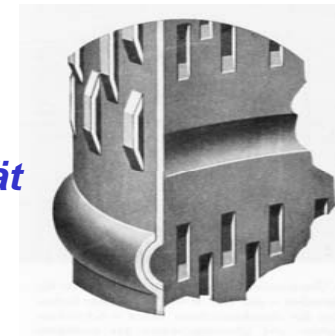
PVC-Querschlitzzung



Schlitzbrücken-Filterrohr



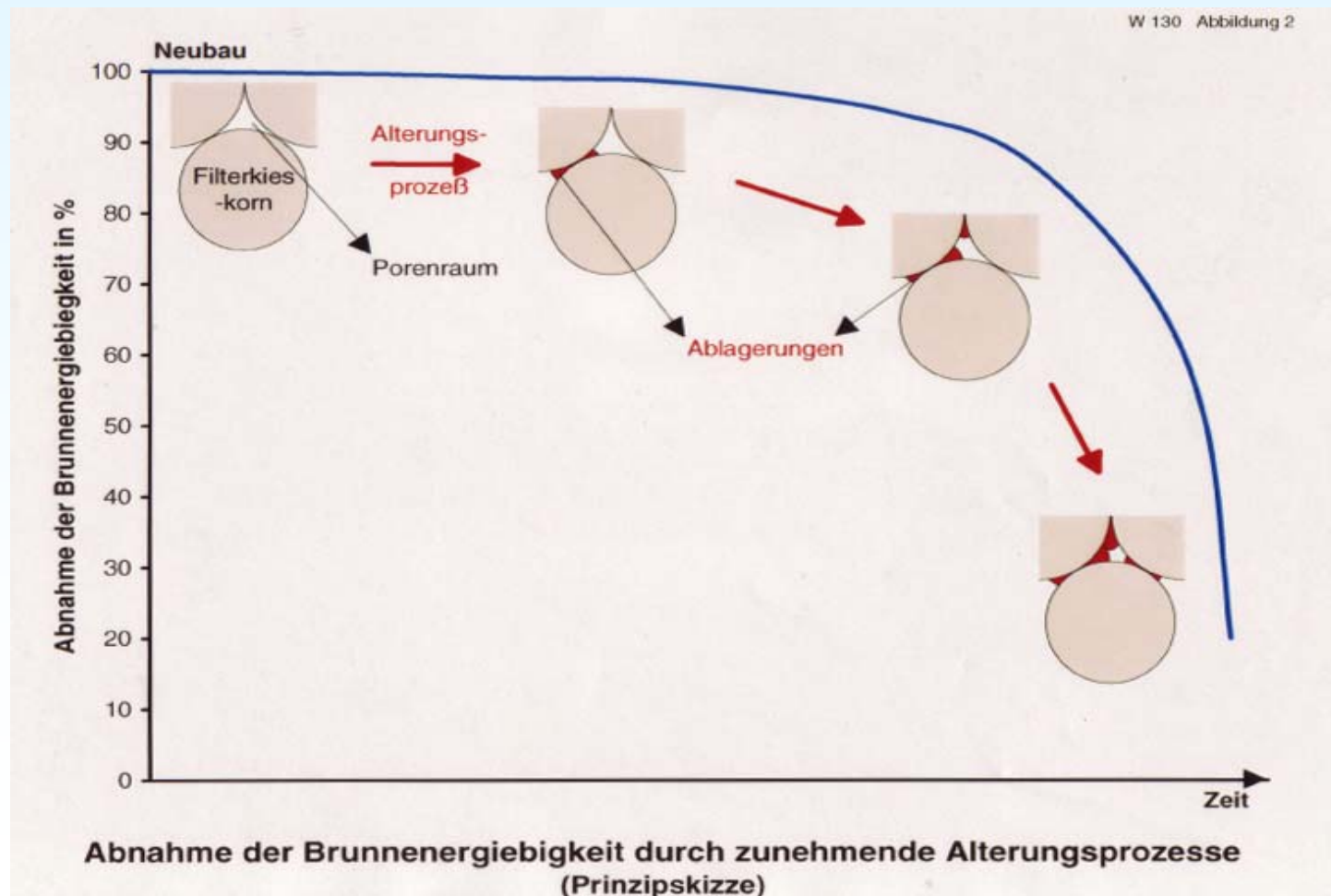
Wickeldraht-Filterrohr



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



