

Dokumentation von Regeneriermaßnahmen - Aufgaben des Auftragnehmers, Leistungen eines Ingenieurbüros

vollständiger Text für CD zur Tagung

Historie

Brunnenreinigungen & -regenerierungen haben eine lange Tradition. Im Mittelalter wurde in Schachtbrunnen mit großem Durchmesser hinabgestiegen und der Brunnen mechanisch von innen gereinigt. Als dann mit Beginn des Industrie-Zeitalters unsere Vorfluter zunehmend stärker verunreinigt wurden, wurden mehr Brunnen benötigt, um das durch Versickerung und mikrobielle Reinigung aufbereitete Grundwasser zu fördern. Diese Brunnen waren sehr viel schlanker als die Brunnen im Mittelalter, d.h. nicht mehr begehbar und es entstand die Notwendigkeit, Verfahren zur Brunnenreinigung und –regenerierung zu entwickeln.

Das erste patentierte Regenerierverfahren in Deutschland wurde 1905 von Heinrich Böttcher beim Kaiserlichen Patentamt als „Verfahren zum Reinigen von Rohrfilterbrunnen mittels Dampf“ angemeldet. Es ist „... dadurch gekennzeichnet, dass der hochgespannte Dampf durch ein Hohlgestänge bis zur Filtersohle heruntergeführt wird, dort nach Erhitzen sich ansammelt und den auf ihm lastenden Wassermantel zersprengt, wobei das mit Unreinheiten und Schlamm gemischte Wasser aus dem Brunnenrohr ausgeschleudert wird und eine Durchspülung des Filters mit dem nachströmenden Wasser bewirkt.“ Das Wirkprinzip ist also ein geysirartiges Herausschleudern der im Brunnen stehenden Wassersäule und Mitreißen von leistungsmindernden Alterungsablagerungen. Nicht selten wurden jedoch nicht nur Wassersäule und Alterungsablagerungen ausgeschleudert, sondern auch einige Brunnenausbaurohre. Dieses Verfahren wurde übrigens bis ca. 1980 angewendet. Bis heute sind mehr als 100 Verfahren für die mechanische und chemische Brunnenregenerierung in Deutschland zum Patent angemeldet worden, aber weniger als die Hälfte wurden als Patent eingetragen, weil häufig keine „Erfindungshöhe“ gegeben war.

Fast alle Anbieter geben keine verfahrenstechnisch fundierte Beschreibung von Technik und Anwendung ihrer Verfahren ab, sondern umschreiben diese mit: es „wirkt erfolgreich“.

Zwar wurden die Grundlagen zur Brunnenalterung bereits in der Zeit von 1950 bis 1970 erforscht, aber erste wissenschaftliche Untersuchungen über Regeneriertechnologien (Hochdruckregenerierung innen & außen; Kieswäscher-Strömung) wurden erst 1985 durchgeführt. Nur wenige Jahre später folgten Untersuchungen, die sich mit den Grundlagen der chemischen Regenerierung sowie deren Überwachung und Steuerung beschäftigten.

Grundlagen der Dokumentation

Der DUDEN definiert:

- Dokumentation = Zusammenstellung, Ordnung und Nutzbarmachung von Dokumenten
- Aus dem Lateinischen, documentum = Urkunde, Schriftstück, Beweis

Bei WIKIPEDIA wird in verschiedenen Beiträgen definiert:

- Unter „Dokumentation“ versteht man die Nutzbarmachung von Informationen zur weiteren Verwendung. Ziel der Dokumentation ist es, die dokumentierten Objekte gezielt auffindbar zu machen. Bei den Objekten handelt es sich in der Regel um Dokumente mit einem Informationsgehalt, der mit Hilfe der Dokumentation systematisch verwertet werden soll. Auch wissenschaftlich erhobene Daten können im Sinne einer Dokumentation behandelt werden.
- Dokumentation = schnelles & sicheres Finden von Informationen
- Qualitätsmerkmale von Dokumentationen sind:
Vollständigkeit, Übersichtlichkeit, Verständlichkeit, Strukturiertheit, Korrektheit, Editierbarkeit, Nachvollziehbarkeit, Integrität/Authentizität (z.B. Änderungshistorie), Objektivität
- Ein grundsätzliches Problem der Dokumentation (bzw. der Dokumentenanalyse) ist, dass sie sehr kostspielig werden kann und sich erst nach einer Vorlaufzeit wirtschaftlich auszahlt, weshalb viele Unternehmen auf eine eigene Dokumentationsabteilung verzichten.
- Die „Dokumentenanalyse“ ist eine Erhebungstechnik, um Daten zu erheben, die bereits als Dokumente vorliegen. Bei der Dokumentenanalyse handelt es sich bei den Informationsquellen ausschließlich um Dokumente.
- Vorteile der Dokumentenanalyse:
 - geringer Aufwand bei der Datenerhebung
 - Untersuchungsanlass verfälscht die Daten nicht
 - Betriebsablauf bleibt ungestört
- Anwendung der Dokumentenanalyse:
 - Einarbeitung in einen Bereich
 - Kontrolle anderer Informationen
 - Ergänzung anderer Informationen
 - Untersuchung der Beschaffenheit von Dokumenten
- Dokumente haben statische Eigenschaften, die sich in der Regel nicht verändern
- Dokumentationspflicht
- Dokumentation & Dokumentationsanalyse = Qualitätsmanagement

Danach beschreibt die Dokumentation die Erfassung von Daten, z.B.

