

DVGW – FIGAWA - Informationsveranstaltung
Brunnenregenerierung nach DVGW W 130
Bremen, 06.11.2007

W 130 (2007) – Anhang D, E & F

Musterprotokolle

- **chemische Regenerierung,**
- **Regeneriermittel-Test und**
- **parameterkontrolliertes Endabpumpen**

- praktische Beispiele und Anpassung an Bedarf -

Dipl.-Ing. Kerry F. Paul, Berlin

IBB Ingenieur- und Beratungsbüro für Brunnenbetriebstechnik und –instandhaltung GmbH

Unterlagen zu diesem Vortrag

als Ausdruck im Tagungsordner

„DVGW AB W 130 (2007) – Anhang D, E & F
Musterprotokolle

.....“

im Download
www.figawa.de

Anhang D, E & F
als „aktive“ Protokolle
inkl. Kommentare

DVGW Arbeitsblatt W130 (2007) – Anhang D, E & F Musterprotokolle

- chemische Regenerierung
 - Regeneriermittel-Test
 - parameterkontrolliertes Endabpumpen
- praktische Beispiele und Anpassung an Bedarf

In der 3.Fassung des W130, Ausgabe 2007, sind im Anhang erstmals Muster-Protokolle für die mechanische und chemische Brunnenregenerierung zur Dokumentation speziell der Fortschrittskontrolle enthalten.

Diese Arbeitsprotokolle sind in den letzten Jahren im praktischen Einsatz „entwickelt“ worden, d.h. sie sind erprobt und können, eventuell nach einer Anpassung an die spezifischen Gegebenheiten, direkt auf der Baustelle angewendet werden.

Die Anwendung dieser Arbeitsprotokolle soll zum einen die geleistete Arbeit transparent machen und die Qualität der Maßnahmen-Ausführung sichern.

Die Anwendung dieser Arbeitsprotokolle soll aber zum anderen gerade bei der chemischen Regenerierung helfen, das Minimierungsgebot und die Vorgaben des Grundwasserschutzes „aktiv“ einzuhalten.

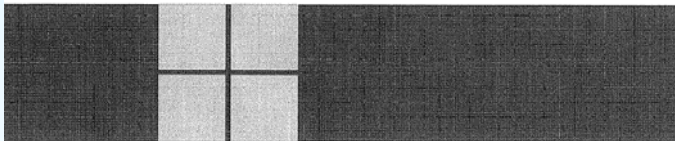


Zuordnung „Minimierungsgebot“ und „Grundwasserschutz“
in die Begriffsdefinition „Trennung – Austrag – Kontrolle“ des W 130 – 2001 & 2007

DVGW AB W 130 - 2007 / Inhaltsverzeichnis



Technische Regel
Arbeitsblatt W 130 | Juli 2007



Brunnenregenerierung



Brunnenregenerierung

Inhalt

Vorwort	4	8	Brunnenregenerierung	15
1 Anwendungsbereich	5	8.1 Allgemeines.....	15	
2 Normative Verweisungen	5	8.2 Sicherheitsaspekte.....	15	
3 Begriffe	5	8.3 Ablaufbeschreibung einer Regeneriermaßnahme.....	15	
3.1 Reinigung.....	5	8.4 Maßnahmen zur Kontrolle des Arbeitsfortschrittes.....	17	
3.2 Regenerierung.....	5	8.5 Mechanische Verfahren.....	18	
3.3 Sanierung.....	5	8.6 Chemische Verfahren.....	18	
4 Einführung	6	8.6.1 Grundlagen.....	18	
5 Ursachen der Brunnenalterung	6	8.6.2 Hinweise zur Ausführung der chemischen Regenerierung.....	19	
5.1 Verockerung.....	6	8.6.3 Regeneriermittel.....	20	
5.1.1 Allgemeines.....	6	8.7 Hygienemaßnahmen bei der Brunnenregenerierung.....	22	
5.1.2 Chemische Verockerung.....	6	8.8 Wasserrechtliche Erlaubnis.....	22	
5.1.3 Biologische Verockerung.....	7	9 Abschließende Maßnahmen	22	
5.2 Versandung.....	7	10 Dokumentation	22	
5.3 Korrosion.....	8	11 Auftragsvergabe	23	
5.4 Versinterung.....	8	12 Hinweise zum Leistungsverzeichnis	23	
5.5 Verschleimung.....	8	Anhang A (informativ)	24	
5.6 Aluminiumausfällung.....	9	Anhang B (informativ)	28	
6 Feststellung der Brunnenalterung und Vorbereitung von Maßnahmen	9	Anhang C (informativ)	29	
6.1 Feststellung der Brunnenalterung.....	9	Anhang D (informativ)	30	
6.1.1 Allgemeines.....	9	Anhang E (informativ)	31	
6.1.2 Leistungscharakteristik.....	9	Anhang F (informativ)	32	
6.1.3 Δh -Messungen.....	11			
6.1.4 Wasser- und Belagsuntersuchungen.....	12			
6.1.5 Optische Untersuchungen.....	12			
6.2 Zeitpunkt der Regenerierung.....	13			
6.3 Regenerierfähigkeit.....	13			
6.4 Begleitende Untersuchungen.....	14			
6.4.1 Brunnentest.....	14			
6.4.2 Optische Untersuchungen.....	14			
6.4.3 Geophysikalische Messungen.....	14			
7 Verzögernde Maßnahmen zur Brunnenalterung	14			
7.1 Allgemeines.....	14			
7.2 Desinfektion.....	14			

DVGW AB W 130 - 2007 / Übersicht Anhänge

Anhang A

Übersicht der mechanischen Verfahren

Anhang B

Musterprotokoll für die Überwachung und Dokumentation der mechanischen Brunnenregenerierung

Anhang C

Übersicht der chemischen Verfahren

Anhang D

Musterprotokoll für die Überwachung und Dokumentation der chemischen Brunnenregenerierung

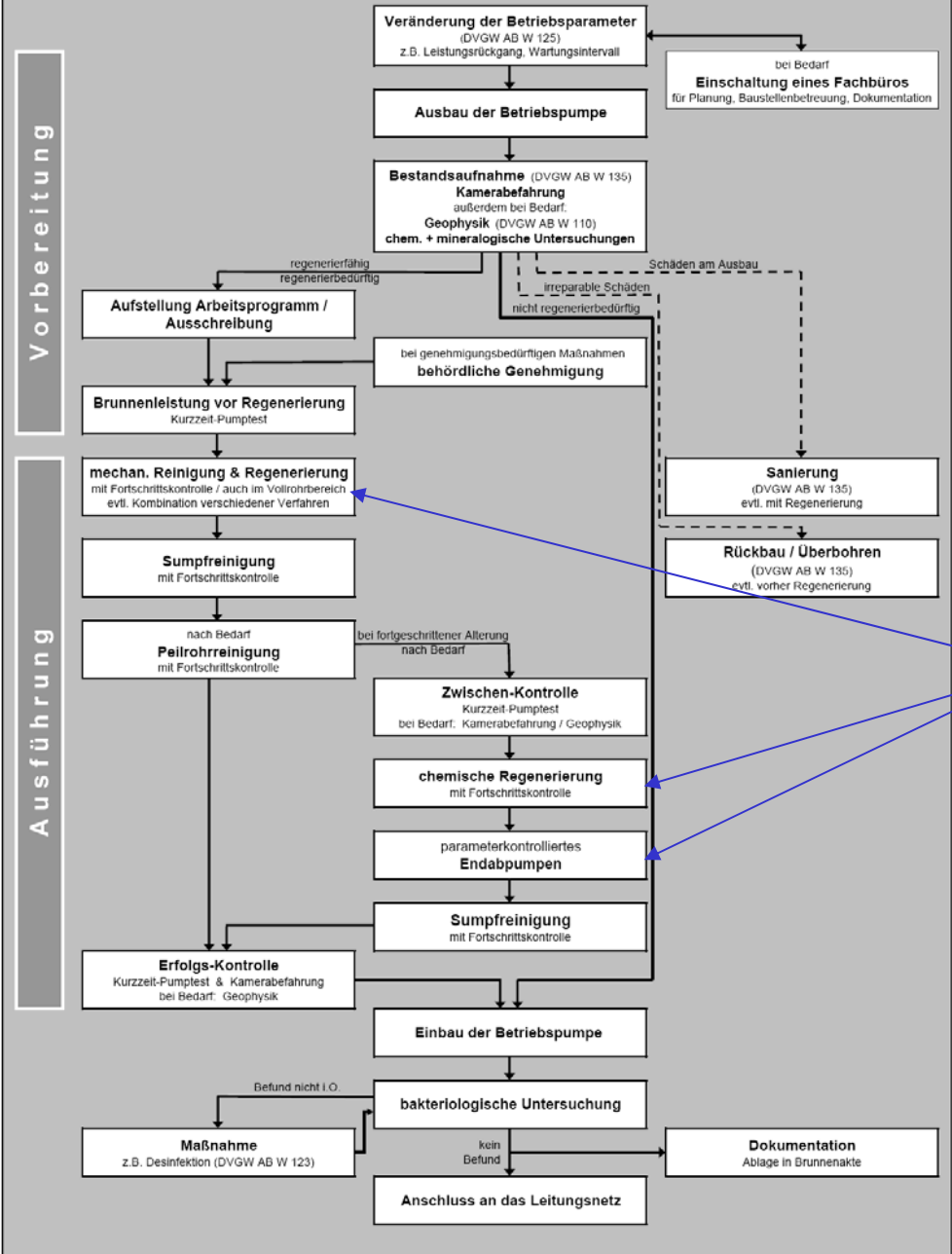
Anhang E

Musterprotokoll zur Vorbereitung der chemischen Brunnenregenerierung

Anhang F

Musterprotokoll für die Überwachung und Dokumentation des parameterkontrollierten Endabpumpens nach der chemischen Regenerierung

Ablaufschema zur Durchführung einer Brunnenregenerierung



Die Musterprotokolle der Anhänge B, D & F unterstützen und dokumentieren die Fortschrittskontrolle nach DVGW AB W 130

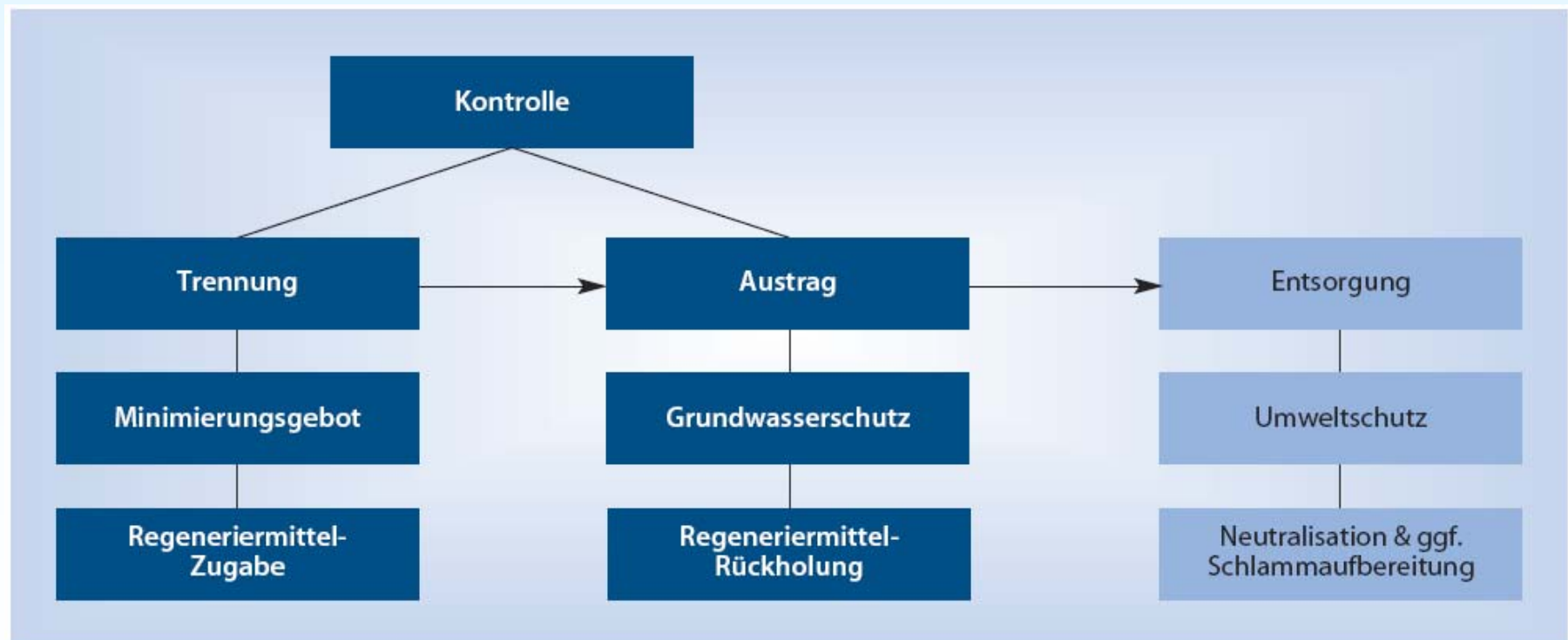
8.4 Maßnahmen zur Kontrolle des Arbeitsfortschrittes

Alle Verfahren sind, soweit technisch möglich, abschnittsweise einzusetzen und müssen die Kontrolle des Arbeitsfortschrittes gewährleisten (siehe Bild 5 a und b).

W 130 (2007)

- Im Anhang W 130 (2007) erstmals Muster-Protokolle für mechanische und chemische Brunnenregenerierung zur Dokumentation der Fortschrittskontrolle
- „Entwicklung“ der Arbeitsprotokolle im praktischen Einsatz seit 2000 für Anwendung direkt auf Baustelle
- Anpassung an die spezifischen Gegebenheiten möglich / erforderlich
- Ziele der Anwendung dieser Arbeitsprotokolle:
 - Transparenz der geleisteten Arbeit transparent
 - Qualitätssicherung der Maßnahmen-Ausführung *zusätzlich für chemische Regenerierung*
 - Einhaltung des Minimierungsgebotes
 - Einhaltung der Vorgaben des Grundwasserschutzes

Zuordnung „Minimierungsgebot“ und „Grundwasserschutz“
in die Begriffsdefinition „Trennung – Austrag – Kontrolle“
(DVGW MB W 130 – 2001 & DVGW AB W 130 – 2007)



Hinweise zur Anwendung der Musterprotokolle

- Als „aktiven“ Protokolle des W 130 (2007) im Download unter www.figawa.de verfügbar.
- Anwendung auf eigenes Risiko;
sie ersetzen nicht den verantwortlichen Fachmann;
keine Haftung für Folgeschäden aus der Anwendung dieser Protokolle.
- Zellen-Kommentare beim Feld-Anklicken für Erläuterungen zur Anwendung & Ausführung nach Daten- bzw. Werte-Eingabe erfolgen „aktive“ Berechnungen
Ergebnisse durch farbige Hinterlegung (grün / orange / rot) interpretationsunterstützend dargestellt
- Anpassung an die spezifischen Bedürfnissen möglich / erforderlich (Dokumentation der Anpassungen)
- aktuelle Download-Version 2.0 aller Protokolle des Anhanges B, D, E & F
Kontrolle der aktuellen Version durch Anklicken des Eingabefeldes „Auftraggeber“ im jeweiligen Download-Protokoll.
- Anpassung der Bildschirmanzeige über Zoom-Einstellung
Drucker-Layouteinstellungen werden nicht unbedingt übernommen
Farb-Drucker zu verwenden
- gegen fehlerhafte Handhabung:
separate Speicherung der unveränderten Vorlage des Formulars
regelmäßig Sicherheitskopien / Ausdrücke gegen den Verlust bereits abgespeicherter Daten anfertigen !
- „aktive“ Protokolle zunächst schwer verständlich ?
Nach kurzer Einarbeitung werden die Vorteile der „aktiven“ Protokolle schnell erkenntlich.

„aktive“ Protokolle nach W 130 (2007): Kommentar-Fenster öffnen sich beim Anklicken eines Feldes

Muster-Protokoll
zur Kontrolle des Arbeitsfortschrittes und Einhaltung des
Minimierungsgebotes / Grundwasserschutzes gemäß DVGW
Arbeitsblatt W 130 "Brunnenregenerierung" (2007) - Anhang D

CHEMISCHE REGENERIERUNG
mit säurehaltigen Regeneriermitteln

Hinweis: für die unterschiedlichen
Überwachungs- und Steuerungstechniken der Lösevorgänge
sind die Protokollblätter entsprechend anzupassen;
ebenso für die Anwendung pH-neutraler Regeneriermittel

angenommener Kiesschüttungs-Lückengrad

0,35

Der Lückengrad ϵ beschreibt das mit Wasser gefüllte Volumen der Kiesschüttung.

Er ist abhängig von der Lagerungsdichte.

Bei lockerster Lagerung ist $\epsilon = \text{ca. } 0,4$,
bei mittlerer Lagerungsdichte ist $\epsilon = \text{ca. } 0,35$;
bei dichtester Lagerung ist $\epsilon = \text{ca. } 0,3$.

In ungünstigen Fällen (Ungleichförmigkeit) und bedingt durch die volumenverringern den Alterungsablagerungen kann der Lückengrad ϵ auch $< 0,3$ werden.

DVGW AB W 130 (2007)

Kap. 8.6.3 Regeneriermittel

Vorgaben für die Musterprotokolle zur chemischen Brunnenregenerierung

- optimaler pH-Wert
- Lösezeit
- Faktor Regeneriermittel-Zugabe
- Kontrolle des Austragswertes
- vorab Test für Kenndaten

Zur Einhaltung des Regeneriermittelminimierungsgebotes hat sich bei der Anwendung von anorganischen säurehaltigen Regeneriermitteln ein Arbeits-pH-Wert zwischen 0,9 und 1 bei einer wirtschaftlich günstigen Lösezeit von ca. 60 min als geeignet bewährt. Bei Bedarf kann eine Überprüfung über Bestimmung der Lösekapazität und Lösezeit erfolgen. Es ist bei der Ausführung zu beachten, dass der berechnete Regeneriermittelbedarf für einen Abschnitt das 3,5fache nicht überschreitet. Der Regeneriermittelbedarf ergibt sich aus Berechnung des Netto-Volumens im Arbeitsabschnitt und dem Verdünnungsverhältnis des Regeneriermittels zur Einstellung des gewählten Arbeits-pH-Wertes.