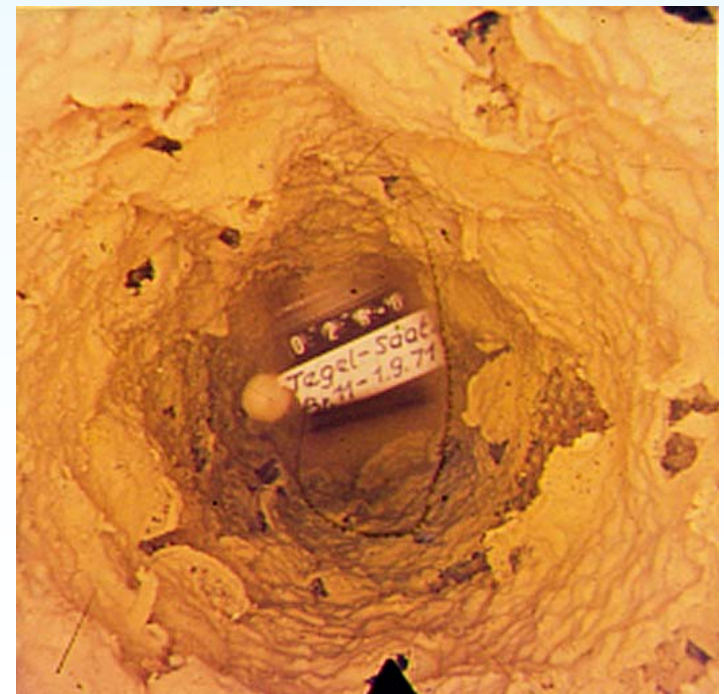
TV-Befahrung mit
Spezial-Kameras



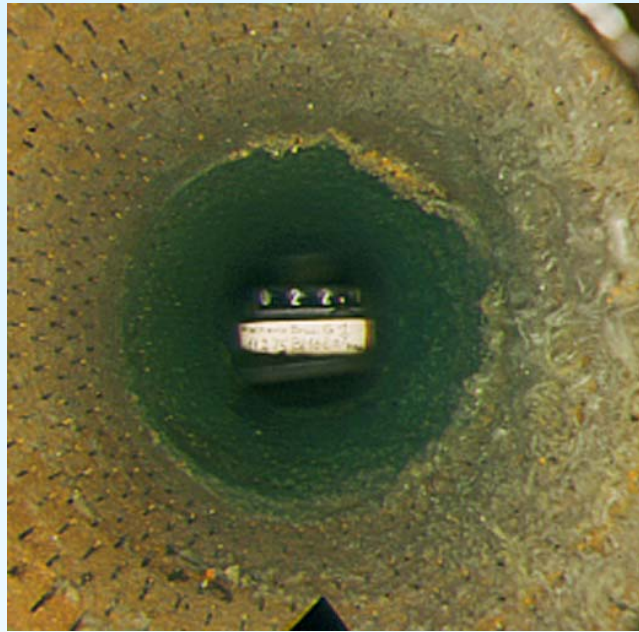
Vorbereitung TV-Kontroll-
Untersuchung: Ziehen der
Steigrohre mit Pumpe