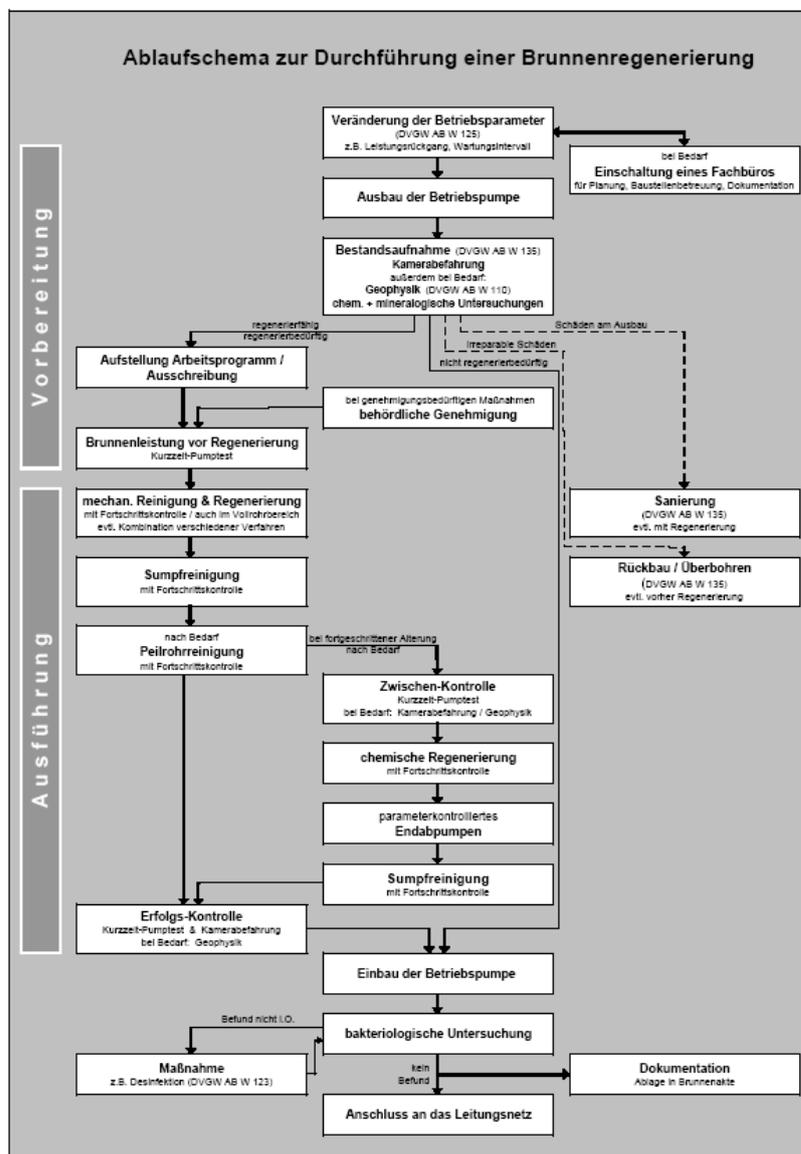
- den bautechnischen Zustand vor & nach der Maßnahme
z.B. mit Kamerabefahrung, geophysikalischen Messungen
- die Erfassung des Alterungszustandes vor der Maßnahme
z.B. mit Kamerabefahrung, geophysikalischen Messungen, chemischen-mineralogischen-mikrobiologischen Untersuchungen
- die Beschreibung der Ausführung der Maßnahme, speziell der Fortschrittskontrolle
z.B. mit vollständiger Datenerfassung zur Anwendung der „aktiven“ Protokolle gemäß W 130 (2007); Tagesberichte
- die Erfassung des Erfolges zur Beseitigung der Alterung
z.B. mit Kamerabefahrung, geophysikalischen Messungen, Bilanzierung der entfernten Mengen
- die Brunnenleistung vor und nach den Maßnahmen / nach Ausführung Teil-Maßnahmen
z.B. mit Kurzzeit-Pumptesten und vergleichbaren Pump testen während der gesamten Brunnen-Lebenszeit

Die Dokumentenanalyse beschreibt die Auswertung der Dokumentation für

- Vorbereitung der Maßnahme
- Beantragung genehmigungspflichtiger Maßnahmen
- Ausschreibung & Vergabe der Maßnahme
- Auswertung der Maßnahmen-Datenerhebung
- Bewertung des Erfolges der Maßnahme
- Bericht für Genehmigungsbehörde

Dokumente und Dokumentenanalyse werden in der Brunnenakte abgelegt. Zunehmend wird zusätzlich zur Hardcopy die Brunnenakte auch elektronisch gespeichert, d.h. erforderliche Informationen sind einem größeren Personenkreis schneller zugänglich.

Der Umfang für Dokumentation und Dokumentenanalyse ist zusammengefasst im „Ablaufschema zur Durchführung einer Brunnenregenerierung“ (aus W 130 – 2007, Bild 4)



W 130 (2007), Bild 4

Basis der Dokumentation: DVGW W 130 „Brunnenregenerierung“ 1992–2001–2007

Mit den Grundlagen-Untersuchungen in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts wurden auch die Grundlagen für die erste Fassung des DVGW W 130 (Merkblatt, 04.1992) „Brunnenregenerierung“ geschaffen, das als technisches Regelwerk konkret auf technische Details eingeht. So wurde für die Anwendung säurehaltiger Regeneriermittel formuliert: „Die Lösungskapazität des Regeneriermittels und die notwendige Reaktionszeit zur Auflösung der Ablagerungen werden maßgeblich vom pH-Wert bestimmt. Für die Lösung von Eisen- und Manganverbindungen ist ein pH-Wert von 0,9 bis 1,0 optimal.“ ... „Die einzusetzende Menge an Regeneriermittel ist außerdem abhängig von der Länge der insgesamt zu reinigenden Filterabschnitte, dem Bohrdurchmesser, der Menge und Art der Ablagerungen, dem Pufferungsvermögen des Wassers und vor allem von der Verfahrenstechnik, mit der das Regeneriermittel eingebracht und verteilt wird. Geeignete Verfahren führen das Regeneriermittel abschnittsweise an die Ablagerungen, unterstützen die Lösevorgänge durch Bewegung und kontrollieren die Dosierung und die Lösevorgänge.“ Daran hat sich bis heute nichts geändert, denn physikalische und chemische Gesetze verändern sich nicht. Allenfalls ist heute das Detailwissen verbessert worden.