Für die anorganischen Säuren und Säuregemische sind unmittelbar vor Beginn der Regenerierung mindestens drei Tests (vgl. Anhang D) durchzuführen:

- Verdünnungstest mit Rohwasser bis zum Arbeits-pH-Wert
- Mit dem festgestellten Verdünnungswert wird der Regeneriermittelbedarf vor Beginn der Regenerierung berechnet und während der Regenerierung die Zugabe überwacht bzw. bei Auftreten von Anomalien der Regeneriervorgang abgebrochen.
- Neutralisationswert: Zugabe Neutralisationsmittel bis zur Einstellung pH-Wert 6 bis 9.
- Mit dem festgestellten Wert wird der Austragswert des Regeneriermittels kontrolliert.
- Dichtetest für Regenerier- und Neutralisationsmittel Auswiegen der Dichte für Berechnungen, bei denen Gewicht- und Volumenangaben verwendet werden, sowie zur Kontrolle der Gleichmäßigkeit der Lieferchargen.

Muster-Protokoll gemäß DVGW Arbeitsblatt W 130 "Brunnenregenerierung" (2007) - Anhang E
Ermittlung von Kenndaten für die chemische Regenerierung
 Beispiel: säurehaltiges Regeneriermittel / Anpassung für pH-neutrale Regeneriermittel erforderlich

Diese Teste sind vor Beginn
 der chemischen Regenerierung durchzuführen.
 Die ermittelten Werte sind Grundlage für die Anwendung des
 Musterprotokolles "chemische Regenerierung".

Auftraggeber
 Wasserwerk
 Brunnen Nr.
 Auftragnehmer
 Protokollführer
 Datum

Anmerkungen / Notizen

pH-Elektrode und Ersatz-pH-Elektrode vor Test kalibriert:
 Nullpunktanpassung mit Pufferlösung pH 7,00
 Steilheitsanpassung mit Pufferlösung pH 4,00
 Kontrolle mit Pufferlösung pH 1,00 - gemessen pH 1,01
 .
 Vorlagenwasser aus dem Brunnen
 .
 Kontrolle pH-Elektrode nach Beendigung Regenerierung mit Pufferlösung
 pH 1,00 - gemessen pH 1,02

„aktives“ Protokoll nach W 130 (2007) – Anhang E
 Beispiel Dokumentation der Kalibrierung mit Eintragung im Feld „Anmerkungen“

Muster-Protokoll gemäß DVGW Arbeitsblatt W 130 "Brunnenregenerierung" (2007) - Anhang E
Ermittlung von Kenndaten für die chemische Regenerierung
 Beispiel: säurehaltiges Regeneriermittel / Anpassung für pH-neutrale Regeneriermittel erforderlich

Test 1 - zur Einhaltung des Minimierungsgebotes
 Ermittlung Verdünnungswert bei Zugabe säurehaltiger Regeneriermittel zur Einstellung Arbeits-pH

Regeneriermittel		Produkt XYZ der Fa. ABC, schwefelsäurehaltig				
Volumen Vorlage (Wasser) (ml)	Volumen Zugabe Regeneriermittel (ml)	Summe Zugabe Regeneriermittel (ml)	Verdünnungswert	angestrebter Arbeits-pH für säurehaltige Regeneriermittel	gemessener pH	
1.000 ml					7,35	
1.000 ml	10,0 ml	10,0 ml	1 : 100	pH 0,9 bis 1,0	1,49	
1.000 ml	10,0 ml	20,0 ml	1 : 50		1,21	
1.000 ml	10,0 ml	30,0 ml	1 : 33		1,05	
1.000 ml	10,0 ml	40,0 ml	1 : 25		0,95	
1.000 ml	10,0 ml	50,0 ml	1 : 20		0,86	
1.000 ml	10,0 ml	60,0 ml	1 : 17		0,80	

Test 1: ermittelte Werte für Summe Zugabe Regeneriermittel und gemessener Arbeits-pH in nachstehende Tabelle eintragen & in "aktives" Protokoll der chemischen Regenerierung übertragen

Summe Zugabe Regeneriermittel (ml)	Verdünnungswert	angestrebter Arbeits-pH für säurehaltige Reg.mittel	gemessener Arbeits-pH
40,0 ml	1 : 25	0,9 ... 1,0	0,95

Beispiel für Test 1 nach W 130 (2007) – Anhang E

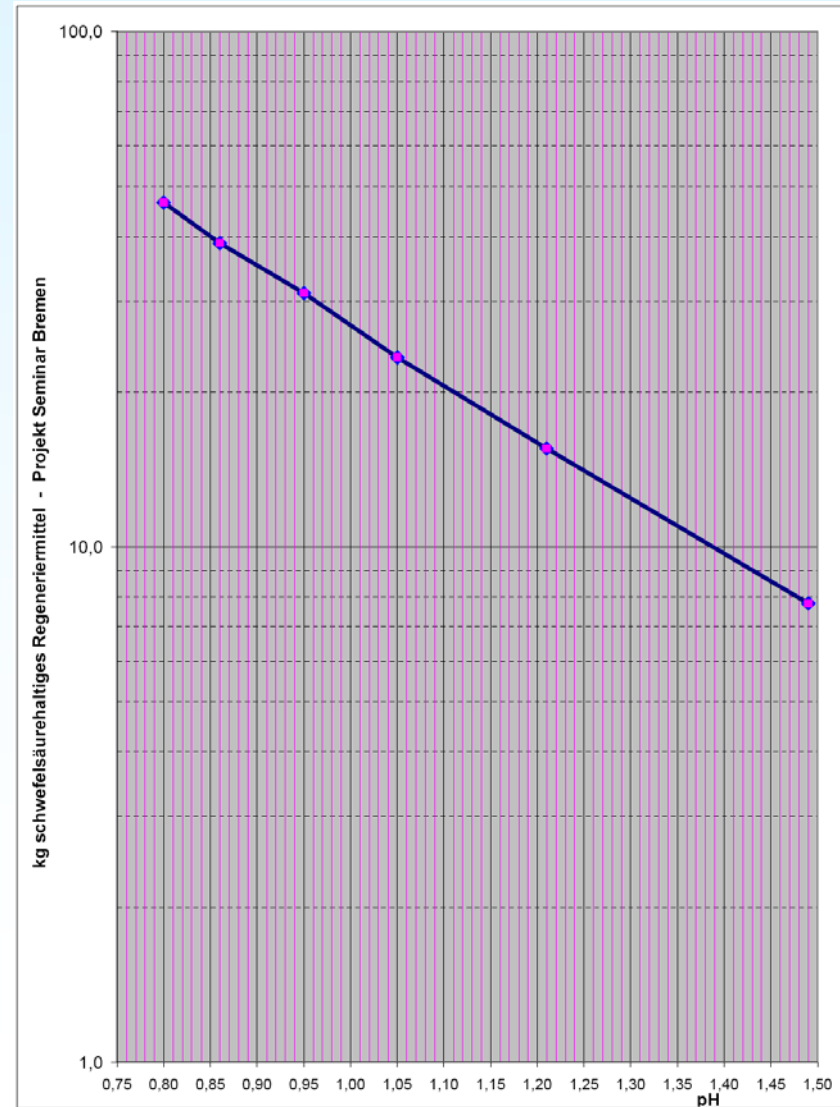
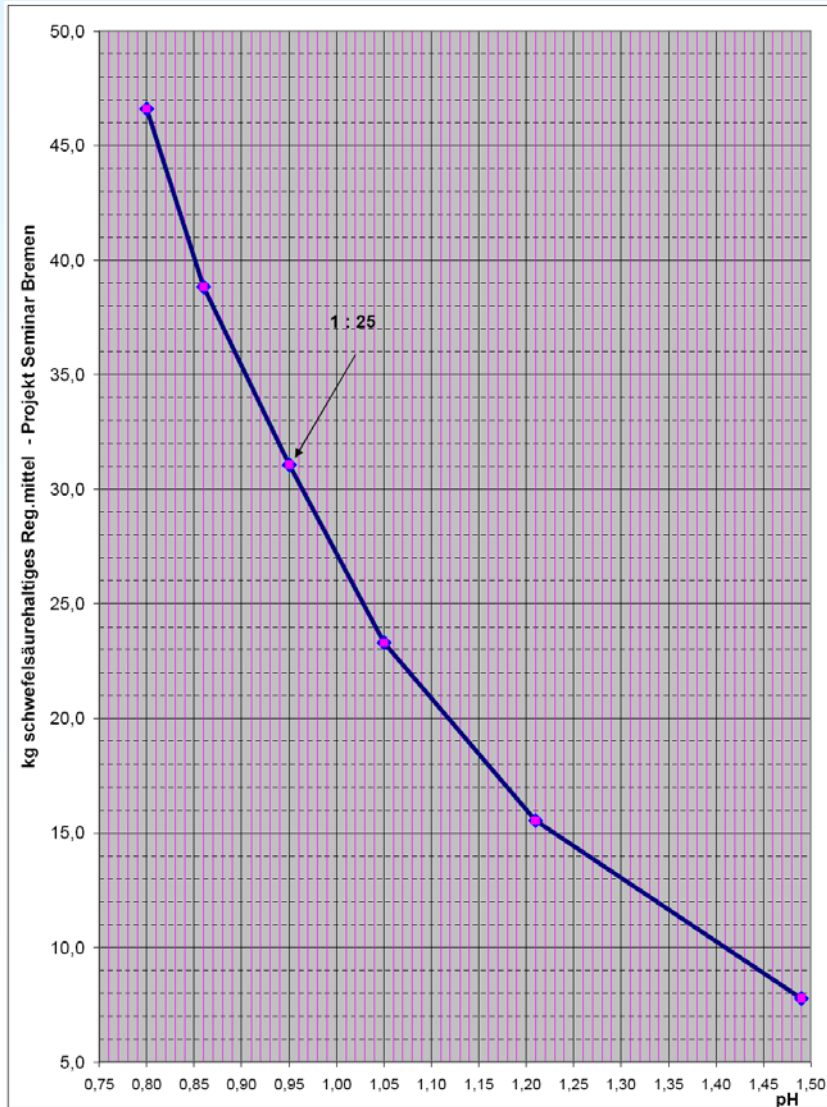
Ermittlung der Verdünnung bis zum Arbeits-pH
 – Werteübernahme nach Anhang D



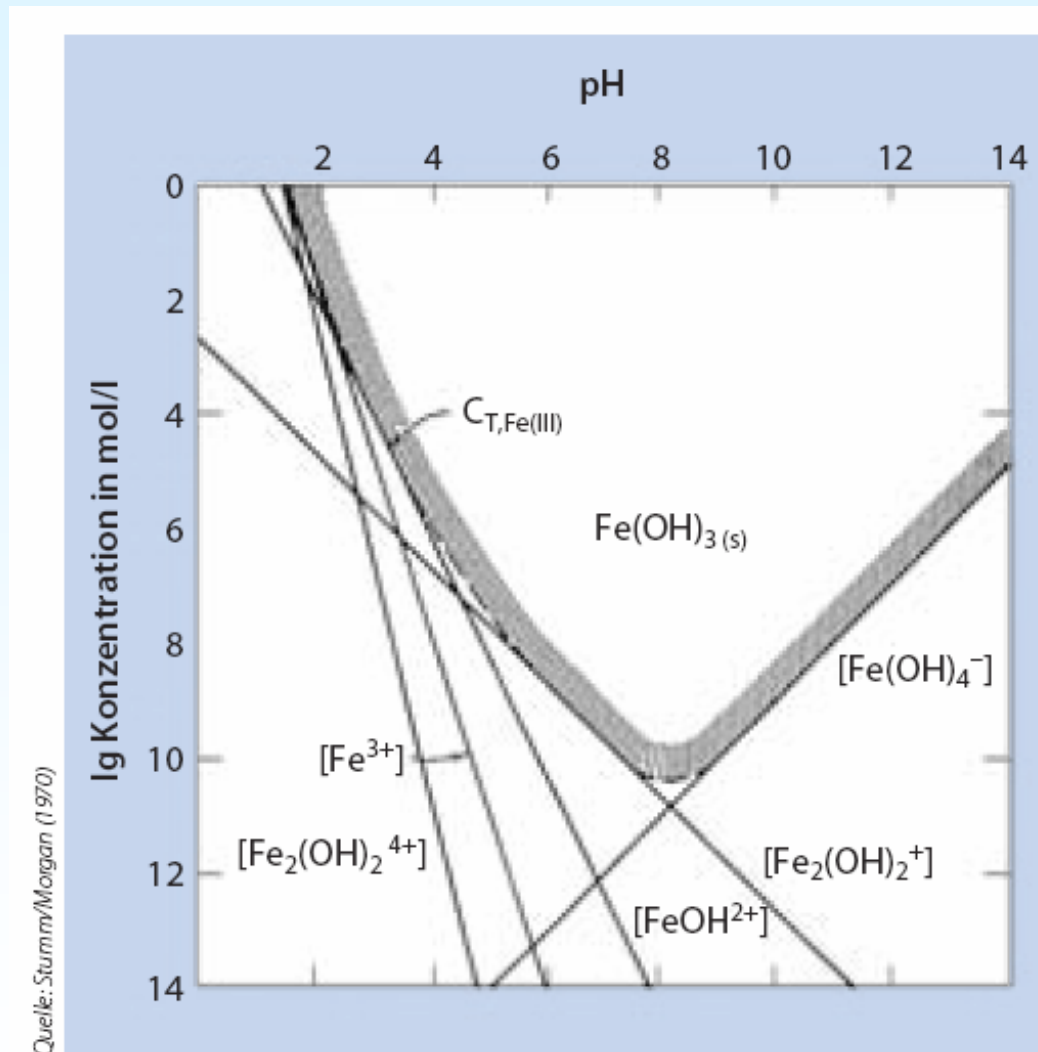
Test 1 – grafische Darstellung

Zugabe schwefelsäurehaltiges Regeneriermittel

Beispiel Seminar Bremen



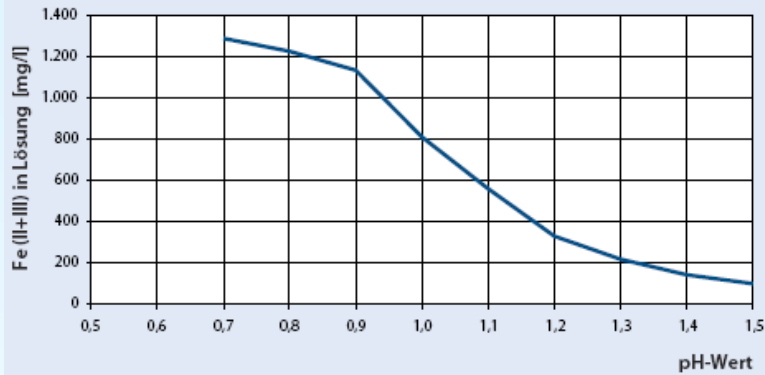
Eisen-Löslichkeit in Abhängigkeit vom pH-Wert



Quelle: Stumm/Morgan (1970)

Abb. 1 Gleichgewichtskonzentrationen für Eisen(III)-Verbindungen in Lösung über frisch gefälltem Eisenhydroxid $Fe(OH)_3$

Untersuchungen zur Ermittlung pH-opt

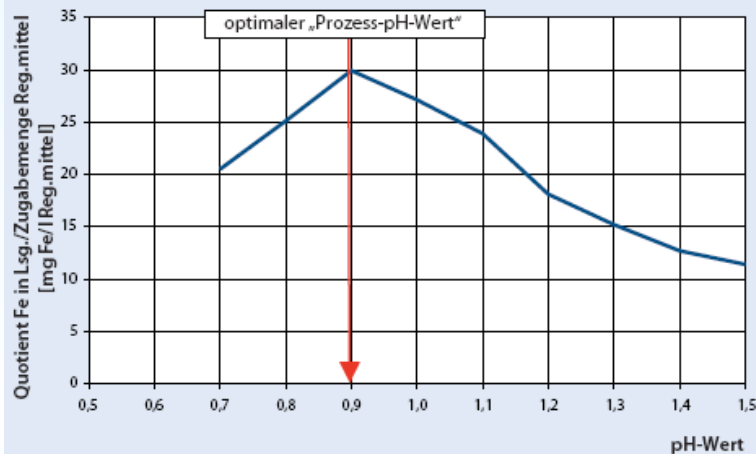


Quelle: Berger, Frank, Normann-Schmidt, Paul (1992)

Abb. 2 Eisenlöslichkeit in Abhängigkeit vom pH-Wert unter definierten Bedingungen



Abb. 7 Auswertung Tabelle 1: Eisenlöslichkeit in Abhängigkeit vom pH-Wert; Reg.mittel HCl



Quelle: Berger, Frank, Normann-Schmidt, Paul (1992)

Abb. 3 Ermittlung des optimalen Prozess-pH-Wertes unter definierten Bedingungen

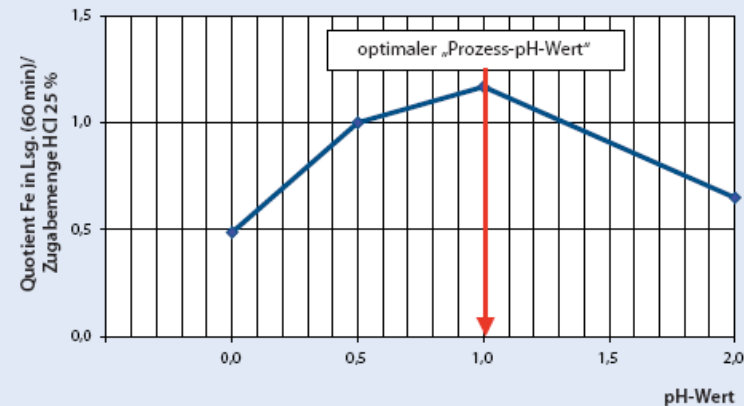
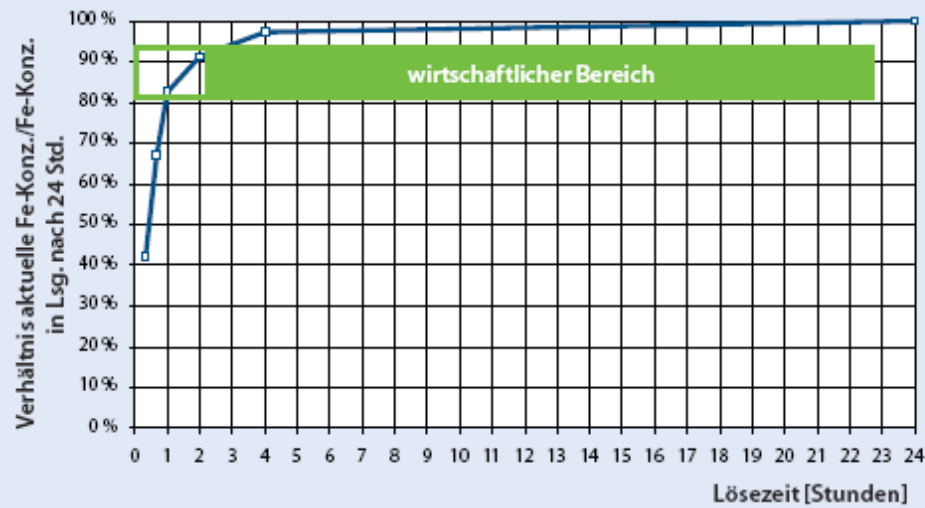