Eisen-Ablagerungen
im Steigrohr

Brunnenalterung



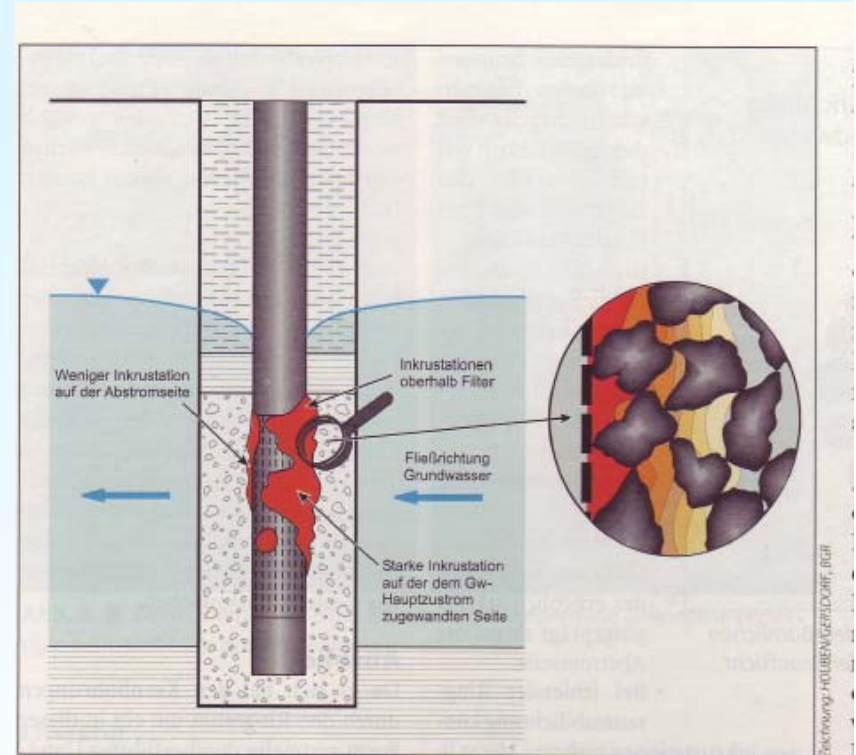
biologische
Brunnenverockerung



Beginn einer biologischen Verockerung
Steinzeugfilterrohr

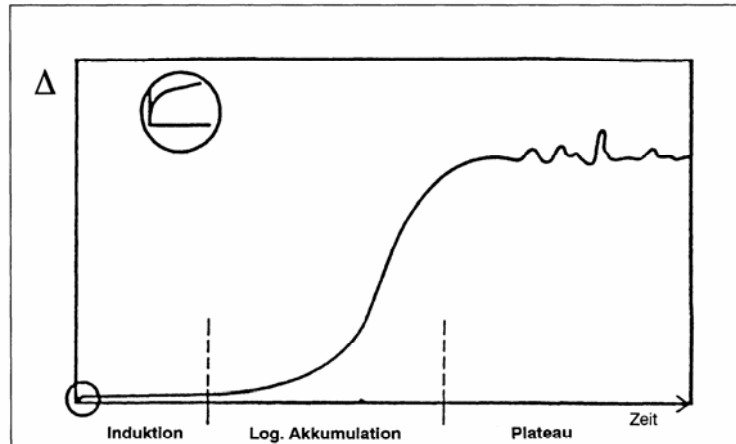
biologische Verockerung

- häufigste Brunnenalterungsart -



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

Quelle: Weihe/Houben, bbr 07.2004

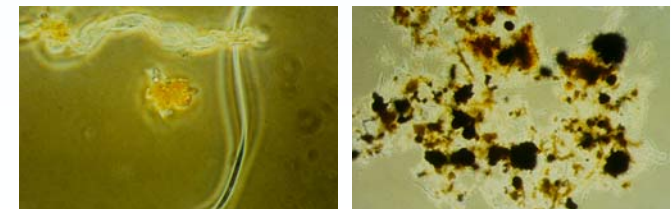


Δ = Parameter, der die Biofilm-Akkumulation kennzeichnet (Dicke, Zelldichte, Masse pro Fläche etc.).