Die Dokumentation der Regeneriermaßnahmen im W 130 – 1992 wurde im Kapitel „abschließende Maßnahmen“ beschrieben: „Nach der Reinigung und dem Abpumpen der Rückstände erfolgt ein Leistungspumpversuch. Die damit gewonnenen Daten sind mit den Werten bei Inbetriebnahme und des darauf folgenden Betriebes — insbesondere vor der Regenerierung — zu vergleichen. So kann der Erfolg der Regenerierung bewertet werden.“ „Als sinnvolle Ergänzung kann eine optische Untersuchung mit einer Unterwasserkamera und eine Dokumentation des Zustandes nach der Regenerierung mittels Foto und Videoaufzeichnung durchgeführt werden.“

In der zweiten Fassung des DVGW W 130 (Merkblatt, 07.2001) wurden dann die Teilschritte der Anwendungstechniken konkretisiert:

- 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

Auch wenn „Austrag & Kontrolle“ selbst nicht direkt die Regeneriertechnik darstellen, so waren sie jedoch mit ihrer Definition / Einführung als integraler Bestandteil jeder Verfahrenstechnik Garant für Qualität und Nachvollziehbarkeit.

Weiterhin wurde das Kapitel „Dokumentation“ aufgenommen und zur Thematik geschrieben: „Die im Rahmen der Gesamtmaßnahme durchgeführten Messungen sind in geeigneter Form zu dokumentieren und zu archivieren (z.B. Brunnenpass). Dies gilt insbesondere für alle Messdaten, die für die Bewertung der Maßnahme insgesamt notwendig sind (z.B. Pumpversuche

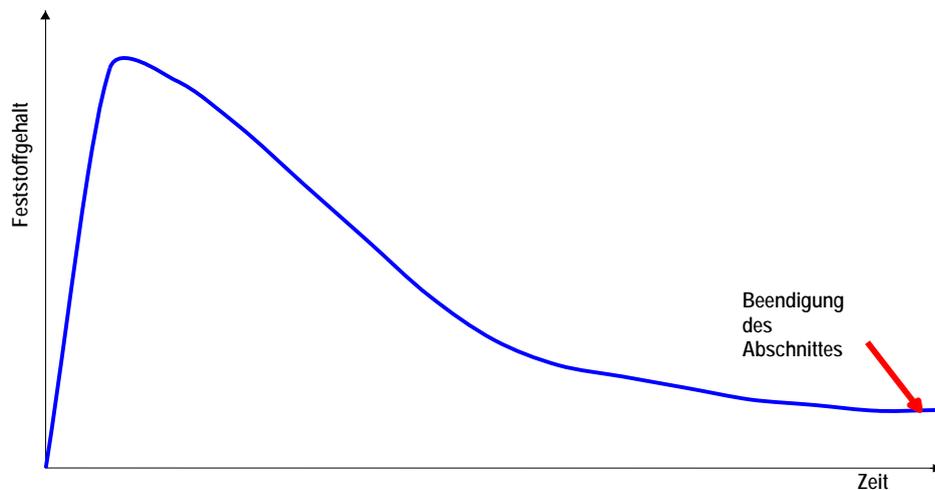
- Der Auftraggeber / das Ingenieurbüro („Einschaltung eines Fachbüros“) hat nach Feststellung der „Regenerierfähigkeit“ (neues Kapitel in W 130 – 2007; darin auch enthalten die Mitwirkungspflicht des Auftragnehmers: „der Auftragnehmer hat die Pflicht, den Auftraggeber über die Risiken im Zusammenhang mit seiner Leistung zu informieren „) aus der Bestandsaufnahme heraus ein „Arbeitsprogramm“ zu erstellen. Dieses kann dann für den Fall einer Ausschreibung in ein Leistungsverzeichnis (neues Kapitel in W 130 – 2007) eingebunden werden.
- Der Auftragnehmer hat die (Muster- oder angepassten) Protokolle zur Fortschrittskontrolle der angewendeten Regenerierschritte vollständig auszufüllen.
- Die Weiterverarbeitung / Interpretation der Messergebnisse erfolgt entweder durch den Auftraggeber oder das sachkompetente Fachbüro.
- Die Ablage der Dokumentation (Protokolle und Auswertungen) erfolgt in der Brunnenakte.

Diese Protokolle sind aber nur dann „zwingend“ anzuwenden, wenn der Auftraggeber dies explizit in seiner Ausschreibung bzw. Auftragsvergabe schriftlich fixiert oder auch, wenn bei genehmigungspflichtigen Regenerierungen die Aufsichtsbehörde die Anwendung der Protokolle gemäß W 130 / Download www.figawa.de vorschreibt. Einige Auftraggeber verknüpfen sogar die Bezahlung der Rechnung an die Hereingabe der Protokolle, wobei großer Wert auf Vollständigkeit der Daten-Erhebung und -dokumentation gelegt wird.

Die „aktiven Download-Protokolle“ haben einen weiteren Vorteil: beim Anklicken der einzelnen Eintragungsfelder erscheint jeweils ein Zell-Kommentar, der dem Anwender Hinweise zur Eintragung und dem technischen Hintergrund gibt !