Abb. 8 Auswertung Tabelle 1: grafische Ermittlung des optimalen Prozess-pH-Wertes

Untersuchungen von Berger et al. (1992)

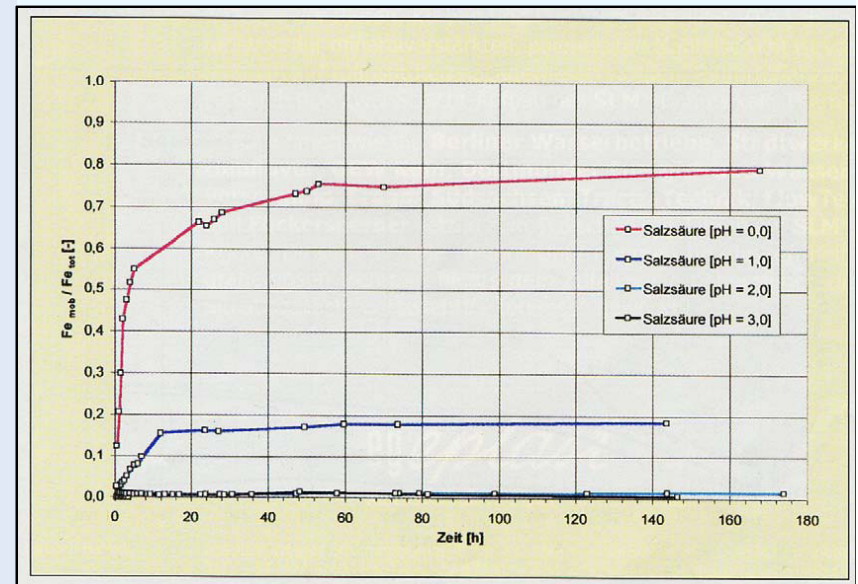
Untersuchungen von Houben et al. (2000)

wirtschaftliche Lösezeit bei der Anwendung säurehaltiger Regeneriermittel



Quelle: Berger, Frank, Normann-Schmidt, Paul (1992)

Abb. 4 Ermittlung des wirtschaftlichen Bereiches der Lösezeit unter definierten Bedingungen



Untersuchungen von Houben et al. (2000)

Untersuchungen von Berger et al. (1992)

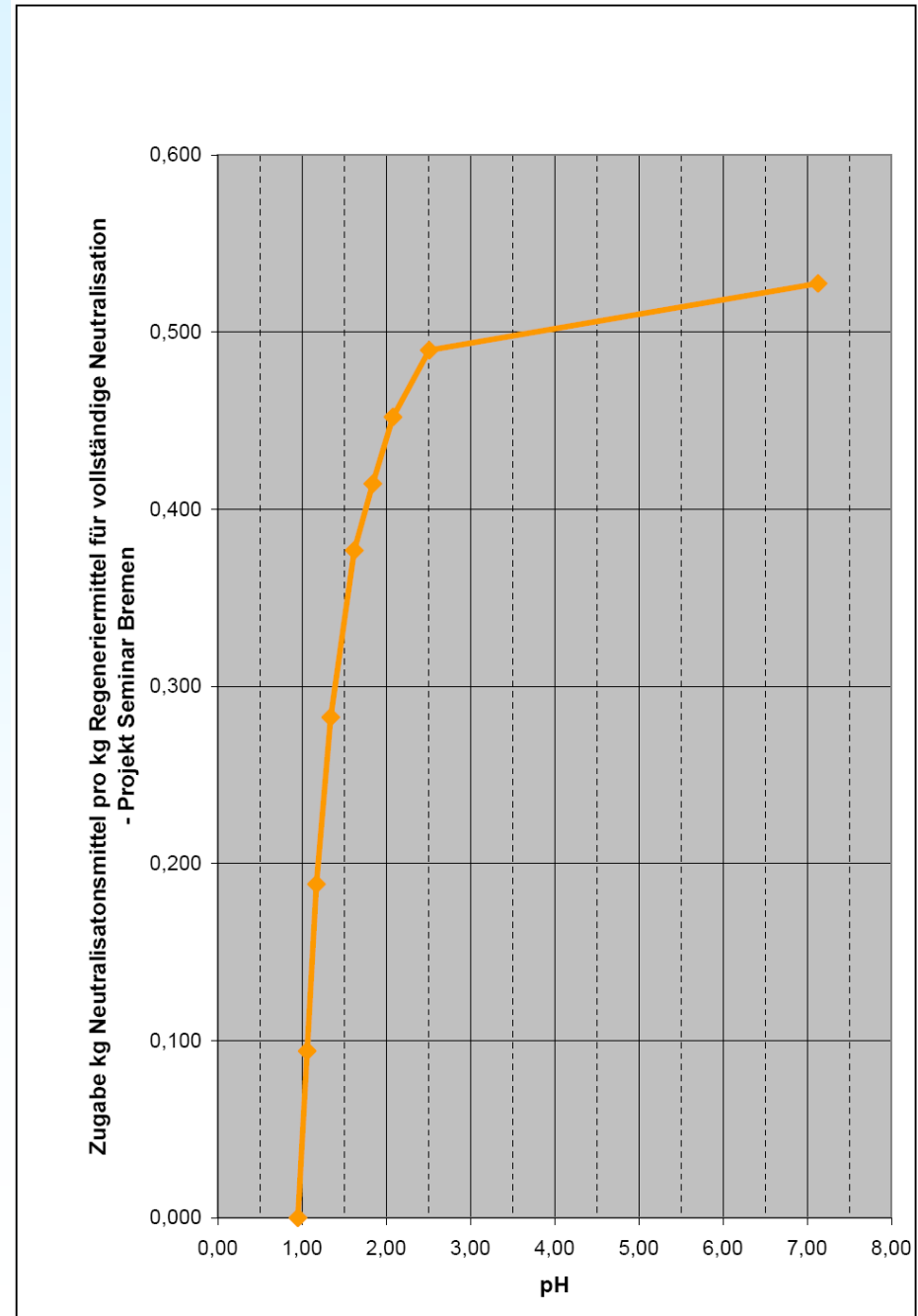
Muster-Protokoll gemäß DVGW Arbeitsblatt W 130 "Brunnenregenerierung" (2007) - Anhang E
Ermittlung von Kenndaten für die chemische Regenerierung
 Beispiel: säurehaltiges Regeneriermittel / Anpassung für pH-neutrale Regeneriermittel erforderlich

Test 2 - zum Schutz des Grundwassers Ermittlung Zugabe Neutralisationsmittel zur Beurteilung der Regeneriermittel-Rückholung bei der chemischen Regenerierung						
Neutralisationsmittel		Produkt PQR der Fa. ABC				
Volumen Arbeits-Lösung (ml)	Volumen Zugabe Neutralisations- mittel (ml)	Summe Zugabe Neutralisations- mittel (ml)	Verdünnungs- wert	vorgegebener pH für Neutralisation	gemessener pH	
1.040 ml					0,95	
1.040 ml	5,0 ml	5,0 ml	1 : 208	pH 6 bis 9	1,06	
1.040 ml	5,0 ml	10,0 ml	1 : 104		1,17	
1.040 ml	5,0 ml	15,0 ml	1 : 69		1,34	
1.040 ml	5,0 ml	20,0 ml	1 : 52		1,62	
1.040 ml	2,0 ml	22,0 ml	1 : 47		1,84	
1.040 ml	2,0 ml	24,0 ml	1 : 43		2,08	
1.040 ml	2,0 ml	26,0 ml	1 : 40		2,51	
1.040 ml	2,0 ml	28,0 ml	1 : 37		7,13	

Test 2: ermittelte Werte für Zugabe Neutralisationsmittel und gemessenen Neutralisations-pH in nachstehende Tabelle eintragen			
Summe Zugabe Neutralisations- mittel(ml)	Verdünnungs- wert	vorgegebener pH bei Neutralisation	gemessener Neutralisations- pH
28,0 ml	1 : 37	pH 6 bis 9	7,13
Menge Zugabe Neutralisationsmittel pro Liter Regeneriermittel (Liter)			0,70 Liter
berechneten Wert in "aktives" Protokoll der chemischen Regenerierung übertragen.			

Beispiel für Test 2 nach W 130 (2007) – Anhang E
Ermittlung Zugabe Neutralisationsmittel bis pH 6 ... 9
– Werteübernahme nach Anhang D

**Test 2 – grafische Darstellung
Zugabe kg Neutralisationsmittel
pro kg Regeneriermittel
für vollständige Neutralisation
Beispiel Seminar Bremen**



Muster-Protokoll gemäß DVGW Arbeitsblatt W 130 "Brunnenregenerierung" (2007) - Anhang E
Ermittlung von Kenndaten für die chemische Regenerierung

Beispiel: säurehaltiges Regeneriermittel / Anpassung für pH-neutrale Regeneriermittel erforderlich

		(kg / Liter)	(Liter / kg)
Test 3 - Umrechnung Liter ↔ Kilogramm Auswiegen der Dichte von Regenerier- & Neutralisationsmittel	Dichte Regeneriermittel	1,240 kg/l	0,806 l/kg
	Dichte Neutralisationsmittel	1,327 kg/l	0,754 l/kg
1. Trierung 100 ml Messkolben 2. Zugabe 100 ml Regeneriermittel 3. Ablesung Gewicht (in g) 4. abgelesenes Gewicht x 10 = Dichte (in kg / l) Auswaage in gleicher Art für Neutralisationsmittel		Test 3: ermittelte Werte in "aktives" Protokoll der chemischen Regenerierung übertragen	

Beispiel für Test 3 nach W 130 (2007) – Anhang E
Ermittlung Dichte Regenerier- & Neutralisationsmittel
– Werteübernahme nach Anhang D

Muster-Protokoll
 zur Kontrolle des Arbeitsfortschrittes und Einhaltung des
 Minimierungsgebotes / Grundwasserschutzes gemäß DVGW
 Arbeitsblatt W 130 "Brunnenregenerierung" (2007) - Anhang D

CHEMISCHE REGENERIERUNG
 mit säurehaltigen Regeneriermitteln

Hinweis: für die unterschiedlichen
 Überwachungs- und Steuerungstechniken der Lösevorgänge
 sind die Protokollblätter entsprechend anzupassen;
 ebenso für die Anwendung pH-neutraler Regeneriermittel

Auftraggeber	W 130 Seminar 2007		
Wasserwerk	Bremen	BrunnenNr.	Anhang D
Auftragnehmer	DVGW - FIGAWA		
Protokollführer	Vortrag Kerry F. Paul, IBB-Berlin		
Regenerier-Gerät	2-Kammersystem "Kieswäscher" mit regulierbarer Umkehrströmung		
Überwachungs-Typ	Messung Ionen-Ionenkonzentration		
Regeneriermittel	Produkt XYZ der Fa. ABC - schwefelsäurehaltig		
Regeneriermittel-Zusatz	Produkt STU der Fa. ABC - Wasserstoffperoxyd		

Abschnitt	Durchgang	von (m u MNP)	bis (m u MNP)
1	1	29,00	31,00

Höhe Arbeitsabschnitt (m)	2,40 m	Anzahl Kiesschüttungen (-fach)	
Filterrohr-Durchmesser (mm)	350 mm		
Bohr-Durchmesser (mm)	800 mm	2-fach	

angestrebter pH-Arbeitswert	0,95
Verdünnungsverhältnis zur Einstellung Arbeits-pH	1 : 25,0
angenommener Kiesschüttungs-Lückengrad	0,35

	Durchmesser (mm)	Gesamt-Länge (m)	Füll-Volumen (Liter)
Vor-Rücklauf-Leitung	25 mm	110 m	54 l

Mindestzugabe Regeneriermittel zur Einstellung Arbeits-pH	25,1 Liter
	31,1 kg
	(kg)

Dichte Regeneriermittel (kg/l)	1,240 kg/l
Dichte Neutralisationsmittel (kg/l)	1,327 kg/l

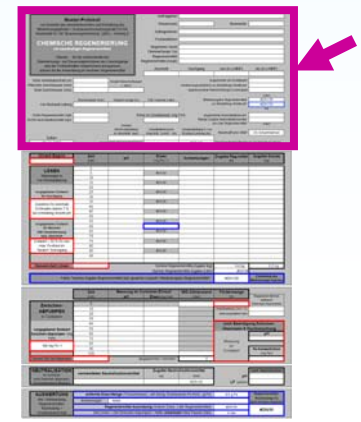
Eisen im Grundwasser (mg Fe/l)	1,10 mg Fe / l
--------------------------------	----------------

angestrebter Neutralisations-pH	pH 7,13
Menge Zugabe Neutralisationsmittel pro Liter Regeneriermittel	0,70 Liter
	(Liter)

	Umkehr Strömungsrichtung im Abschnitt (sec)	Umwälzleistung im Abschnitt (U/min ~ l/s)	Umwälzleistung in Vor-Rücklauf-Leitung (l/s)
Datum	40 sec	1.100 U/min	0,3 l/s
	angestrebter Regenerierbereich	Filterrohr-nah	37 m/min

MessNullPunkt / MNP OK Schachtrahmen

Geschwindigkeit Medium in Vor-Rücklauf-Leitung (m³/min)

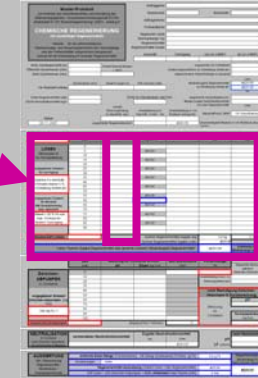


„aktives“ Protokoll nach W 130 (2007) – Anhang D
 Beispiel für Angaben im Informations- & Berechnungs-Block

Muster-Protokoll
zur Kontrolle des Arbeitsfortschrittes und Einhaltung des Minimierungsgebotes / Grundwasserschutzes gemäß DVGW Arbeitsblatt W 130 "Brunnenregenerierung" (2007) - Anhang D

CHEMISCHE REGENERIERUNG
mit säurehaltigen Regeneriermitteln

Hinweis: für die unterschiedlichen Überwachungs- und Steuerungstechniken der Lösevorgänge sind die Protokollblätter entsprechend anzupassen; ebenso für die Anwendung pH-neutraler Regeneriermittel



Uhrzeit Beginn	Zeit (min)	pH
14:15 Uhr		
LÖSEN pH-Messungen in Vor-Rücklaufleitung	0	7,35
	5	1,38
	10	0,98
	15	1,02
	20	0,91
	25	0,94
	30	0,98
	35	1,03
	40	0,93
	45	0,96
	50	1,00
	55	0,96
	60	0,99

Gesamt-Zeit Lösen 60 min

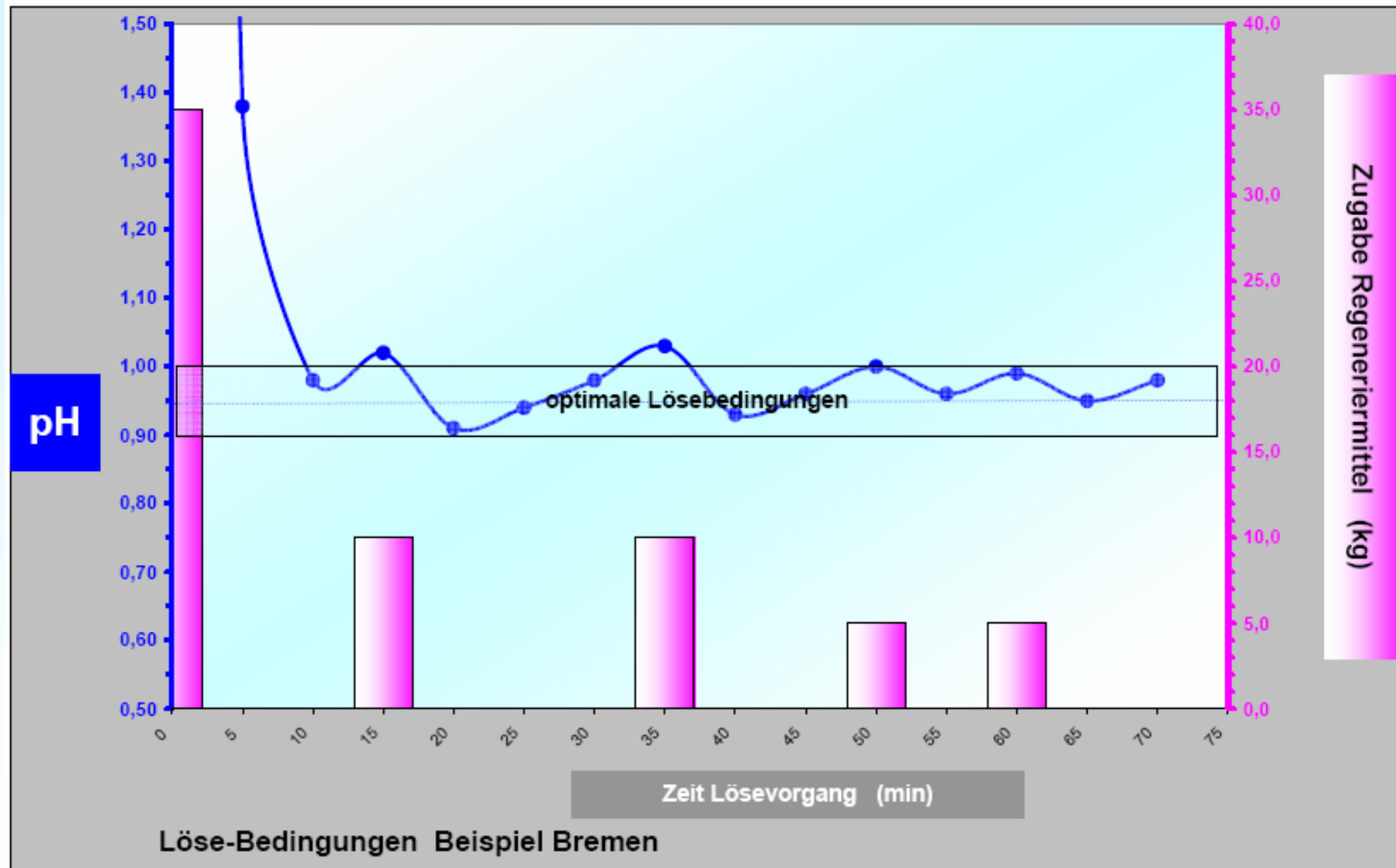
Anmerkungen	Zugabe Reg.mittel (kg)	Zugabe Zusatz (kg)
trüb; LF 505 µS	35,0	1,8
klar, leicht gefärbt		
	10,0	0,5
	10,0	0,5
	5,0	0,3