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

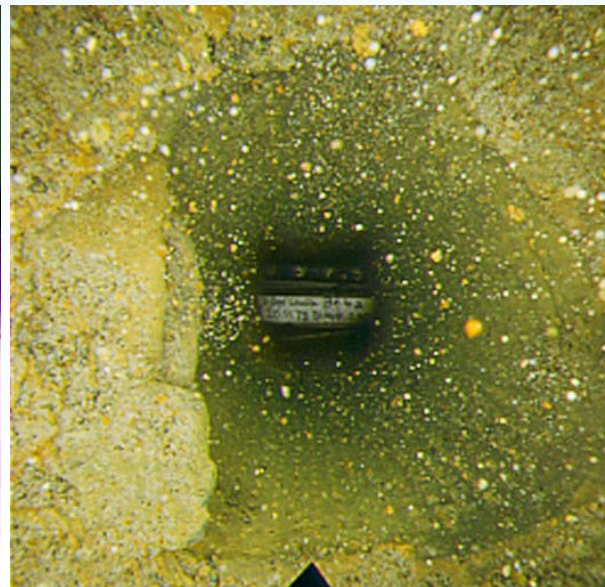


- äußere & innere **Kolmation**
(= Selbstabdichtung) – **stark unterschätzt, weil „nicht sichtbar“**
- **Auflandung** – im Brunnensumpf
- **Sandführung** – Probleme für Pumpe, Leitungen und Aufbereitung