Ist die Anwendung W 130 – 2007 / die Anwendung der „aktiven“ Protokolle vereinbarter Vertragsbestandteil, so müssen Auftraggeber / Ingenieurbüro und Auftragnehmer auch Parameter, d.h. Beendigungswerte für die Fortschrittskontrolle vereinbaren; dabei ist die abschnittsweise Ausführung für alle Verfahren zwingend notwendig:

- für die mechanische Regenerierung wird als Beendigungswert für einen Abschnitt i.a. 0, 1 – 1,0 ml entfernter Feststoff pro 10 Liter Probevolumen vereinbart; der gewählte Beendigungswert ist abhängig von der Anzahl der nacheinander angewendeten mechanischen Regenerierverfahren sowie brunnen- und verfahrensabhängigen Gegebenheiten. Die Höhe eines Abschnittes beträgt bei der mechanischen Brunnenregenerierung i.a. 1,5 ... 3,5 Meter inklusive Überlappung. Die Ausführung der Spitzglas-Messungen ist im neuen W 130 eindeutig beschrieben, um die bisher üblichen Unterschiede beim Ablauf der Messungen zu normieren und damit vergleichbar zu machen. Mit den Spitzglas-Messungen wird der Kurvenlauf in Bild 5a des neuen W 130 beschrieben, das erstmals im W 130 – 2001 abgedruckt war. Die Fläche unter der Kurve in Bild 5a ist das Integral der entfernten Feststoff-Menge: Bei korrekter Anwendung des Musterprotokolls Anhang B im neuen W 130 als „aktives“ Protokoll wird eben diese entfernte Feststoffmenge näherungsweise „automatisch“ berechnet.



W 130 (2007), Bild 5a / Überwachung einer Regenerierung als Kontrolle für die Beendigung der Maßnahmen an einem Arbeitsabschnitt für mechanische Verfahren

Bei der chemischen Regenerierung werden in Abhängigkeit der Auftragnehmer-Rechte (Patent-Inhaber / -Lizenznehmer / keine Patent- oder Lizenzrechte) unterschiedliche Beendigungsvorgaben gemäß W 130 (2007) Anhang C getroffen.

A.) Ohne Patent- bzw. Lizenzrechte wird zumeist eine „feste“ Lösezeit angegeben, die in einem Vorab-Test mit Ablagerungen aus dem zu regenerierenden Brunnen unter technisch-wirtschaftlichen Aspekten näherungsweise ermittelt wird; derartig ermittelte Lösezeiten haben ihr technisch-wirtschaftliches Optimum i.a. bei 60 ... 90 Minuten.

Bei dieser Art der chemischen Brunnenregenerierung ist es nicht möglich, zu erkennen, ob genügend lösliche Ablagerungen vorhanden bzw. ob mehr Ablagerungen vorhanden sind, als in einem einmaligen Lösevorgang unter Ausnutzung der maximalen Lösekapazität entfernt werden können, d.h. der Lösevorgang nach einem Zwischenabpumpen am selben Abschnitt fortzusetzen ist.

Dennoch ist bei Anwendung der „festen“ Lösezeit ein geeignetes Zwischenabpumpen (d.h. direkt aus dem Arbeitsgerät) vor Umsetzen auf den nächsten Abschnitt zwingend erforderlich, um die gelösten Ablagerungen zu entfernen und dem Regeneriermittel-Minimierungsgebot Genüge zu leisten. Dieses Zwischen-Abpumpen ohne Messung anderer Parameter wird aus technisch-wirtschaftlichen Gründen i.a. bei säurehaltigen Regeneriermitteln bis zum Anstieg auf etwa pH 4 durchgeführt; dann sind auch die gelösten Ablagerungen genügend entfernt.

Zum Erkennen der real optimalen Lösezeit, d.h. zur Überwachung und Steuerung des Ablaufes der chemischen Regenerierung mittels Beurteilung der Lösekinetik und Messung der Lösungskonzentration, stehen unter Berücksichtigung von Patent- bzw. Lizenzrechten für alle Regeneriermittel-Arten 2 Verfahren zur Verfügung:

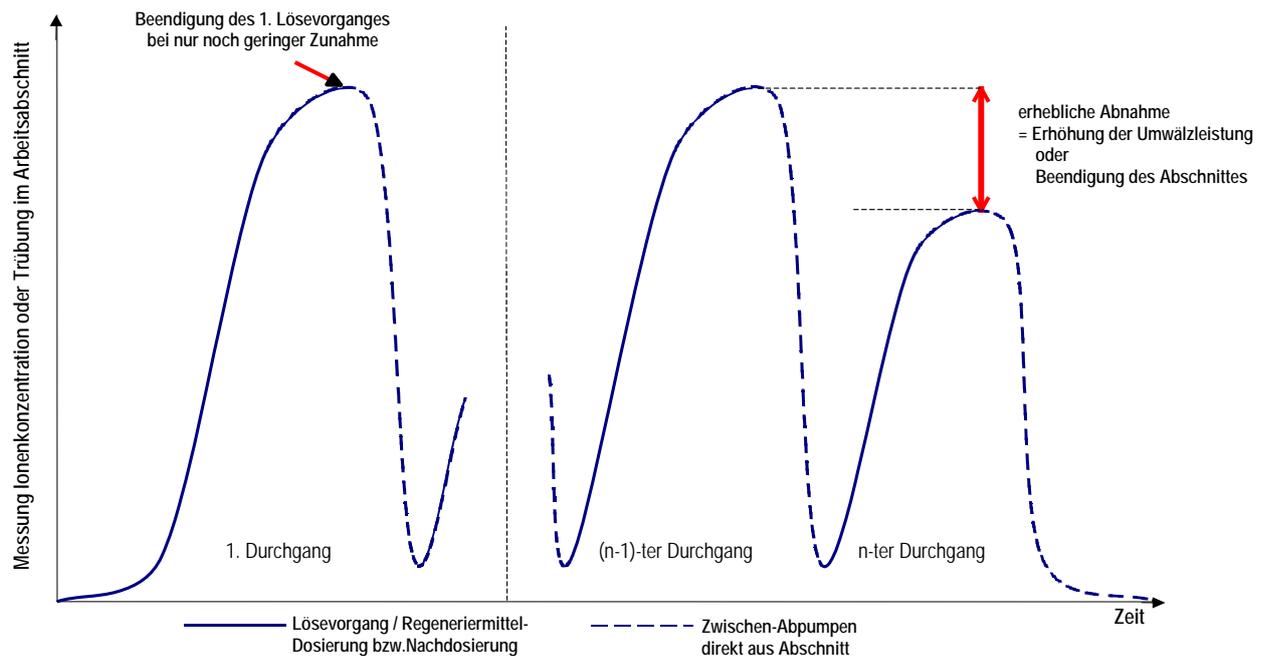
- Messung der Ionenkonzentration
- Messung der Trübung