Summe Regeneriermittel-Zugabe (kg) 60,0 kg 3,1 kg

Summe Regeneriermittel-Zugabe (Liter) 48,4 Liter

Faktor "Summe Zugabe Regeneriermittel über gesamte Lösezeit / Mindestzugabe Regeneriermittel"	1,9	Einhaltung des Minimierungs-Gebotes
---	------------	--

angepasstes „aktives“ Protokoll nach W 130 (2007) – Anhang D
Beispiel für Dosierungs-Kontrolle säurehaltiger Regeneriermittel,
für die Fortschrittskontrolle „Lösen“ ist ein fester Wert, z.B. „60 Minuten“ vorgegeben



Monitor-Darstellung: Regeneriermittel-Zugabe + pH im Arbeitsabschnitt

Muster-Protokoll
zur Kontrolle des Arbeitsfortschrittes und Einhaltung des Minimierungsgebotes / Grundwasserschutzsgemäß DVGW Arbeitsblatt W 130 "Brunnenregenerierung" (2007) - Anhang D

CHEMISCHE REGENERIERUNG
mit saurehaltigen Regeneriermitteln

Hinweis: für die unterschiedlichen Überwachungs- und Steuerungstechniken der Lösevorgänge sind die Protokollblätter entsprechend anzupassen, ebenso für die Anwendung pH-neutraler Regeneriermittel

Uhrzeit Beginn	Zeit (min)	pH	Anmerkungen	Zugabe Reg.mittel (kg)	Zugabe Zusatz (kg)
14:15 Uhr					
LÖSEN pH-Messungen in Vor-Rücklaufleitung	0	7,35	trüb; LF 505 µS	35,0	1,8
	5	1,38			
	10	0,98	klar, leicht gefärbt	10,0	0,5
	15	1,02			
	20	0,91			
	25	0,94			
	30	0,98			
	35	1,03		10,0	0,5
	40	0,93			
	45	0,96			
	50	1,00			
55	0,96			5,0	0,3
60	0,99				
Gesamt-Zeit Lösen	60 min				
Summe Regeneriermittel-Zugabe (kg)				60,0 kg	3,1 kg
Summe Regeneriermittel-Zugabe (Liter)				48,4 l	
Faktor "Summe Zugabe Regeneriermittel über gesamte Lösezeit / Mindestzugabe Regeneriermittel"				1,9	Einhaltung des Minimierungs-Gebotes

Interpretation des Zugabe-Faktors
für die Einhaltung des Minimierungsgebotes

säurehaltige Regeneriermittel Zugabe-Faktor "Summe Zugabe Regeneriermittel über gesamte Lösezeit / Mindestzugabe Regeneriermittel"	≤ 2,5	Minimierungsgebot eingehalten	GRÜN
	> 2,5 .. ≤ 3,5	Minimierungsgebot gerade noch akzeptabel eingehalten	ORANGE
	> 3,5	Minimierungsgebot nicht eingehalten / Abbruch-Notwendigkeit prüfen	ROT

Eine Vernachlässigung in Ausführung und Dokumentation der Kontrolle der Regeneriermittelzugabe

- gefährdet den Erfolg der Maßnahme,
- vernachlässigt die Vorgaben des Minimierungsgebotes und
- widerspricht den Genehmigungsaufgaben zur Durchführung der Maßnahme.

Seit DVGW W 130 – 2001:
Beschreibung der Teilschritte
= Qualitätssicherung und
Grundlage für Dokumentation

- **Trennung**

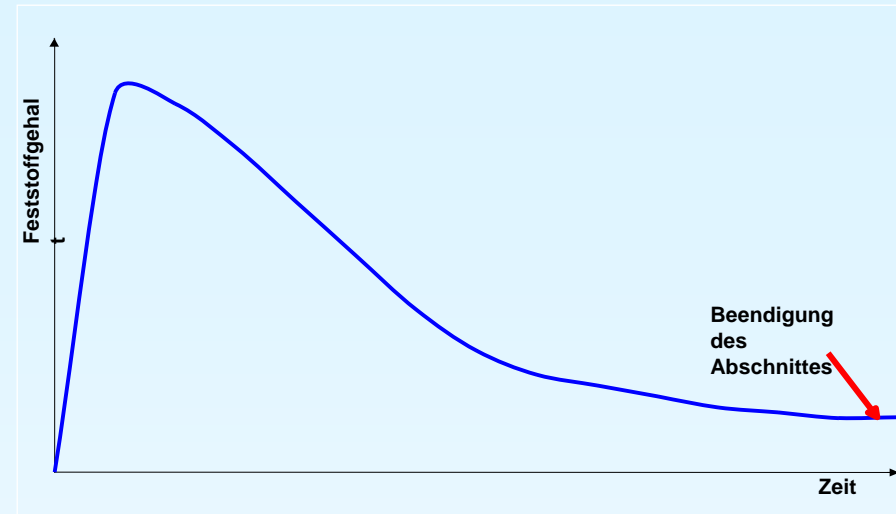
d.h. Aufhebung des Verbundes
zwischen Ab- bzw.
Einlagerungen und
Filterkorn/Brunnenrohr

- **Austrag**

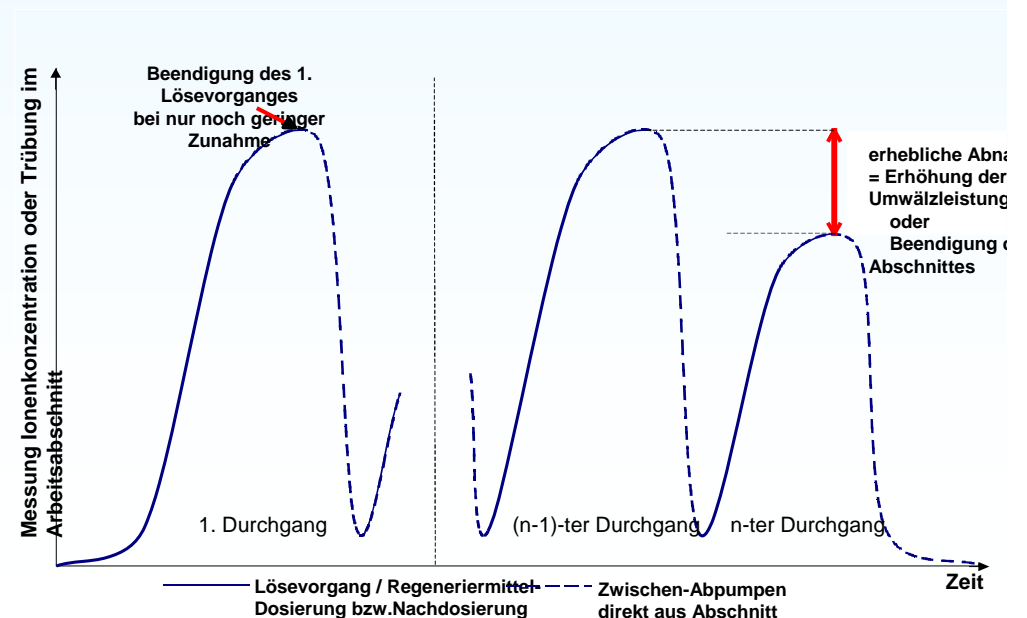
d.h. parallel zur Aufhebung des
Verbundes ist die gleichzeitige
Entfernung der (ab)gelösten
Ablagerungen aus dem
Brunnen von entscheidender
Bedeutung

- **Kontrolle**

d.h. Überwachung des
Regenerierfortschrittes zur
Steuerung des Arbeitsablaufes

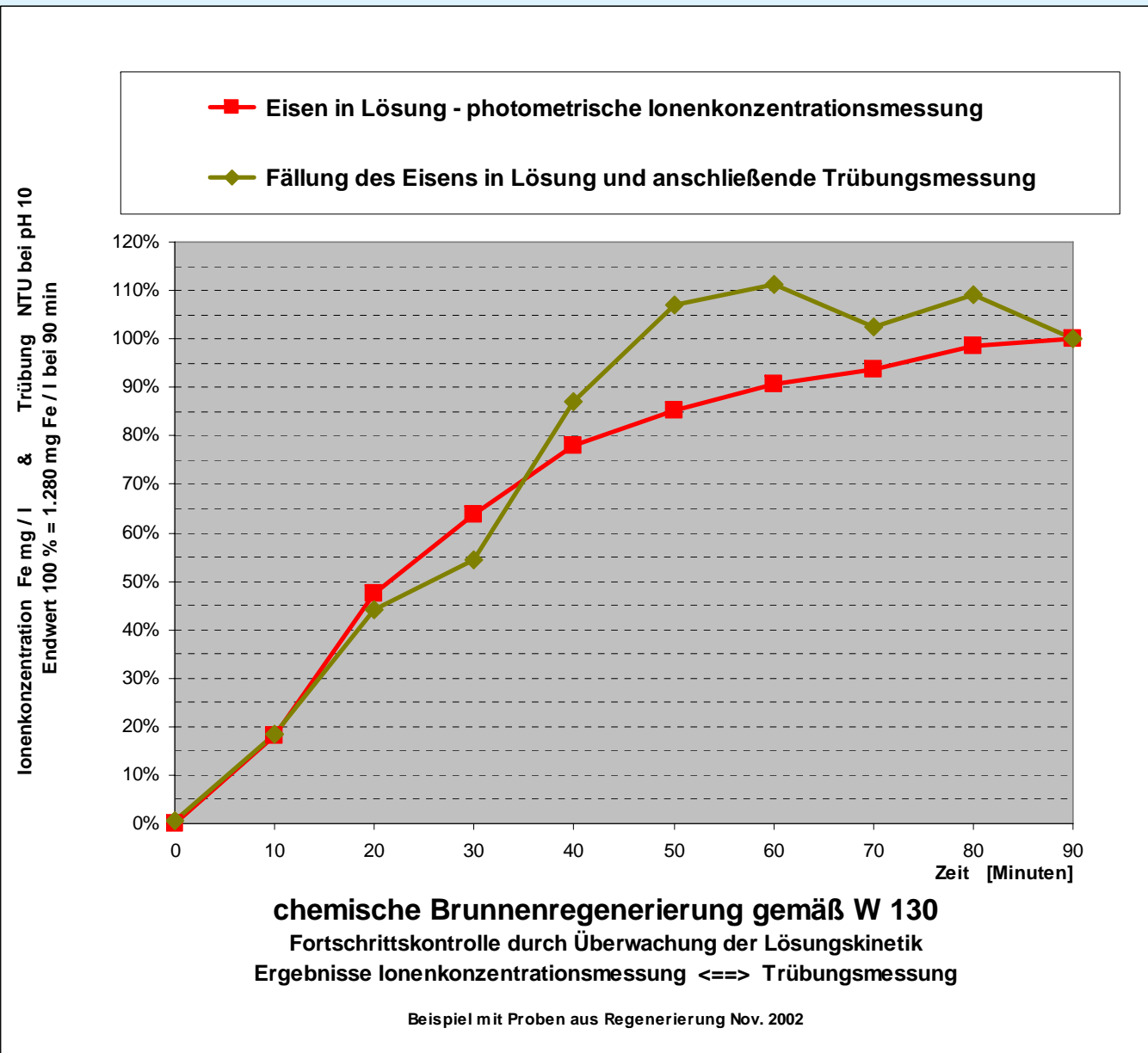


mechanische Regenerierung
Überwachung und Steuerung an einem Abschnitt
chemische Regenerierung



Methoden zur Fortschrittskontrolle bei der chemischen Brunnenregenerierung

- **Vorgabe „feste“ Lösezeit**
z.B. durch Lösetest
„nur“ 1 Lösevorgang
- **Messung der Ionenkonzentration** zur Fortschrittskontrolle
- **Messung der Trübung** zur Fortschrittskontrolle
- Überwachung mit **Rückgang Stromaufnahme**:
zu ungenau und nicht quantitativ Endwert-orientiert.
- Überwachung mit **Rückgang Druckdifferenz**:
zu ungenau und nicht quantitativ Endwert-orientiert
- Überwachung mit **Messung der Leitfähigkeit**
keine Interpretationsfähigkeit der Lösevorgänge aufgrund der konkurrierenden Vorgänge Dosierung-Lösen-Abdrift-Nachdosierung



Hinweis

beide Messarten sind für die Anwendung bei der Brunnenregenerierung patentrechtlich geschützt.


Vergleich

Ionenkonzentrationsmessung - Trübungsmessung

Muster-Protokoll
zur Kontrolle des Arbeitsfortschrittes und Einhaltung des
Minimierungsgebotes / Grundwasserschutzes gemäß DVGW
Arbeitsblatt W 130 "Brunnenregenerierung" (2007) - Anhang D

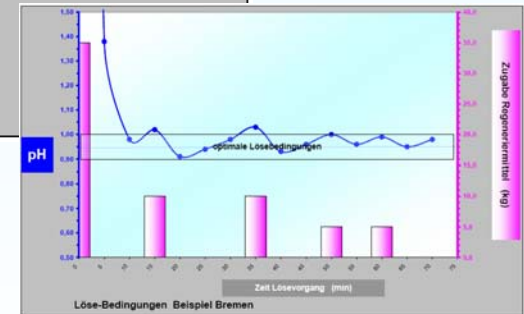
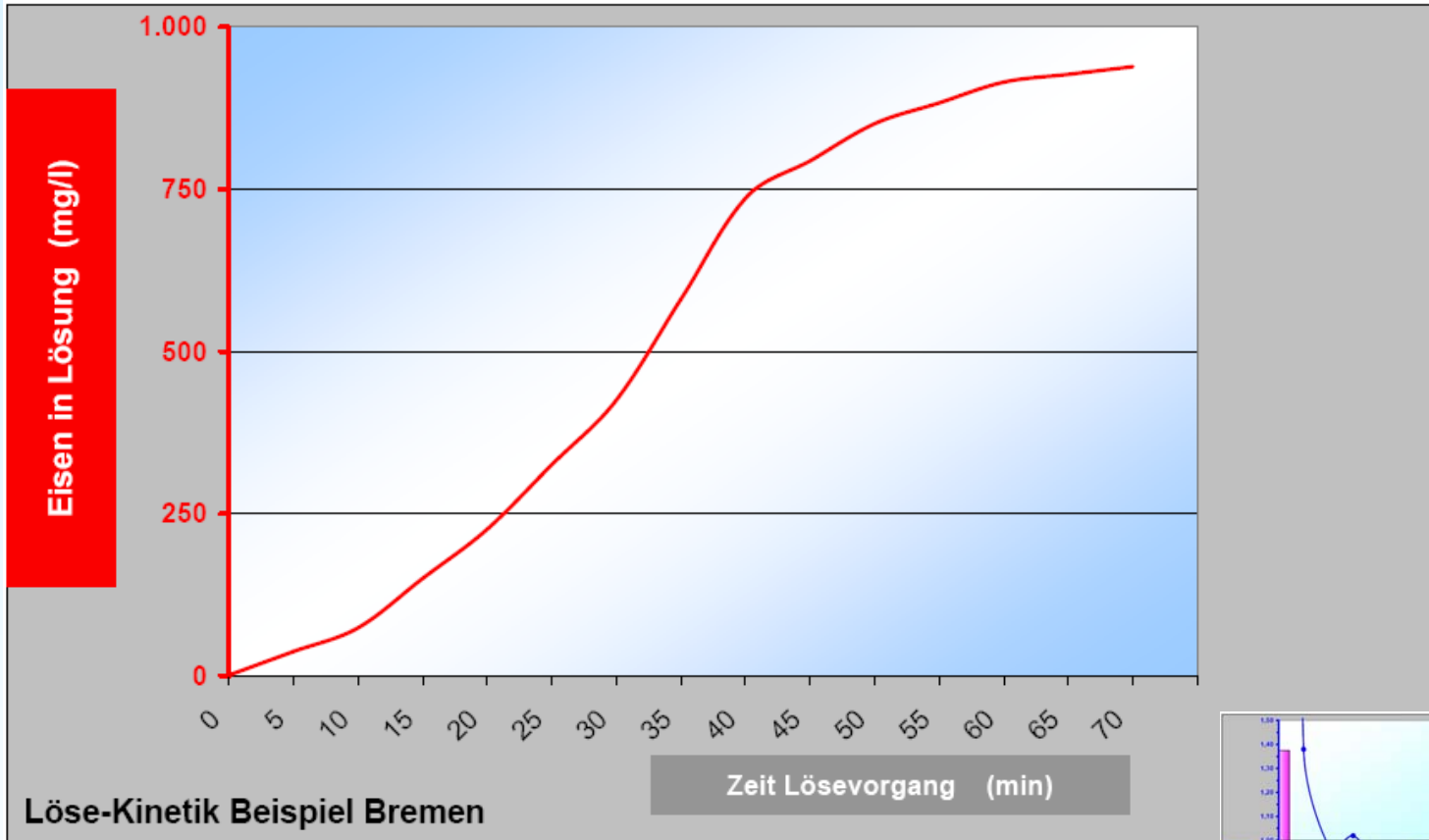
CHEMISCHE REGENERIERUNG
mit saurehaltigen Regeneriermitteln

Hinweis: für die unterschiedlichen
Überwachungs- und Steuerungstechniken der Lösevorgänge
sind die Protokollblätter entsprechend anzupassen;
ebenso für die Anwendung pH-neutraler Regeneriermittel



Uhrzeit Beginn	Zeit (min)	pH	Eisen (mg Fe / l)	Anmerkungen	Zugabe Reg.mittel (kg)	Zugabe Zusatz (kg)
14:15 Uhr						
LÖSEN Messungen in Vor-Rücklaufleitung	0	7,35	1,10	trüb; LF 505 µS	35,0	1,8
	5	1,38	6.627,3 % Zunahme			
	10	0,98	74	klar, leicht gefärbt		
	15	1,02	205,4 % Zunahme		10,0	0,5
	20	0,91	226			
	25	0,94	88,1 % Zunahme			
	30	0,98	425			
	35	1,03	73,2 % Zunahme		10,0	0,5
	40	0,93	736			
	45	0,96	15,6 % Zunahme			
50	1,00	851		5,0	0,3	
55	0,96	7,6 % Zunahme				
60	0,99	915		5,0	0,2	
65	0,95	2,6 % Zunahme				
70	0,98	939				
vorgegebener Endwert für Durchgang						
Zunahme Fe innerhalb 10 Minuten kleiner 5 % bei Einhaltung Arbeits-pH						
vorgegebener Endwert für Wechsel KW-Umwälzleistung bzw. Abschnitt						
Endwert < 50 % Fe von max. Fe-Konz im "besten" Durchgang						
Gesamt-Zeit Lösen	70 min			Summe Regeneriermittel-Zugabe (kg)	65,0 kg	3,3 kg
				Summe Regeneriermittel-Zugabe (Liter)	52,4 Liter	
Faktor "Summe Zugabe Regeneriermittel über gesamte Lösezeit / Mindestzugabe Regeneriermittel"					2,1	Einhaltung des Minimierungs-Gebotes