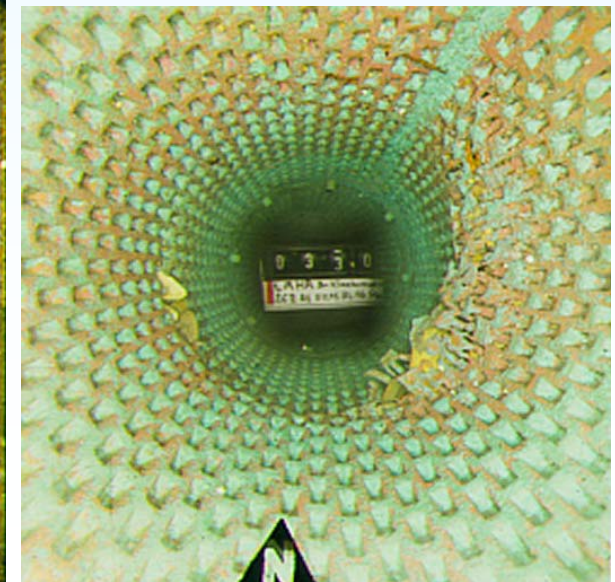
Auflandung



Sandführung

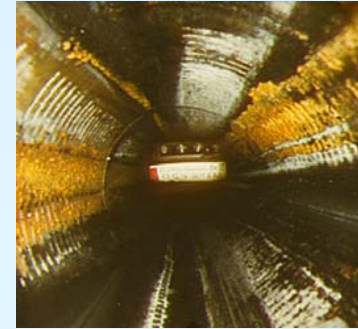


**Filterbruch
infolge Sandführung**



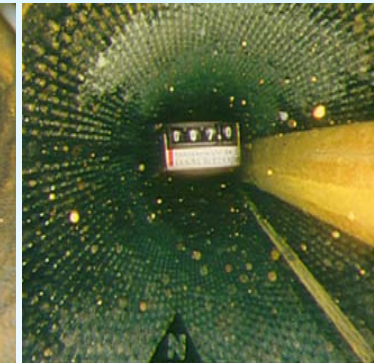
Versinterung

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



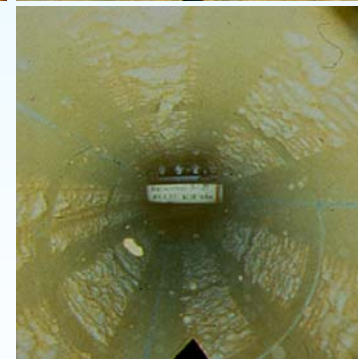
Verschleimung

Ursache schleimbildende Bakterien und
Pilze; überwiegend bei Uferfiltrat



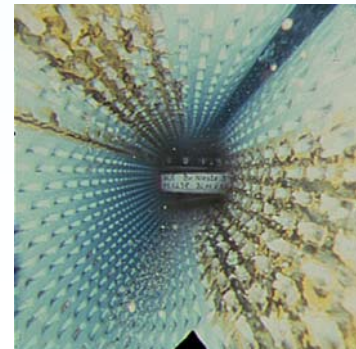
Aluminiumausfällung

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



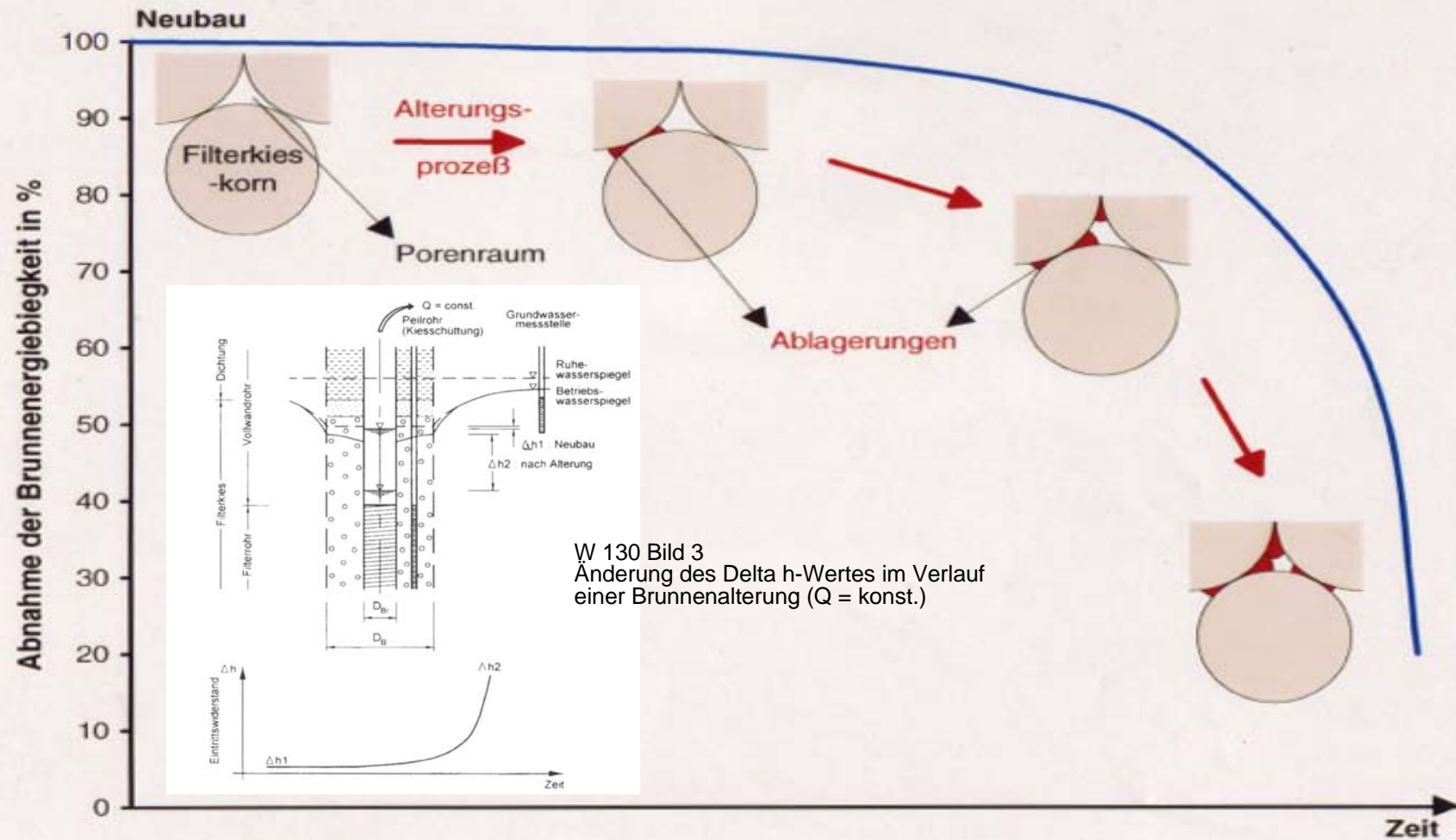
Korrosion

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)
 - **Δh -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.