B.) Bei der „Messung der Ionenkonzentration“ wird für die Verockerung die photogrammetrische Messung der Eisen-Ionenkonzentration angewendet.

Messungen dieser Art werden seit nun fast 20 Jahren Praxis der Anwendung problemlos im Feld ohne eine spezielle Chemielaborantenausbildung angewendet.

Die Reagenzien-Kosten für eine Messung betragen derzeit ca. € 0,20 und für einen Löse-Vorgang inkl. Zwischenabpumpen werden insgesamt ca. 10 – 15 Messungen der Eisenkonzentration durchgeführt.

Die Messungen erfolgen zur Beschreibung des Kurvenverlaufes in Bild 5 b des neuen W 130, das erstmals im W 130 – 2001 abgedruckt war.



W 130 (2007), Bild 5b, Überwachung einer Regenerierung als Kontrolle für die Beendigung der Maßnahme an einem Arbeitsabschnitt für chemische Verfahren bei fortgeschrittener Verockerung

I.a. wird zwischen AG bzw. Ing.Büro und AN vereinbart:

- Der Lösevorgang wird beendet, wenn zwischen zwei Eisenmessungen (Mess-Intervall 10 min) bei gleich bleibenden Lösebedingungen (d.h. Nachdosierung des Regeneriermittels bei Bedarf) die Zunahme der Eisen-Ionenkonzentration $< 5\%$ ist; es folgt ein Zwischen-Abpumpen und danach der nächste Lösungs-Vorgang.

- Ein Abschnitt wird beendet, wenn ein Beendigungswert $< 50\%$ im Vergleich zum „besten“ Beendigungswert erreicht wird. Bei Mehrfach-Kiesschüttungen wird zunächst durch Erhöhung der Umwälzleistung und damit der radialen Erweiterung des Regenerierbereiches die Prozedur in gleicher Art wiederholt und dann erst bei Unterschreiten des 50%-Wertes nach einem Zwischen-Abpumpen umgesetzt (vgl. Anhang C W 130 - 2007)

Die Höhe eines Abschnittes beträgt bei der chemischen Brunnenregenerierung i.a. 1,2 ... 2,4 Meter inklusive Überlappung.

- Erreicht die Eisen-Ionenkonzentration im 1.Lösedurchgang eines Abschnittes nach 60 Minuten nicht den Wert 300 mg Fe / l , so ist nach einem Zwischen-Abpumpen auf den nächsten Abschnitt umzusetzen.

- Auch beim Zwischen-Abpumpen wird die Eisen-Ionenkonzentration gemessen; als

Beendigungswert für das Zwischen-Abpumpen wird i.a. ein Wert von 100 mg Fe / l (gemessen direkt im abgepumpten Regenerat (Wasser + Regeneriermittel + gelöste Ablagerungen) vereinbart.

- Als gebräuchlichste Art zur Bestimmung der entfernten Eisenmenge wird zumeist das Regenerat in einen Container gepumpt, das abgepumpte Volumen wird gemessen und nach Messung der Eisen-Durchschnittskonzentration im Container erhält man nach Abzug der Fe-Grundwasserkonzentration die entfernte Eisenmenge (Gewicht in Trockenmasse).
- In den „aktiven“ Protokollen wird zur Erst-Auswertung sofort auch noch die „Regeneriermittel-Ausnutzung“ in „Gramm entferntes Eisen pro Liter Regeneriermittel“ als Messgrad der Effizienz angegeben.

C.) Bei der „Trübungs-Messung“ zur Fortschrittskontrolle wird das gelöste Eisen definiert chemisch gefällt und dann die Trübung als Korrelationswert gemessen. Damit kann der Lösungs-Kurvenverlauf nach W 130 (2007) Bild 5b nachvollzogen werden und findet ähnliche Beurteilungsansätze wie bei der Messung der Ionenkonzentration. Für Anwendung der „aktiven“ Protokolle mit Trübungs-Messung für die Fortschrittskontrolle ist nur ein geringer Anpassungsaufwand notwendig.

Ein Massen-bestimmender Austrag (und damit die Berechnung weiterer bewertender Kenngrößen) kann mit der Trübungs-Messung nicht durchgeführt werden.