„aktives“ Protokoll nach W 130 (2007) – Anhang D
Beispiel für Dosierungs-Kontrolle saurehaltiger Regeneriermittel
und Fortschrittskontrolle mit Messung der Ionenkonzentration

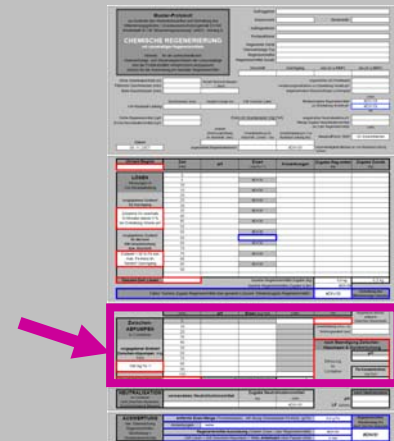


Monitor-Darstellung: Kinetik der Eisen-Lösung
 Parameter: konstante Lösebedingungen

Muster-Protokoll
 zur Kontrolle des Arbeitsfortschrittes und Einhaltung des
 Minimierungsgebotes / Grundwasserschutzes gemäß DVGW
 Arbeitsblatt W 130 "Brunnenregenerierung" (2007) - Anhang D

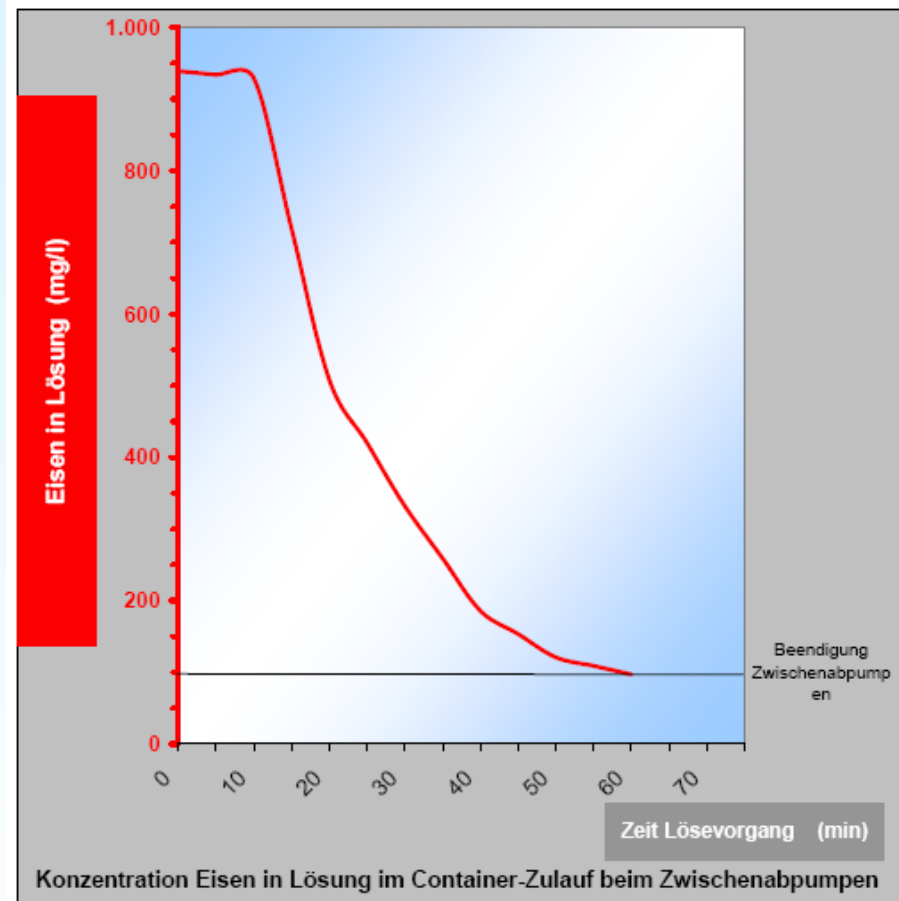
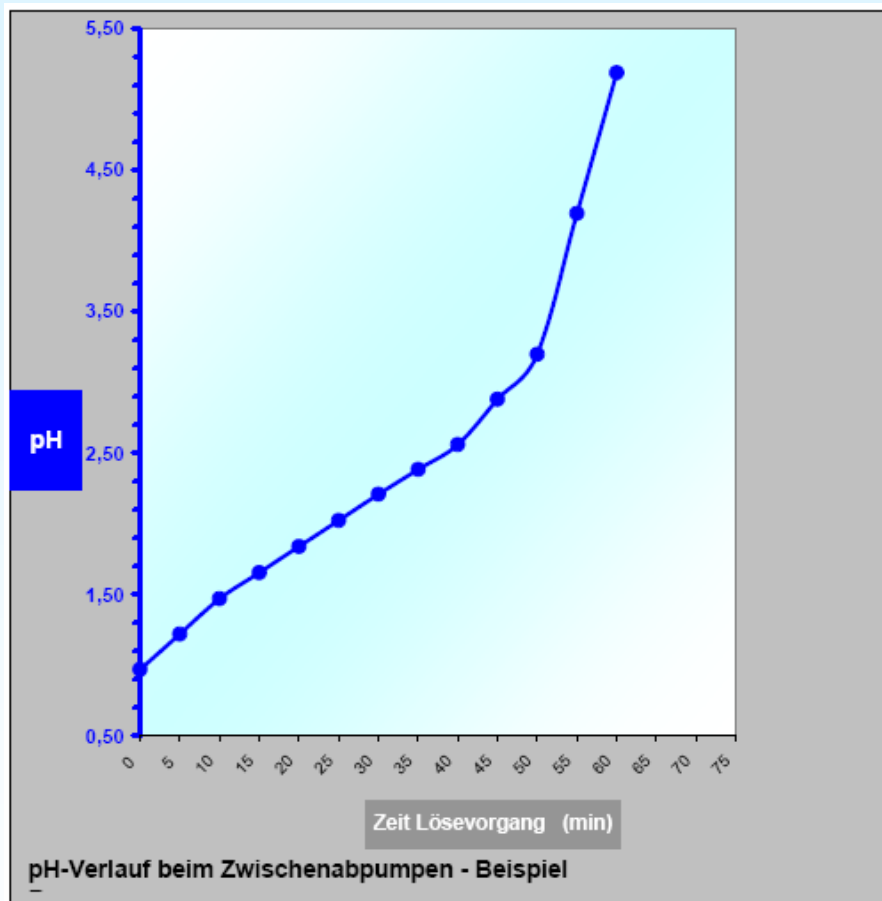
CHEMISCHE REGENERIERUNG
 mit säurehaltigen Regeneriermitteln

Hinweis: für die unterschiedlichen
 Überwachungs- und Steuerungstechniken der Lösevorgänge
 sind die Protokollblätter entsprechend anzupassen;
 ebenso für die Anwendung pH-neutraler Regeneriermittel



	Zeit (min)	Messung im Container-Einlauf		MID-Zählerstand (Liter)	Fördermenge (l/s)	Regenerier-Betrieb während Zwischen-Abpumpen
		pH	Eisen (mg Fe/l)			
Zwischen- ABPUMPEN in Container	0			44.567	1,3	Umwälzleistung (U/min ~ l/s) 900 U/min Strömungsumkehr (sec) 60 sec
	10	1,47	929			
	20	1,84	508			
	30	2,21	332			
vorgegebener Endwert Zwischen-Abpumpen (mg Fe/l)	40	2,56	186		nach Beendigung Zwischen- Abpumpen & Durchmischung Messung im Container pH 2.89 Fe-Konzentration (mg Fe/l) 212 mg Fe / l	
	50	3,20	121			
	60	5,19	97			
	70					
100 mg Fe / l	80					
	90					
	100			48.938		
Gesamt-Zeit Zwi.Abpumpen	60 min	abgepumptes Volumen		4.371		

„aktives“ Protokoll nach W 130 (2007) – Anhang D
 Beispiel für Kontrolle Zwischenabpumpen säurehaltiges Regeneriermittel
 mit pH-Kontrolle und Fortschrittskontrolle mit Messung der Ionenkonzentration



Monitor-Darstellung:
pH-Verlauf & Fe-Konzentration beim Zwischenabpumpen

Muster-Protokoll
 zur Kontrolle des Arbeitsfortschrittes und Einhaltung des
 Minimierungsgebotes / Grundwasserschutzes gemäß DVGW
 Arbeitsblatt W 130 "Brunnenregenerierung" (2007) - Anhang D

CHEMISCHE REGENERIERUNG
 mit saurehaltigen Regeneriermitteln

Hinweis: für die unterschiedlichen
 Überwachungs- und Steuerungstechniken der Lösevorgänge
 sind die Protokollblätter entsprechend anzupassen;
 ebenso für die Anwendung pH-neutraler Regeneriermittel

NEUTRALISATION
 im Container
 nach Zwischen-Abpumpen,
 Durchmischung & Messung

verwendetes Neutralisationsmittel	Zugabe Neutralisationsmittel	
	(kg)	(Liter)
Produkt PQR der Fa. ABC	40,5	30,5

nach Neutralisation	
pH	6,90
LF (µS/cm)	3.820 µS/cm

„aktives“ Protokoll nach W 130 (2007) – Anhang D

Beispiel für Dokumentation Neutralisation saurehaltiges Regeneriermittel
 die Neutralisation nach Beendigung des Zwischenabpumpens eines Lösevorgangs durchgeführt

Muster-Protokoll
 zur Kontrolle des Arbeitsfortschrittes und Einhaltung des
 Minimierungsgebotes / Grundwasserschutzes gemäß DVGW
 Arbeitsblatt W 130 "Brunnenregenerierung" (2007) - Anhang D

CHEMISCHE REGENERIERUNG
 mit säurehaltigen Regeneriermitteln

Hinweis: für die unterschiedlichen
 Überwachungs- und Steuerungstechniken der Lösevorgänge
 sind die Protokollblätter entsprechend anzupassen;
 ebenso für die Anwendung pH-neutraler Regeneriermittel

AUSWERTUNG inkl. Überwachung Regeneriermittel- Rückholung = Grundwasserschutz	entfernte Eisen-Menge (Trockenmasse) - mit Abzug Grundwasser-Fe-Konz. (g Fe)	921,8 g Fe	Regeneriermittel- Rückholung (%) durch Zwischen-Abpumpen
	Anmerkungen	keine	
	Regeneriermittel-Ausnutzung (Gramm Eisen / Liter Regeneriermittel)	17,59	83 %
	Zeit Lösen + Zeit Zwischen-Abpumpen = Netto-Arbeitszeit ohne Pausen (min)	130 min	

säurehaltige Regeneriermittel Regeneriermittel- Rückholung "Summe entferntes Regeneriermittel / Summe Zugabe Regeneriermittel"	≥ 70 %	Forderungen des Grundwasserschutzes eingehalten	GRÜN
	≥ 50 % .. < 70 %	Forderungen des Grundwasserschutzes gerade noch akzeptabel eingehalten	ORANGE
	< 50 %	Forderungen des Grundwasserschutzes nicht eingehalten / Abbruch-Notwendigkeit prüfen	ROT

„aktives“ Protokoll nach W 130 (2007) – Anhang D
 Beispiel für Kurz-Auswertung eines Regenerier-Durchganges
 +
 Interpretation der Regeneriermittel-Rückholung
 für die Einhaltung der Vorgaben des Grundwasserschutzes

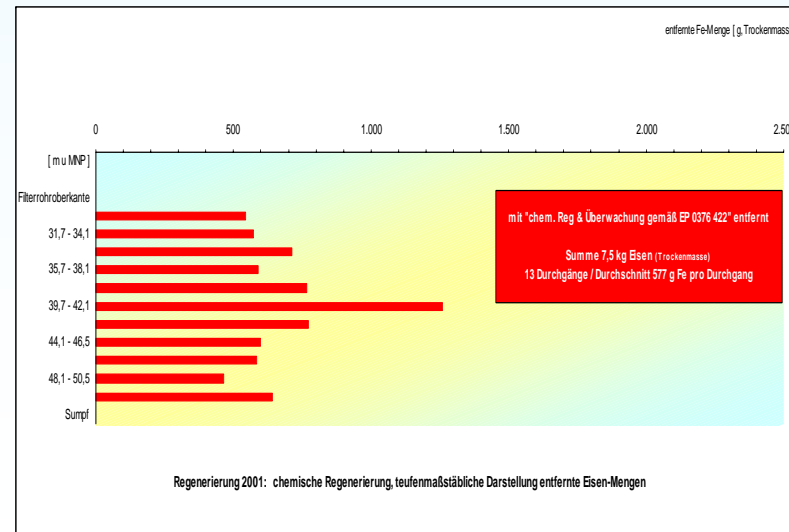
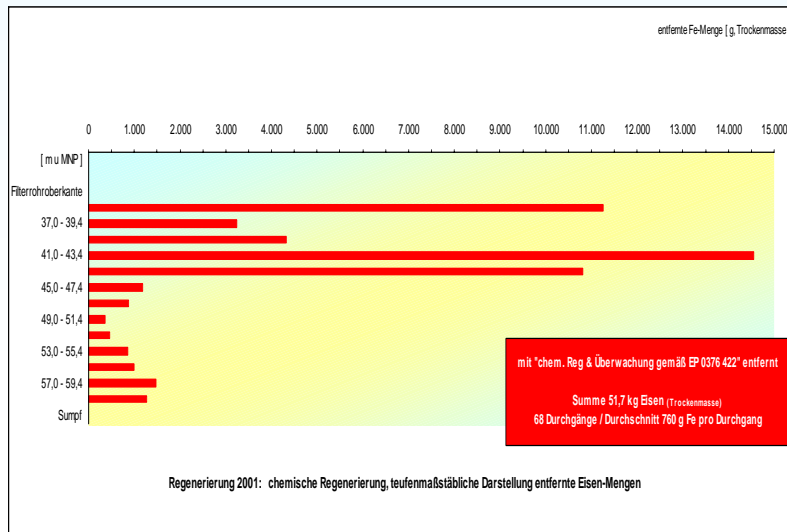
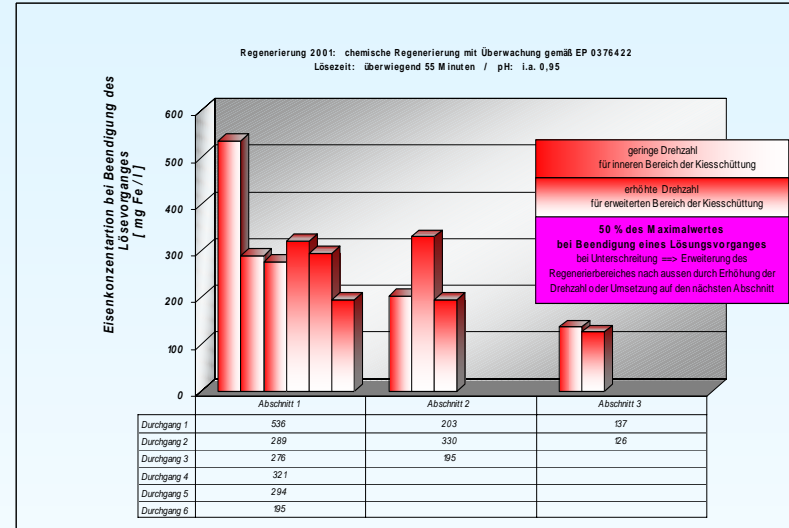
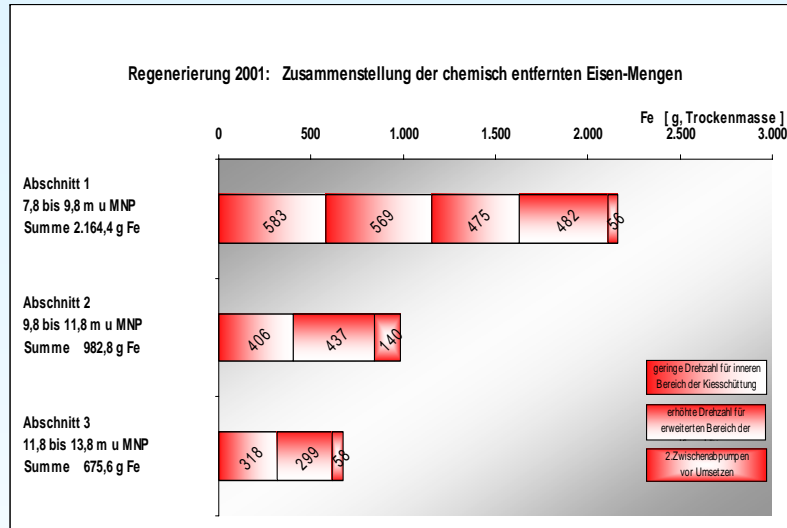
**Einhaltung des
Minimierungsgebotes
durch
Kontrolle der
Regeneriermittel-
ZUGABE**

**Einhaltung des Forderungen
des Grundwasserschutzes
durch
Kontrolle der
Regeneriermittel-
RÜCKHOLUNG**

säurehaltige Regeneriermittel Zugabe-Faktor "Summe Zugabe Regeneriermittel über gesamte Lösezeit / Mindestzugabe Regeneriermittel"	≤ 2,5	Minimierungsgebot eingehalten	GRÜN	Forderungen des Grundwasserschutzes eingehalten	≥ 70 %	säurehaltige Regeneriermittel Reg.mittel- Rückholung "Summe entferntes Regeneriermittel / Summe Zugabe Regeneriermittel"
	> 2,5 .. ≤ 3,5	Minimierungsgebot gerade noch akzeptabel eingehalten	ORANGE	Forderungen des Grundwasserschutzes gerade noch akzeptabel eingehalten	≥ 50% - ≤ 70%	
	> 3,5	Minimierungsgebot nicht eingehalten / Abbruch- Notwendigkeit prüfen	ROT	Forderungen des Grundwasserschutzes nicht eingehalten / Abbruch- Notwendigkeit prüfen	< 50 %	

Anwendung der „aktiven“ Protokolle zur chemischen Brunnenregenerierung

Beispiele - Auswertung chemische Regenerierung verschiedene Darstellungen zu entfernten Eisen-Mengen (g Fe, Trockenmasse) Messung nach dem Zwischenabpumpen im Container (vor Neutralisation)