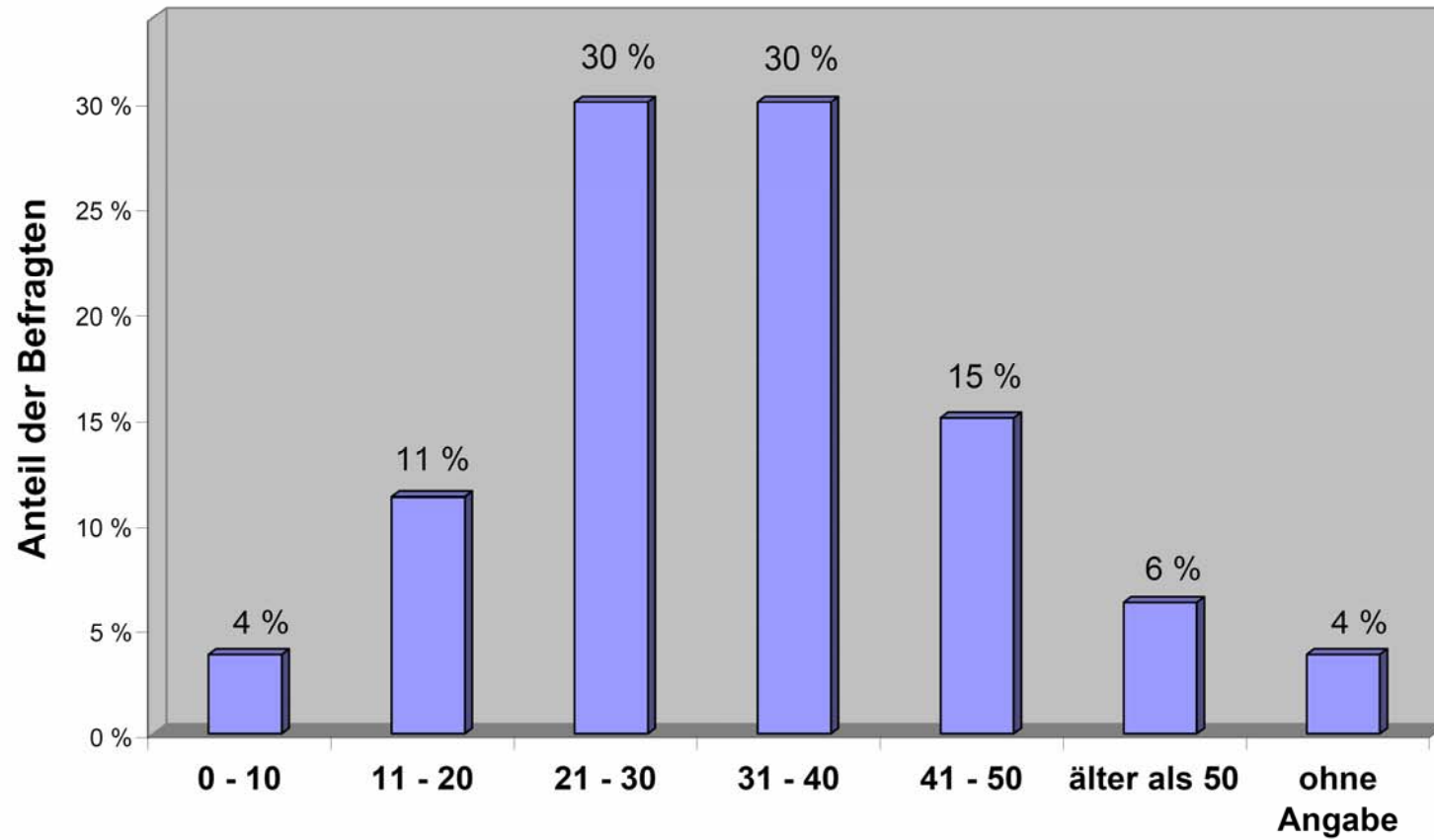
- **Alternativen zum Rückbau**

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**

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 !*