Weiterhin werden für die Fortschrittskontrolle der chemischen Regenerierung zwar angeboten – aber sind aufgrund ihrer Interpretationsunsicherheit im W 130 – 2007 nicht aufgeführt:

- Überwachung mit Rückgang Stromaufnahme Umwälzeinheit:
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

Die Einhaltung des Minimierungsgebotes und Grundwasserschutzes sowie für Berechnungen gemischt mit Volumen- & Gewichtsangaben machen vor der Durchführung der chemischen Regenerierung die „Ermittlung von Kenndaten“ notwendig, wie sie im Anhang E des W 130 (2007) beschrieben sind. Der Aufwand ist gering und für „geübte Regenerierer“ schnell erledigt. In der FIGAWA-Downlaod-Version sind ebenfalls wieder die erklärenden Zell-Kommentare enthalten.

Auch die Anwendung pH-neutraler Regeneriermittel folgt der Prinzip-Darstellung in Bild 5b W 130 – 2007. Zur Einhaltung des Minimierungsgebotes und der Vorgaben des Grundwasserschutzes fehlt diesen Produkten bisher jedoch ein lösungsunabhängiger, leicht messbarer Parameter, mit dem sowohl die Einstellung der notwendigen Einsatz-Konzentration, Nach-Dosierungsnotwendigkeit bei Abdrift und die Rückholung bei Zwischen- & End-Abpumpen gemessen / überprüft werden kann. Mit Einführung eines solchen Parameters ist auch die Anpassung und Anwendung der „Download-Protokolle“ für die Fortschrittskontrolle einfach auszuführen.

Im Gegensatz zu den frei vereinbarten Beendigungswerten für die mechanische und chemische Brunnenregenerierung sind die Abbruchkriterien gemäß der Neufassung des W 130 klar definiert:

- wird bei der abschnittswise mechanischen Regenerierung der Filterrohrstrecke Ausbaumaterial (Rohrstücken / Filterkies) mitgefördert, so ist die Maßnahme sofort zu beenden.
- überschreitet der Regeneriermittel-Zugabefaktor für säurehaltige Regeneriermittel wiederholt den Wert 3,5 (bei den aktiven Protokollen „rot“ hinterlegtes Feld) so ist zur Einhaltung des Minimierungsgebotes die Maßnahme zu beenden.
- Grundwasserschutz = Regeneriermittel-Rückholung
! nicht verwechseln mit LF für Beendigung parameterkontrolliertes Endabpumpen

Im W 130 – 2007 wird weiterhin das parameterkontrollierte End-Abpumpen definiert: „Das nach der chemischen Regenerierung abschnittsweise, von oben nach unten durchzuführende „parameterkontrollierte End-Abpumpen“ ist mit einem geeigneten Kontrollwert, der die Eigenschaft des Grundwassers und die Eigenschaften des verwendeten Regeneriermittels geeignet charakterisiert, zu überwachen. Für anorganische Regeneriermittel wird dazu die Messung der Leitfähigkeit verwendet; dabei wird angestrebt, die bei der mechanischen Regenerierung abschnittsweise gemessenen Leitfähigkeits-Werte wieder einzustellen.“

Das parameterkontrollierte End-Abpumpen dient dazu, durch erhöhte Pumpleistung und abschnittsweise Ausführung nicht mit dem Zwischen-Abpumpen entferntes Regeneriermittel nunmehr zu erfassen. Als Parameter für die Vorbereitung zur Wiederinbetriebnahme des Brunnen ist (bis auf eine geringe Toleranz wegen eventuell veränderter Anströmung) der Leitfähigkeitswert zu erreichen, der vor Beginn der chemischen Regenerierung bei der mechanischen Regenerierung gemessen wurde (vgl. W 130 – 2007 – Anhang B).

Die Wiedereinstellung des Leitfähigkeitswertes hat jedoch keinen Aussagewert zur tatsächlichen Regeneriermittel-Rückholung, die zur Einhaltung des Grundwasserschutzes ebenfalls zwingend einzuhalten ist. Dazu wird für säurehaltige Regeneriermittel unter Anwendung W 130 – 2007 – Anhang E die notwendige Menge Neutralisationsmittel zur Neutralisation bestimmt und mit diesem Wert per Anwendung W 130 – 2007 – Anhang D & F die tatsächliche Regeneriermittel-Rückholung überwacht. Wird beim Zwischen-Abpumpen mehrfach eine Regeneriermittel-Rückholung unter 50 % festgestellt, so ist die Regenerier-Maßnahme abubrechen. Wird beim parameterkontrollierten End-Abpumpen die korrekte Leitfähigkeit zwar wiedereingestellt, aber eine Gesamt-Regeneriermittel-Rückholung unter 50 % festgestellt, so sind die Ursachen zu überprüfen und die Anwendung derselben regeneriertechnologie für folgende regeneriermaßnahmen nur noch unter erheblich erhöhten Auflagen bis zum Nachweis der verfahrenstechnischen Effektivität für die Regeneriermittel-Rückholung zur Einhaltung des Grundwasserschutzes zwingend erforderlich.

Die Variante „Abdruck Musterprotokoll im W 130“ und „Download der aktiven Protokolle unter www.figawa.de“ wurde gewählt, um die aktiven Protokolle dem jeweils neuesten technischen Erfahrungen zeitnah anpassen zu können, ohne den zeitaufwendig langwierigen Prozess der Neufassung des Arbeitsblattes abwarten zu müssen. Der gelegentliche Blick auf die FIGAWA-Homepage ist also notwendig, um up-to-date zu sein. Hilfreich ist sicherlich, wenn der Auftraggeber / das Ingenieurbüro auf Download-Änderungen hinweist oder sogar die Aufsichtsbehörde die Download-Version vorgibt.