Regenerierung 2001: chemische Regenerierung, teufenmaßstäbliche Darstellung entfernte Eisen-Mengen

Regenerierung 2001: chemische Regenerierung, teufenmaßstäbliche Darstellung entfernte Eisen-Mengen



**Einhaltung des
Minimierungsgebotes
durch Kontrolle der
Regeneriermittel-
Dosierung**



Fortschrittskontrolle chemischer Regenerierverfahren



Zwischenabpumpen zur Entfernung gesättigter Lösungen und zur Einhaltung der Forderungen des Grundwasserschutzes

inkl. Bilanzierung der entfernten Fe-Menge /
Neutralisation mit Berechnung der Regeneriermittel-Rückholung /
Feststoffabtrennung für ordnungsgemäße Entsorgung



Muster-Protokoll gemäß DVGW Arbeitsblatt W 130 "Brunnenregenerierung" (2007) - Anhang F
parameterkontrolliertes End-Abpumpen
 Durchführung nach chemischer Regenerierung - Ausführung von oben nach unten

Blatt Nr.
 Anzahl Blätter

Auftraggeber Wasserwerk BrunnenNr.
 Auftragnehmer Protokollführer

MessNullPunkt - MNP Abschnitt Nr. von (m u MNP) bis (m u MNP)

Bohr. Durchmesser (mm) RWSP (m u MNP) angemommener Kiesschüttungs Lückengrad
 Filterrohr. Durchmesser (mm) Sohle Bohrung (m u MNP) wassergefüllter Volumeninhalt des Brunnees (m³)

Neutralisationsmittel - Typ Dichte Neutralisationsmittel (kg/l) Datum
 Steigung Durchmesser, wenn (mm) Volumen Steigung (m³) Steiggeschwindigkeit des Mediums (m/min)

Uhrzeit Beginn 00:00 Uhr	Wasser- spiegel	Förder- menge	abge- pumptes Volumen	Leit- fähigkeit	pH	Zugabe Neutrali- sations- mittel	Anmerkungen z.B. Färbung, Sediment, Färbung Flüssigkeit, Trübung	Fortsetzung							
								Zeit ab Beginn	Wasser- spiegel	Förder- menge	abge- pumptes Volumen	Leit- fähigkeit	pH	Zugabe Neutrali- sations- mittel	Anmerkungen z.B. Färbung, Sediment, Färbung Flüssigkeit, Trübung
(min.)	(m u MNP)	(l/s)	(m³)	(µS/cm)		(kg)		(min.)	(m u MNP)	(l/s)	(m³)	(µS/cm)		(kg)	
0								150			0,0				
5								155			0,0				
10			0,0					170			0,0				
15			0,0					175			0,0				
20			0,0					180			0,0				
25			0,0					185			0,0				
30			0,0					190			0,0				
35			0,0					195			0,0				
40			0,0					200			0,0				
45			0,0					205			0,0				
50			0,0					210			0,0				
55			0,0					215			0,0				
60			0,0					220			0,0				
65			0,0					225			0,0				
70			0,0					230			0,0				
75			0,0					235			0,0				
80			0,0					240			0,0				
85			0,0					245			0,0				
90			0,0					250			0,0				
95			0,0					255			0,0				
100			0,0					260			0,0				
105			0,0					265			0,0				
110			0,0					270			0,0				
115			0,0					275			0,0				
120			0,0					280			0,0				
125			0,0					285			0,0				
130			0,0					290			0,0				
135			0,0					295			0,0				
140			0,0					300			0,0				
145			0,0					305			0,0				
150			0,0					310			0,0				
155			0,0					315			0,0				

abgepumptes Volumen (m³) Summe Zugabe Neutralisationsmittel (kg)
 abgepumptes Volumen (m³) = Blatt-Summe Summe Zugabe Neutralisationsmittel (kg) = Blatt-Summe

#DIV/0! (L&R)

Hinweis: dieses Muster-Protokoll wird für saurehaltige Regeneriermittel angewendet; für pH-neutrale Regeneriermittel ist es entsprechend anzupassen.

Grundwasserschutz: Berechnung Regeneriermittel-Rückholung durch Zwischenabpumpen bei chem. Regenerierung + parameterkontrolliertem Endabpumpen

Summe Zugabe Regeneriermittel (Liter) Summen-Wert aus allen Protokollen der chemischen Regenerierung / Lösen übernehmen
 Summe Zugabe Neutralisationsmittel (Liter) Summen-Wert aus allen Protokollen der chem. Regenerierung / Zwischenabpumpen übernehmen
 Summe Zugabe Neutralisationsmittel pro Liter Regeneriermittel (Liter) Summen-Wert aus Protokollen des parameterkontrollierten Endabpumpens übernehmen
 Zugabe-Menge Neutralisationsmittel pro Liter Regeneriermittel (Liter) Wert aus Protokoll "Ermittlung von Kennzahlen für die chem. Regenerierung" - Test 2 - übernehmen
 berechnete Regeneriermittel-Rückholung (%)

Download
www.figawa.de

Anhang F

Musterprotokoll für die Überwachung und Dokumentation des parameterkontrollierten Endabpumpens nach der chemischen Regenerierung

Muster-Protokoll gemäß DVGW Arbeitsblatt W 130 "Brunnenregenerierung" (2007) - Anhang F

parameterkontrolliertes End-Abpumpen

Durchführung nach chemischer Regenerierung - Ausführung von oben nach unten

Blatt Nr. **Muster**
 Anzahl Blätter **von 1**

Auftraggeber Wasserwerk BrunnenNr.
 Auftragnehmer Protokollführer

MessNullPunkt - MNP Abschnitt Nr. von (m u MNP) bis (m u MNP)

Bohr-Durchmesser (mm) RWSP (m u MNP) angenommener Kiesschüttungs-Lückengrad
 Filterrohr-Durchmesser (mm) Sohle Bohrung (m u MNP) wassergefüllter Volumeninhalt des Brunnens (m³)

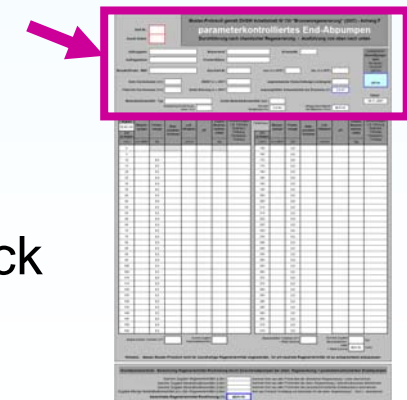
Neutralisationsmittel - Typ Dichte Neutralisationsmittel (kg/l)
 Steigleitung-Durchmesser, Innen (mm) Volumen Steigleitung (l/m) Steiggeschwindigkeit des Mediums (m/min)

vorgegebener Beendigungswert für diesen Abschnitt (µS/cm)
505
 µS/cm

Datum

„aktives“ Protokoll nach W 130 (2007) – Anhang F

Beispiel für Angaben im Informations- & Berechnungs-Block





angepasstes „aktives“ Protokoll nach W 130 (2007) – Anhang F

Beispiel für Kontrolle Rückholung säurehaltiger Regeneriermittel mit Messung Leitfähigkeit und pH + Neutralisation

Im Beispiel sind 3 Abschnitte (1, 2 & 10) zusammengefasst.

Muster-Protokoll gemäß DVGW Arbeitsblatt W 130 "Brunnenregenerierung" (2007) - Anhang F

parameterkontrolliertes End-Abpumpen

Durchführung nach chemischer Regenerierung - Ausführung von oben nach unten

Uhrzeit Beginn	Wasser-spiegel	Förder-menge	abge-pumptes Volumen	Leit-fähigkeit	pH	Zugabe Neutrali-sations-mittel	Anmerkungen z.B. Färbung Sediment, Färbung Flüssigkeit, Trübung
Zeit ab Beginn	(m u MNP)	(l/s)	(m³)	(µS/cm)		(kg)	
(min)							
0	9,83			937	6,09		Abschnitt 1 29 - 31 m u MNP
5		10,0	3,00 m³	765	6,51		trüb + etwas Feststoffe, grau
10		10,0	3,00 m³	745	6,58		trüb + etwas Feststoffe, grau
15		10,0	3,00 m³	785	6,49		trüb + etwas Feststoffe, grau
20		10,0	3,00 m³	934	6,10		trüb + etwas Feststoffe, grau
25		10,0	3,00 m³	1.092	5,81	0,6	im Auslauf pH 7,2
30	12,16	10,0	3,00 m³	1.054	5,76	0,3	im Auslauf pH 6,9
35		10,0	3,00 m³	987	5,95	0,4	im Auslauf pH 8,3
40		10,0	3,00 m³	928	6,13		leicht trüb, wenig Feststoffe
45		10,0	3,00 m³	874	6,27		leicht trüb, wenig Feststoffe
50		10,0	3,00 m³	823	6,38		leicht trüb
55		10,0	3,00 m³	780	6,47		taet klar
60	12,17	10,0	3,00 m³	742	6,56		taet klar
65		10,0	3,00 m³	708	6,65		taet klar
70		10,0	3,00 m³	680	6,69		klar
75		10,0	3,00 m³	655	6,74		
80		10,0	3,00 m³	635	6,80		
85		10,0	3,00 m³	620	6,85		
90		10,0	3,00 m³	599	6,92		
95		10,0	3,00 m³	578	6,99		
100		10,0	3,00 m³	566	7,03		
105		10,0	3,00 m³	555	7,08		
110		10,0	3,00 m³	545	7,12		
115		10,0	3,00 m³	537	7,15		
120	12,16	10,0	3,00 m³	528	7,19		
125		10,0	3,00 m³	520	7,24		
130		10,0	3,00 m³	513	7,29		
135		10,0	3,00 m³	510	7,31		
140		10,0	3,00 m³	509	7,31		
145		10,0	3,00 m³	509	7,32		
150		10,0	3,00 m³	508	7,32		
155		10,0	3,00 m³	508	7,33		

abgepumptes Volumen (m³) Abschnitt 1 Summe Zugabe Neutralisationsmittel kg

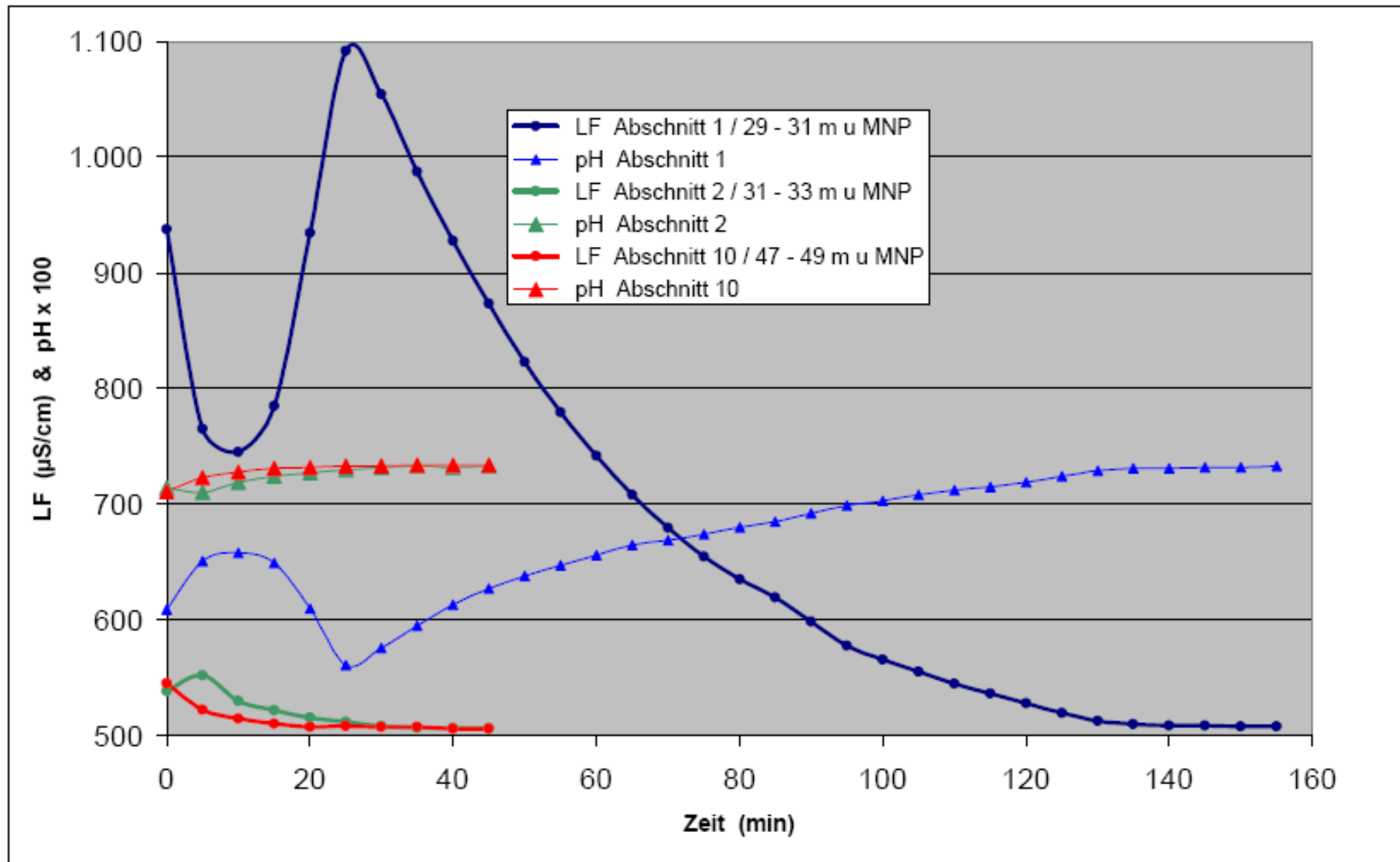
Uhrzeit Beginn	Wasser-spiegel	Förder-menge	abge-pumptes Volumen	Leit-fähigkeit	pH	Zugabe Neutrali-sations-mittel	Anmerkungen z.B. Färbung Sediment, Färbung Flüssigkeit, Trübung
Zeit ab Beginn	(m u MNP)	(l/s)	(m³)	(µS/cm)		(kg)	
(min)							
0	10,02			539	7,14		Abschnitt 2 31 - 33 m u MNP
5		9,5	2,85 m³	552	7,10		leicht trüb, wenig Feststoffe
10		9,5	2,85 m³	530	7,19		leicht trüb, wenig Feststoffe
15		9,5	2,85 m³	522	7,24		leicht trüb
20		9,5	2,85 m³	516	7,27		klar
25		9,5	2,85 m³	512	7,30		
30	12,17	9,5	2,85 m³	509	7,32		
35		9,5	2,85 m³	507	7,33		
40		9,5	2,85 m³	507	7,32		
45	12,18	9,5	2,85 m³	507	7,33		

abgepumptes Volumen (m³) Abschnitt 2 Summe Zugabe Neutralisationsmittel

Uhrzeit Beginn	Wasser-spiegel	Förder-menge	abge-pumptes Volumen	Leit-fähigkeit	pH	Zugabe Neutrali-sations-mittel	Anmerkungen z.B. Färbung Sediment, Färbung Flüssigkeit, Trübung
Zeit ab Beginn	(m u MNP)	(l/s)	(m³)	(µS/cm)		(kg)	
(min)							
0	10,02			539	7,14		Abschnitt 10 47 - 49 m u MNP
5		10,5	3,15 m³	552	7,10		leicht trüb, wenig Feststoffe
10		10,5	3,15 m³	530	7,19		leicht trüb
15		10,5	3,15 m³	522	7,24		leicht trüb
20		10,5	3,15 m³	516	7,27		klar
25		10,5	3,15 m³	512	7,30		
30	12,17	10,5	3,15 m³	509	7,32		
35		10,5	3,15 m³	507	7,33		
40		10,5	3,15 m³	507	7,32		
45	12,18	10,5	3,15 m³	507	7,33		

abgepumptes Volumen (m³) Abschnitt 10 Summe Zugabe Neutralisationsmittel

Hinweis: dieses Muster-Protokoll wird für säurehaltige Regeneriermittel angewendet; für pH-neutrale Regeneriermittel ist es entsprechend anzupassen.



Monitor-Darstellung:

LF-Verlauf & pH-Verlauf beim parameterkontrollierten Endabpumpen

Besonderheit: „Fahrstuhl-Effekt“ in Abschnitt 1

Muster-Protokoll gemäß DVGW Arbeitsblatt W 130 "Brunnenregenerierung" (2007) - Anhang F

parameterkontrolliertes End-Abpumpen

Durchführung nach chemischer Regenerierung - Ausführung von oben nach unten

Grundwasserschutz: Berechnung Regeneriermittel-Rückholung durch Zwischenabpumpen bei chem. Regenerierung + parameterkontrolliertem Endabpumpen

Summe Zugabe Regeneriermittel (Liter)	1.310,0 Liter	Summen-Wert aus allen Protokollen der chemischen Regenerierung / Lösen übernehmen
Summe Zugabe Neutralisationsmittel (Liter)	775,0 Liter	Summen-Wert aus allen Protokollen der chem. Regenerierung / Zwischenabpumpen übernehmen
Summe Zugabe Neutralisationsmittel (Liter)	1,3 Liter	Summen-Wert aus allen Protokollen des parameterkontrollierten Endabpumpens übernehmen
Zugabe-Menge Neutralisationsmittel pro Liter Regeneriermittel (Liter)	0,70 Liter	Wert aus Protokoll "Ermittlung von Kenndaten für die chem. Regenerierung" - Test 2 - übernehmen
berechnete Regeneriermittel-Rückholung (%)	85 %	

„aktives“ Protokoll nach W 130 (2007) – Anhang F

Beispiel für Auswertung
Gesamt-Regeneriermittel-Rückholung

The image shows a screenshot of a technical protocol form titled "parameterkontrolliertes End-Abpumpen". The form contains various input fields and a large table with multiple columns and rows. A red arrow points to a specific section at the bottom of the form, which appears to be a summary or calculation area.

Neutralisation & Entsorgung



Beurteilung des Erfolges einer Regeneriermaßnahme = Aufgabe des AG / Ingenieurbüros

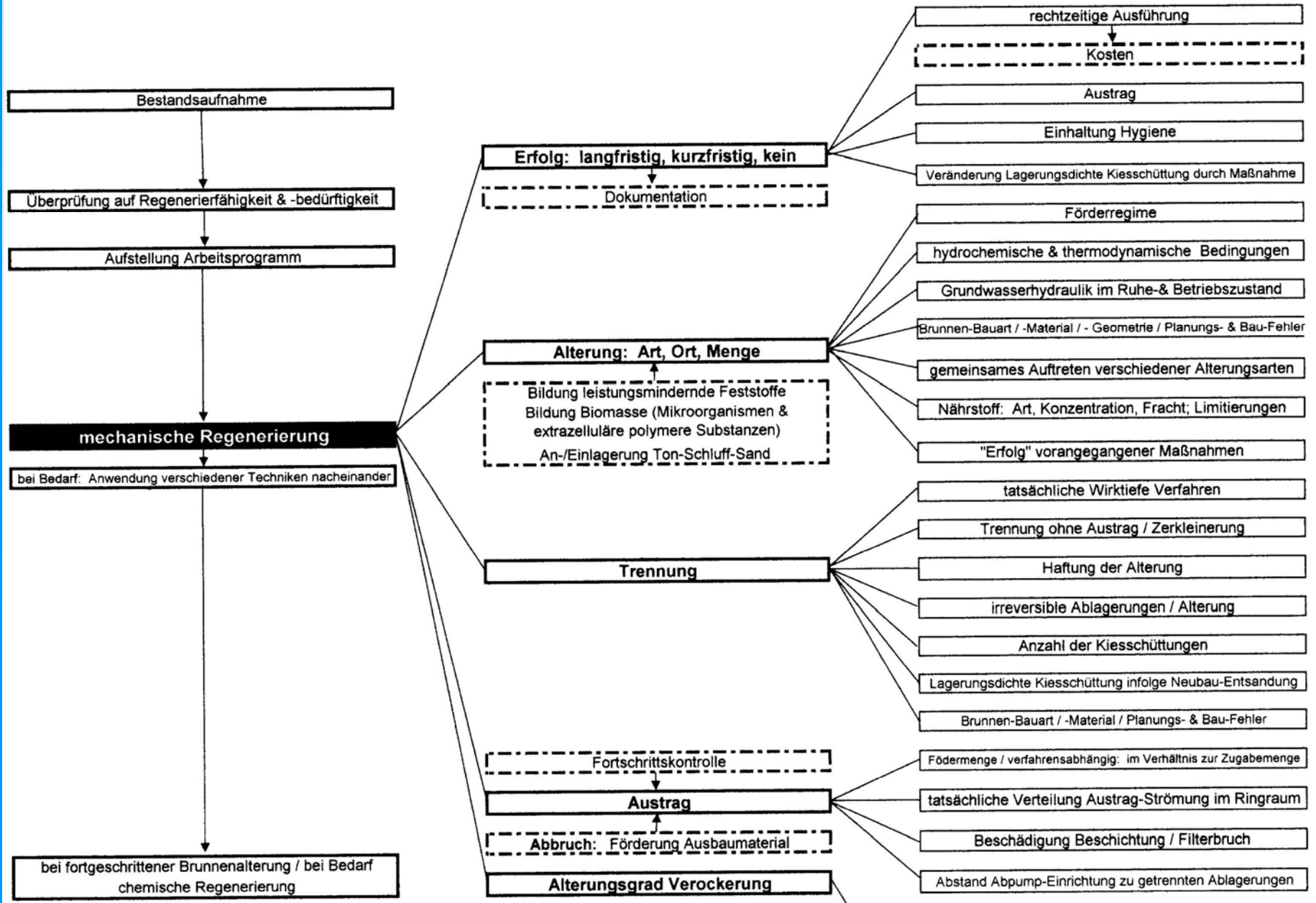
- Die **Auswertung** der Arbeitsprotokolle („Dokumentenanalyse“) und
- die technisch/wirtschaftliche **Erfolgs-Beurteilung** der Maßnahme gehören **nicht** zum **Leistungsumfang des Auftragnehmers**, sondern sind Aufgaben des Auftraggebers / des Ingenieurbüros.

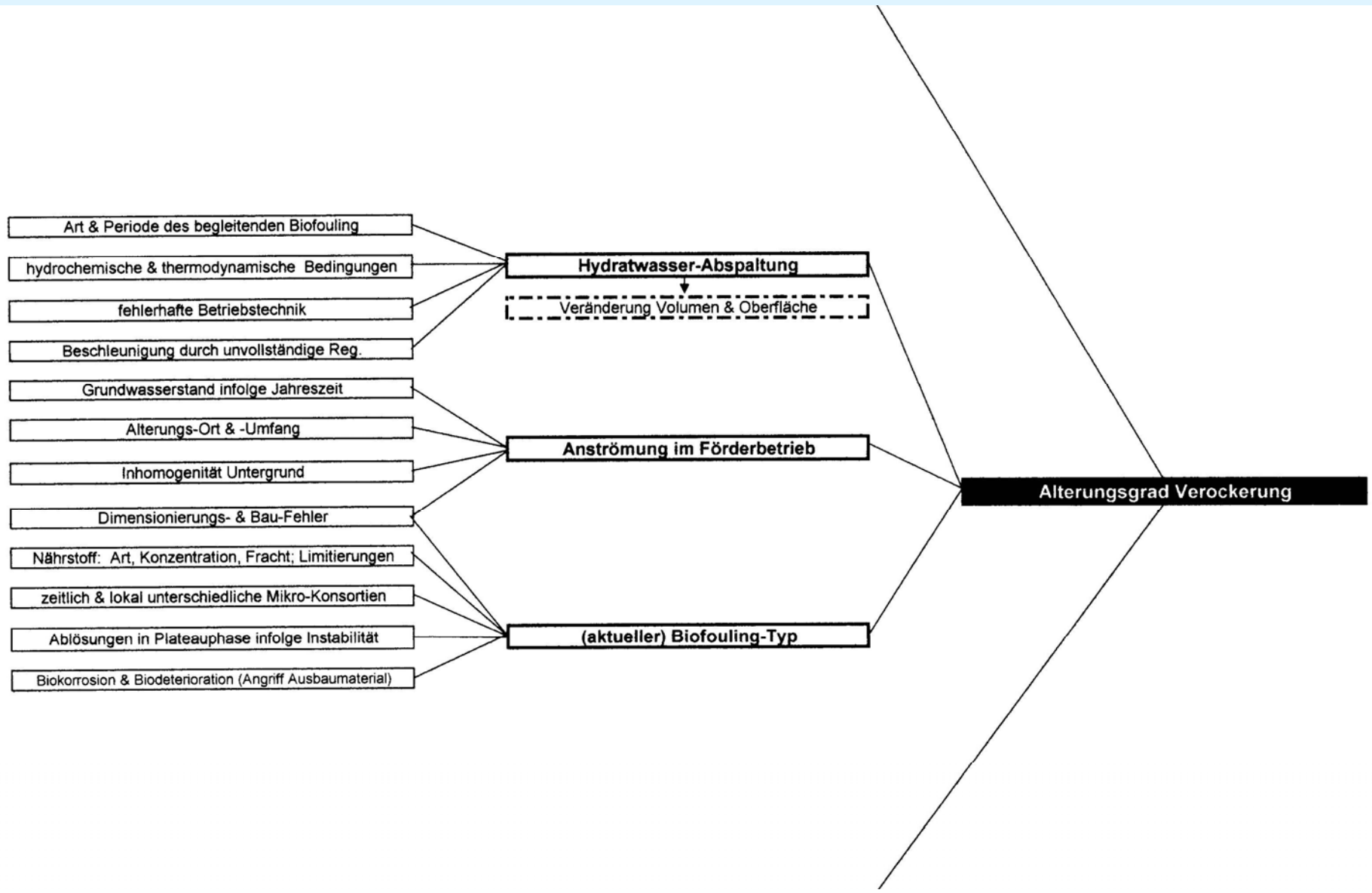
Technischer Erfolg:

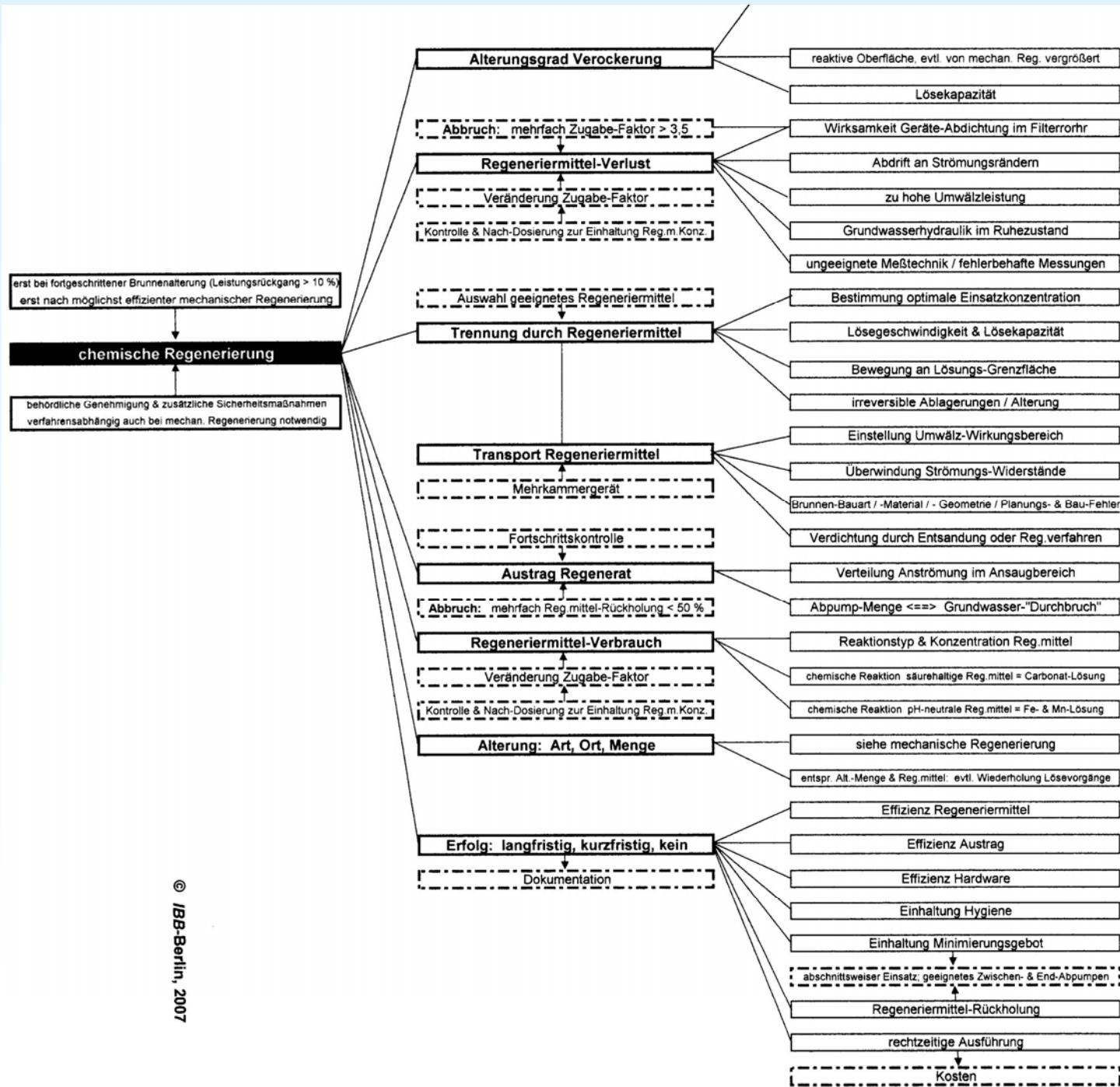
- Dokumentenanalyse (tabellarische & grafische Auswertung des „Datenfriedhofes“ Arbeitsprotokolle & Pumpsteste) unter Berücksichtigung der einfließenden & konkurrierenden Parameter („Matrix BA & BR“)
- div. Vergleiche vorher-nachher z.B. TV, Geophysik
- Vergleich mit Datenbanken

Wirtschaftlicher Erfolg:

- Kosten pro entfernte Menge unter Berücksichtigung von Datenbankvergleichen
- Kosten pro m³ Fördermenge
- Langzeitvergleiche