Kosten & Effizienz - Umweltschutz

Alle Fassungen des W 130 treffen die Feststellung, dass der zeitliche Verlauf der Brunnenalterung wegen der Vielzahl der einfließenden, teilweise auch variablen Parameter nicht vorherzusagen ist.

Das W 130 (2007) beschreibt im neuen Kapitel „Hinweise zum Leistungsverzeichnis“:

Wird eine Regenerierfähigkeit und -bedürftigkeit festgestellt, so sind in der Angebotsaufforderung anzugeben:

- *Wahl der anwendbaren mechanischen und nach Bedarf chemischen Regenerierungstechniken.*
- *Abschätzung über den zeitlichen Aufwand für die Ausführung der mechanischen Regenerierung.*
- *Abschätzung über den zeitlichen Aufwand für die chemische Regenerierung sowie für den Regenerier- und Neutralisationsmittelbedarf (säurehaltige Regeneriermittel) bzw. Aufbereitungsaufwand.*
- *Entsorgungsaufwand.*

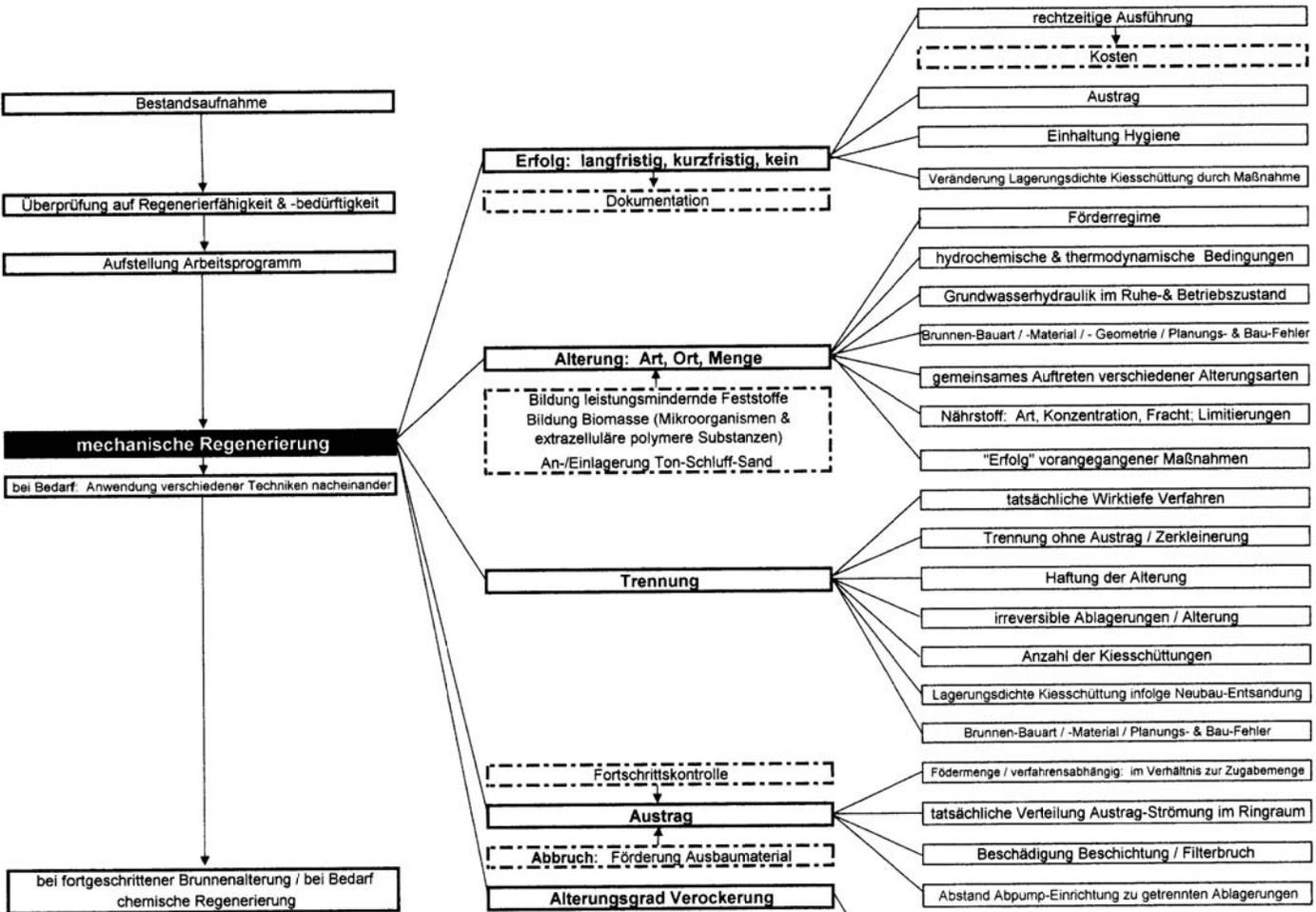
Zur Feststellung von Art, Ort, Umfang und Grad der Brunnenalterung werden Kamerabefahrung / ausgewählte Verfahren der Geophysik, mineralogische Untersuchungen, chemische Untersuchungen und mikrobiologische Untersuchungen entsprechend Bedarf zur Prüfung der Regenerierbedürftigkeit & -fähigkeit sowie zur Aufstellung eines Arbeitsprogramms angewendet (vgl. Bild 4 W 130 – 2007 – *Ablaufschema einer Brunnenregenerierung*).