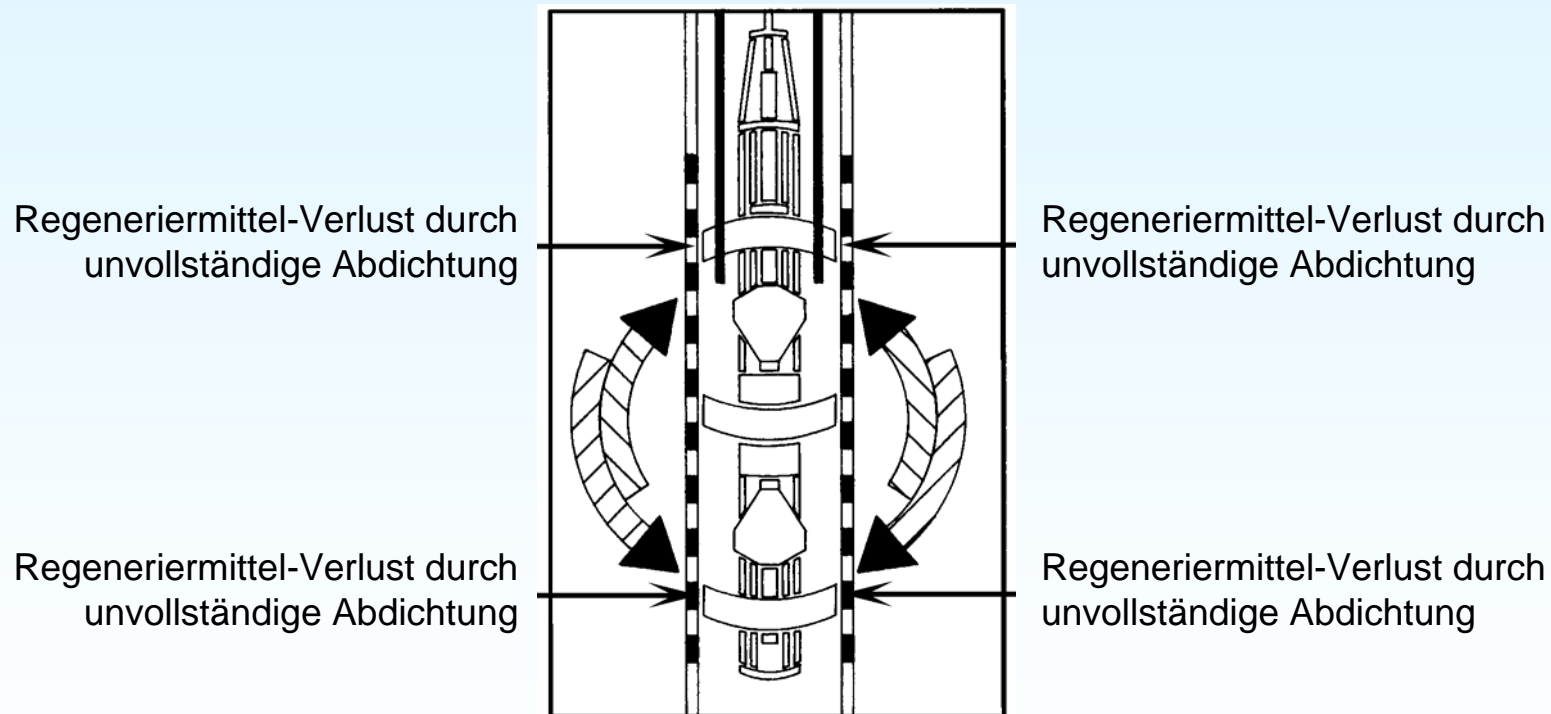






Regeneriermittel-Verlust bei unvollständiger Abdichtung am Mehrkammergerät

Mehrkammergerät mit Umkehrströmung und einstellbarer Umwälzleistung



technische Ausführungen zur Abdichtung eines Mehrkammergerätes im Filterrohr

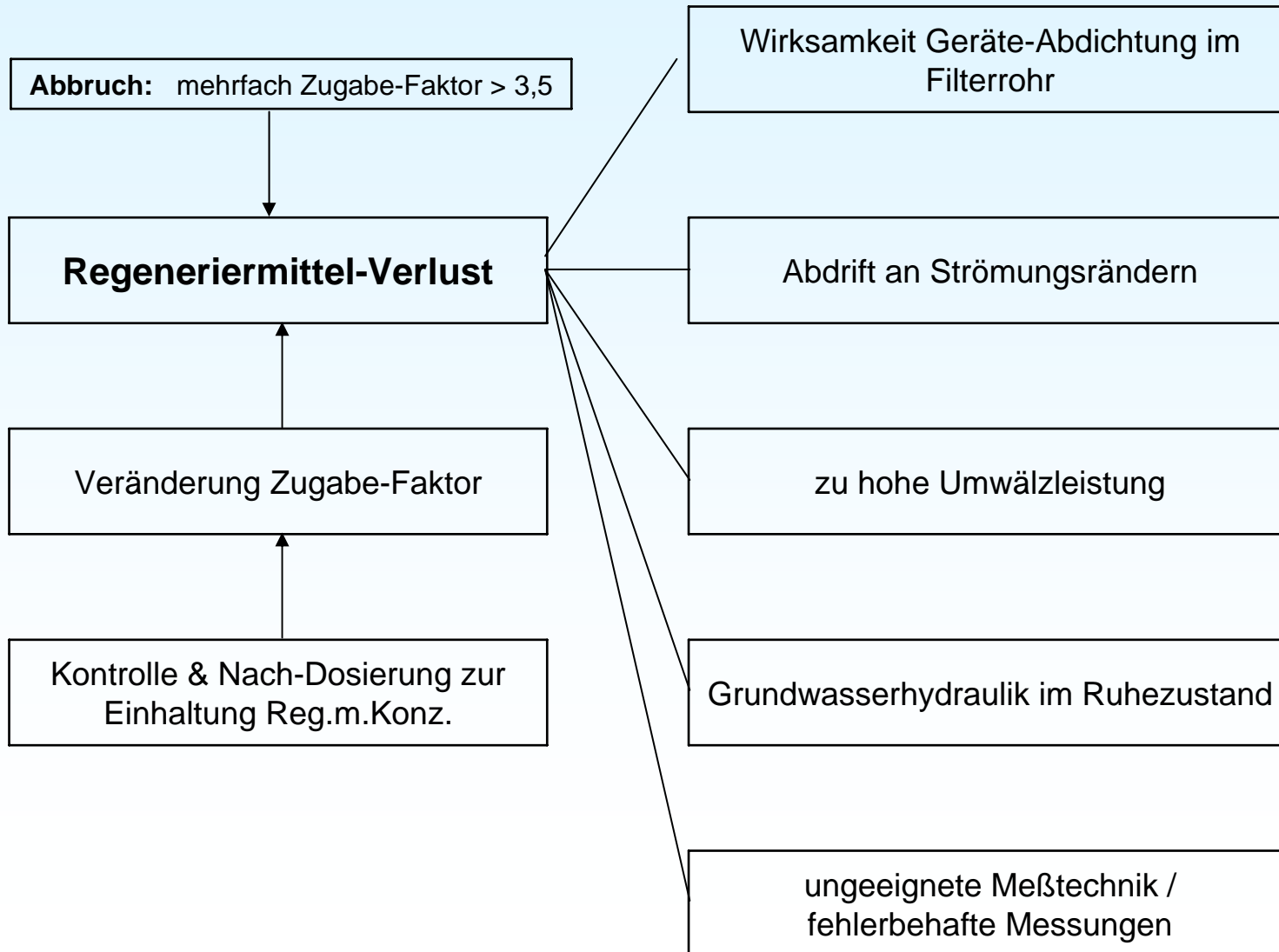
Wassergefüllte Abdichtungsschläuche

luftgefüllte Abdichtungsschläuche

Gummischeiben (einfach-mehrfach, weich-hart-gemischt, unterschiedl. Übermaß

weitere Möglichkeiten für Regeneriermittel-Verluste bei Mehrkammergeräten

vgl. Matrix Abhängigkeiten Brunnenalterung und Brunnenregenerierung

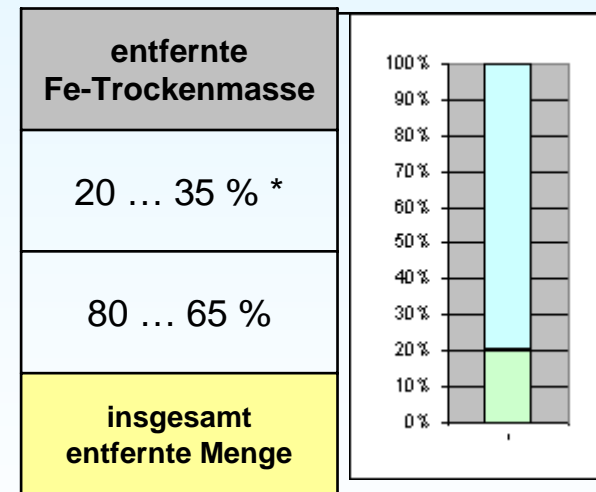
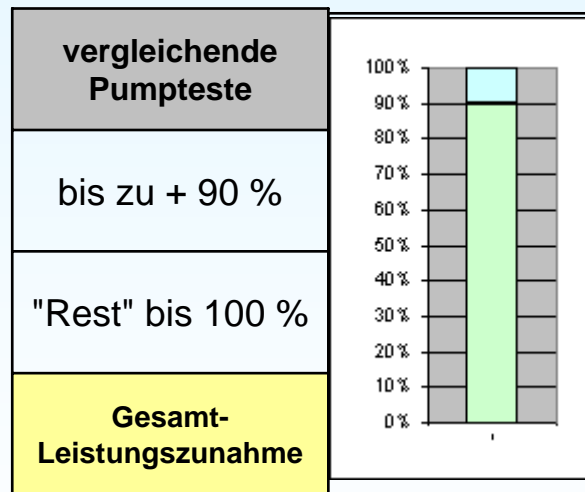


vergleichende Auswertungen zur Brunnenregenerierung

Leistungszunahme & entfernte Eisen-Trockenmasse

fortgeschrittene Brunnenalterung / Maßnahme qualitativ gut ausgeführt

mechan. Reg.
chem. Reg. nach mechan. Reg.



* inkl. Feststoffe von Filterrohr-Innenseite

Quelle:

div. DVGW-Praxisteste

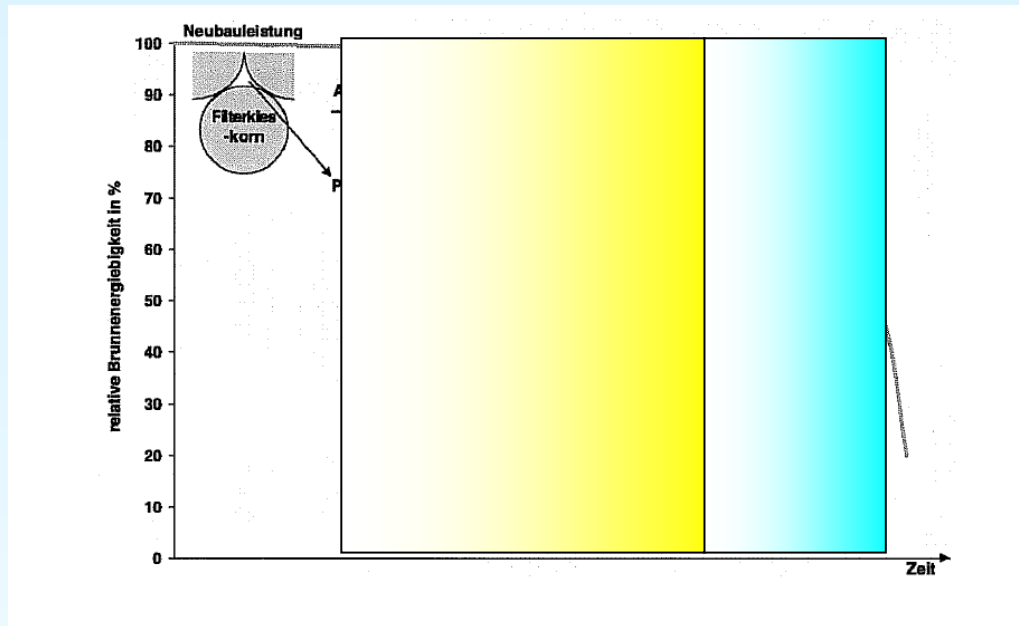
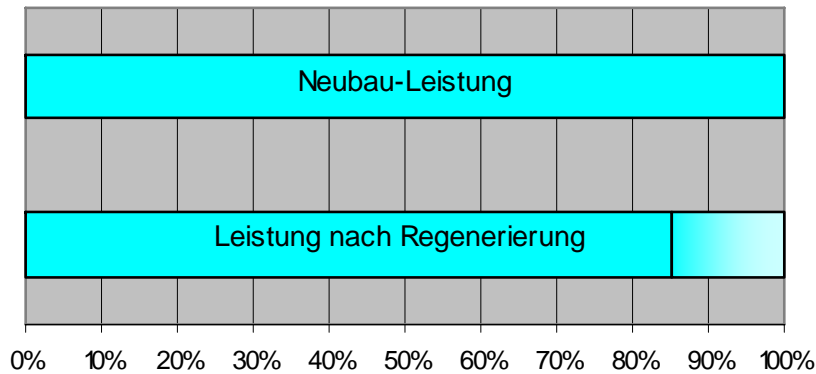


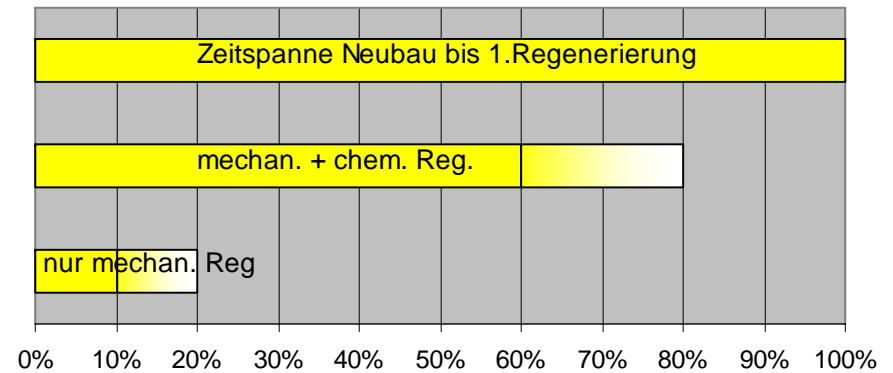
Bild 2 aus DVGW AB W130 (2007)

Bild 2 – Prinzipskizze zur Abnahme der Brunnenenergiebigkeit durch zunehmende Alterungsprozesse

Kurzzeit-Ergebnis



Langzeit-Ergebnis



vergleichende Auswertungen zur Brunnenregenerierung

Kurz- & Langzeit-Ergebnisse

fortgeschrittene Brunnenalterung / Maßnahme qualitativ gut ausgeführt

aktuelle Beiträge Kerry F. Paul für Fachmagazin *bbr*

09-2007

In Vorbereitung

Technik

Das Minimierungsgebot bei der chemischen Brunnenregenerierung

Regelwerk ■ Lange Zeit galt für die Zugabe von Regeneriermitteln bei der chemischen Brunnenregenerierung: „Viel hilft viel“. Mit Zunahme des Umweltschutzgedankens wird seit nunmehr zwei Jahrzehnten das „Minimierungsgebot“ auch für die chemische Brunnenregenerierung angestrebt. Das neue DVGW-Arbeitsblatt W 130 „Brunnenregenerierung“ gibt erstmals Werte zur Einhaltung des Minimierungsgebotes für die Anwendung von säurehaltigen Regeneriermitteln an. Dieser Beitrag informiert über die Details.

Für die chemische Brunnenregenerierung wird seit Aufkommen des Umweltschutzgedankens die Einhaltung des „Minimierungsgebotes“ gefordert. Die einen glauben, diese Forderung zu erfüllen, indem sie ausschließlich mechanische Regenerierverfahren anwenden. Die anderen glauben die Forderung zu erfüllen, indem sie angeben, die Regenerierung nach DVGW-Arbeitsblatt W 130 „Brunnenregenerierung“ durchzuführen.

Regenerierung ohne oder mit Regeneriermittel

Datenbankvergleiche mit repräsentativ erhobenen Daten aus Regenerierungen, die mit mechanischen Verfahrenstechniken ausgeführt wurden, zeigen Folgendes: Zumindest bei fortgeschrittener Brunnenalterung (Leistungsrückgang > 10 bis 20 %) und bei Anwendung geeigneter mechanischer und chemischer Regeneriertechniken stellen sich die Anteile entfernter Eisen-Trockenmasse wie folgt dar:

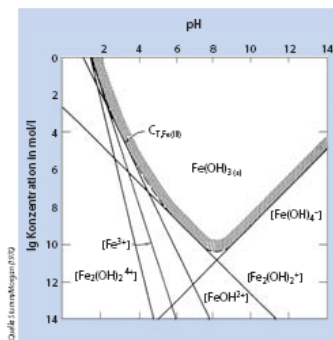


Abb. 1 Gleichgewichtskonzentrationen für Eisen(III)-Verbindungen in Lösung über frisch gefälltem Eisenhydroxid $\text{Fe}(\text{OH})_3$

• mit mechanischen Verfahren wurden ca. 20 bis 35 Prozent der insgesamt entfernten Eisen-Trockenmasse entfernt,
• im Anschluss an die mechanische Regenerierung (teilweise mehrstufig ausgeführt) wurden mit der chemischen Regenerierung ca. 65 bis 80 Prozent der insgesamt entfernten Eisen-Trockenmasse entfernt.

Als mechanische Verfahrenstechniken für diese Datenbank-Vergleiche stehen in der Ausführung mit mechanischen Regenerierverfahren bisher folgende Typen zur Verfügung:

- Intensivsaugnahme, stationär, mit gleichbleibender Förderleistung,
- Intensivsaugnahme, stationär, mit wechselndem Fördertrieb (intermittierendes Abpumpen = „Schocken“),
- Intensivsaugnahme, mit bewegter Kammer,
- Hochdruckpülverfahren – Innenspülung,
- Druckwellen-/Impulsverfahren, Erzeugung durch Wasserhochdruck,
- Druckwellen-/Impulsverfahren, Erzeugung durch Sprengladungen,
- Druckwellen-/Impulsverfahren, Erzeugung durch Ultraschall.

Als chemische Verfahrenstechnik für diese Datenbank-Vergleiche steht die Ausführung mit folgenden Merkmalen zur Verfügung:

- Mehrkammergerät („Kieswäscher“, für den Transport des Regeneriermittels in die Kiesschüttung), in unterschiedlichen Ausführungen,
- zeitlich-periodisch frei wählbare Umkehrströmung (für verbesserte Regenerierleistung an der Phasengrenzfläche, bei einseitigen Alterungserscheinungen und bei Regenerierfortschritt mit bereits freien Zonen),
- Umwälzregulierung (zur Anpassung an die Bohrlochgeometrie und radiale Eindringtiefe),
- Anwendung EP 037/6422 (Messung der Ionenkonzentration, Steuerung des Regenerierablaufes mit Lösen – Zwischenabpumpen – bei Bedarf Wiederholung der Lösevorgänge),
- unterschiedliche Regeneriermittel (verschiedene säurehaltige und pH-neutrale Regeneriermittel),

Vorschau

Der Grundwasserschutz bei der chemischen Brunnenregenerierung

Die Einhaltung des Minimierungsgebotes bei der chemischen Brunnenregenerierung ist im Rahmen der Einhaltung wirtschaftlicher Ziele kein konkurrierendes Ziel, da der Einsatz der minimal notwendigen Menge auch die Gesamt-Kosten entsprechend gering hält / verringert und damit zur Wirtschaftlichkeit & Effizienz der Maßnahme beiträgt.

Ganz anders verhält sich die Einhaltung der Forderungen des Grundwasserschutzes mit einem möglichst geringen Verbleib von eingebrachten Regeneriermitteln im Brunnen und Grundwasserleiter. Die Regeneriermittel-Rückholung zur Einhaltung der Forderungen des Grundwasserschutzes bei der chemischen Brunnenregenerierung erzeugt Aufwendungen = Kosten für Zeit, Hardware, Neutralisationsmittel (bei säurehaltigen Regeneriermitteln) und weiterhin für eine ordnungsgemäße Entsorgung der Neutralisationsprodukte.

Der Beitrag gibt Hinweise, wie die Forderungen des Grundwasserschutzes eingehalten werden können und erläutert die Maßnahmen zur Einhaltung des Grundwasserschutzes in den Musterprotokollen des neuen DVGW Arbeitsblatt W 130 „Brunnenregenerierung“ (2007).

Autor(en) Kerry F. Paul



Zwischen-Abpumpen

nach Neutralisation:
Kaskaden-Sedimentation
in horizontal-durchströmtem Rundbecken

nach Neutralisation:
Ableitung zum Wasserwerk

Vorschau-Abgabe bis 10.09.2007
Artikel-Abgabe bis 01.10.2007

Die nächsten Veranstaltungen zum Thema „Brunnenregenerierung“

Kerry F. Paul

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

(= Training im Umgang mit den „aktiven“ Protokollen)

05.12.2007 Bad Zwischenahn

27.02.2008 Würzburg

07.05.2008 Kiel

27.05.2008 Ingolstadt

Veranstalter: DVGW-Berufsbildungswerk

Bescheinigung nach W 120
ganztägig - € 195,00 / € 225,00

**weitere Informationen & Anmeldung:
www.bildung-energie-wasser.de**

jährliche WVU-Ausgaben für Brunnen

Ca. 80 % des jährlichen Gesamtbudgets eines WVU werden für Bau & Instandhaltung im Bereich „Rohrnetz“ ausgegeben.

Ca. 6 bis 8 % des jährlichen Gesamtbudgets eines WVU werden für Bau, Betrieb & Instandhaltung im Bereich „Gewinnung & Aufbereitung“ ausgegeben.

Quelle: Mutschmann / Stimmelmayer

Abschätzung

Für Bau, Betrieb, Instandhaltung & Rückbau von Brunnen werden von einem WVU jährlich weniger als 1 % des Gesamtbudgets ausgegeben.

Frage:

Wie hoch / gering sind die jährlichen WVU-Ausgaben für Betrieb & Instandhaltung von Brunnen ?

Wichtiger Hinweis – Die Relevanz von Brunnen:

Brunnen liefern ca. 80 % des Rohrnetz-Füllmediums „Wasser“

**→ Auch wenn Brunnen „nur wenig“ kosten,
geben Sie Ihren Brunnen Ihre Aufmerksamkeit**

DVGW-FIGAWA Informationsveranstaltung Brunnenregenerierung nach W 130 Bremen, 06.11.2007	Kosten - Nutzen durch Anwendung der "aktiven" Protokolle gemäß DVGW AB W 130 (2007)		
	Kosten Anschaffung Hardware	Kosten Ausführung	Nutzen
mechanische Regenerierung	ca. € 700 ... 1.000	keine zusätzlichen Personalkosten wird während des 'normalen' Arbeitsablaufes parallel ausgeführt	zeitoptimierte Nutzung der Verfahreigenschaften
chemische Regenerierung - Lösen	ca. € 2.000 ... 2.500	keine zusätzlichen Personalkosten wird während des 'normalen' Arbeitsablaufes parallel ausgeführt ca. € 0,20 je Fe-Messung	Einhaltung Minimierungsgebot bei Messung Ionenkonz / Trübung: Zeitoptimierung entsprechend Kinetik & Selbstüberwachungs-Zeitoptimierung
chemische Regenerierung - Zwischenabpumpen		zusätzliche Personalkosten Dauer ähnlich 'Lösen'	Einhaltung Grundwasserschutz effektive Entfernung von Mengen, die mit einem Lösevorgang nicht entfernt werden können
Test 1 - 2 - 3 zur Ermittlung von Kenndaten für die chemische Regenerierung		je Gesamtmaßnahme 15 ... 30 Minuten zusätzliche Personalkosten	Einhaltung Minimierungsgebot Einhaltung Grundwasserschutz
parameterkontrolliertes Endabpumpen		mehrere System-Stunden je Gesamtmaßnahme zusätzlicher Aufwand bei erhöhtem / zu hohen Zugabe-Faktor	Einhaltung Grundwasserschutz

Auftragsvergabe

- Anwendung der „aktiven“ Protokolle
in Ausschreibung / Auftragserteilung **verbindlich** festlegen
also **zusätzlich** zur Anwendung W 130 (2007) vereinbaren
- bei Fragen zur Anwendung der „aktiven“ Protokolle
Anruf bei / E-Mail an Kerry F. Paul, *IBB*-Berlin
kostenlose Beratung bei geringem Aufwand

für Planung, Bauleitung, Auswertung & Bewertung der Maßnahme:
 - Auftrag an Fachbüro , z.B. *IBB*-Berlin

Anleitung zur Brunnenregenerierung (Download 10.2007)

Beseitigung der natürlichen Brunnenalterung in 4 Schritten
und Wiederherstellung der ursprünglichen Brunnenleistung

1.
Lösung
anmischen



2.
In den
Brunnen
einleiten



3.
Lösung
12 Stunden
einwirken
lassen



4.
Lösung
abpumpen
Entsorgung über
Kompost oder
Rasenfläche





*Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit !*

demnächst
www.ibb-berlin.de