Die Wahl der anwendbaren mechanischen und nach Bedarf chemischen Regenerierungstechniken bei Auftraggebern und Auftragnehmern ist vielfach eine „Glaubens“-Frage und bei den meisten Auftragnehmern zusätzlich auch eine Frage der ihnen zur Verfügung stehenden Techniken. Zusammen mit der Wahl des Regeneriermittels bildet dies den Kernpunkt für tatsächliche Kosten entsprechend tatsächlich erbrachter Leistung (z.B. Kosten pro Liter entfernter Feststoff oder Kosten pro Gramm entfernte Eisen-Trockenmasse) und Effizienz.(z.B. Liter Feststoff entfernt pro Minute oder g Eisen-Trockenmasse entfernt pro Liter Regeneriermittel)

Die Abschätzung des Aufwandes für die mechanische und (bei Bedarf = fortgeschrittener Brunnenalterung = Leistungsrückgang > 10 %) chemische Regenerierung sowie den Regeneriermittele- und Neutralisationsaufwand soll vorab helfen, die Kosten der Maßnahme abzuschätzen. Diese Aufwandsabschätzung wird dann zum Stundensatz ausgeschrieben / vereinbart. Die Aufwandsabschätzung ist unter Anwendung der Musterprotokolle des neuen W 130 und mit Erfahrung inklusive einer geringen Unsicherheitsspanne im Vergleich zu hinterher real festgestellten Kosten durchführbar.

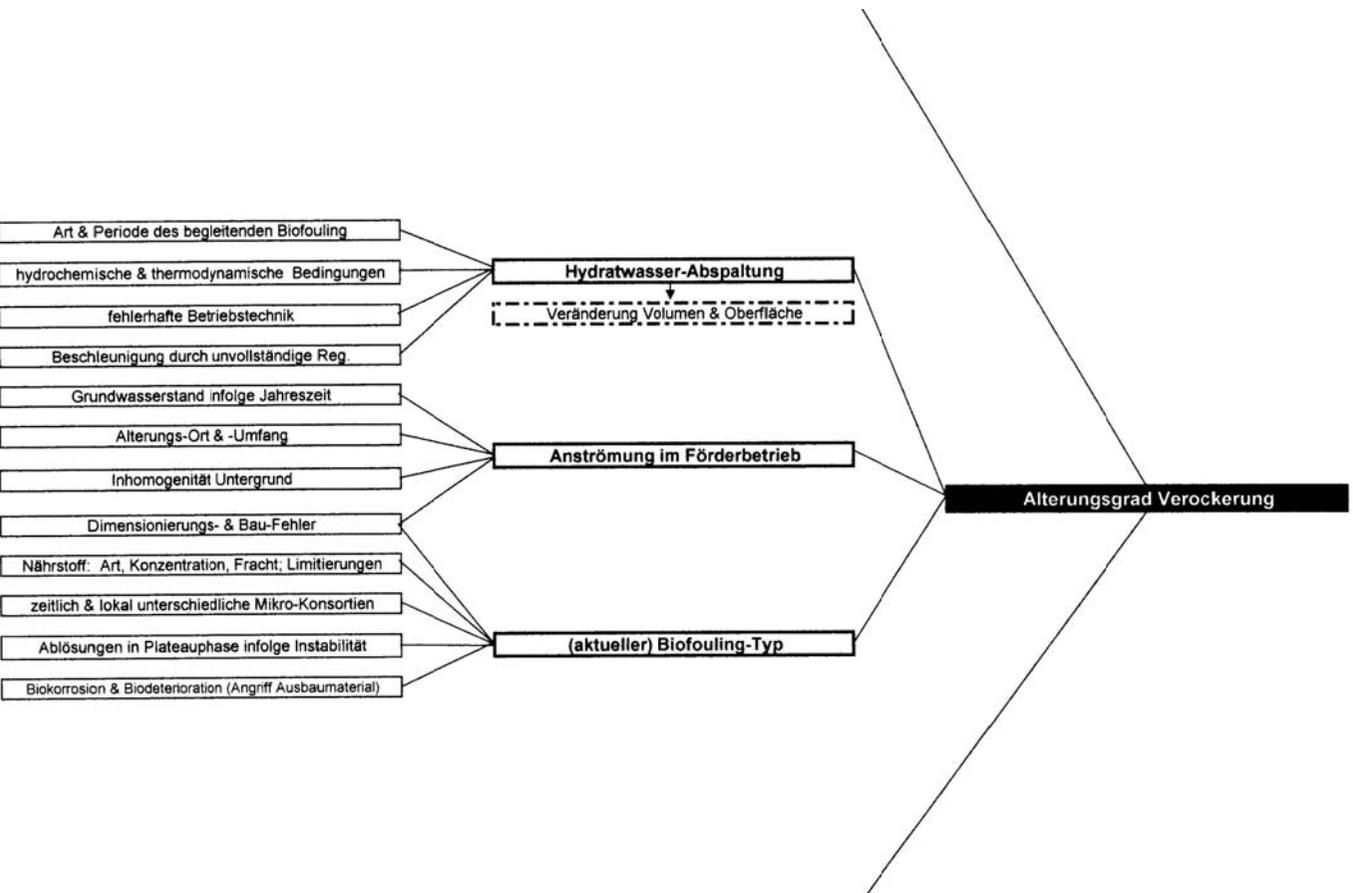
Der Auftragnehmer hat die Wahl, ob er die Aufwandsabschätzung selbst oder neutral durch ein versiertes Fachbüro durchführt oder ob er die Aufwandsabschätzung mit allen Subjektivitäts-Risiken durch den Auftragnehmer durchführen lässt.

Die Abhängigkeiten der auf eine Regenerierung Einfluss nehmenden und zu berücksichtigenden Faktoren für die Aufwandsabschätzung sind in folgender „Matrix-Darstellung für Abhängigkeiten bei der Brunnenalterung und Brunnenregenerierung“ zusammengefasst:

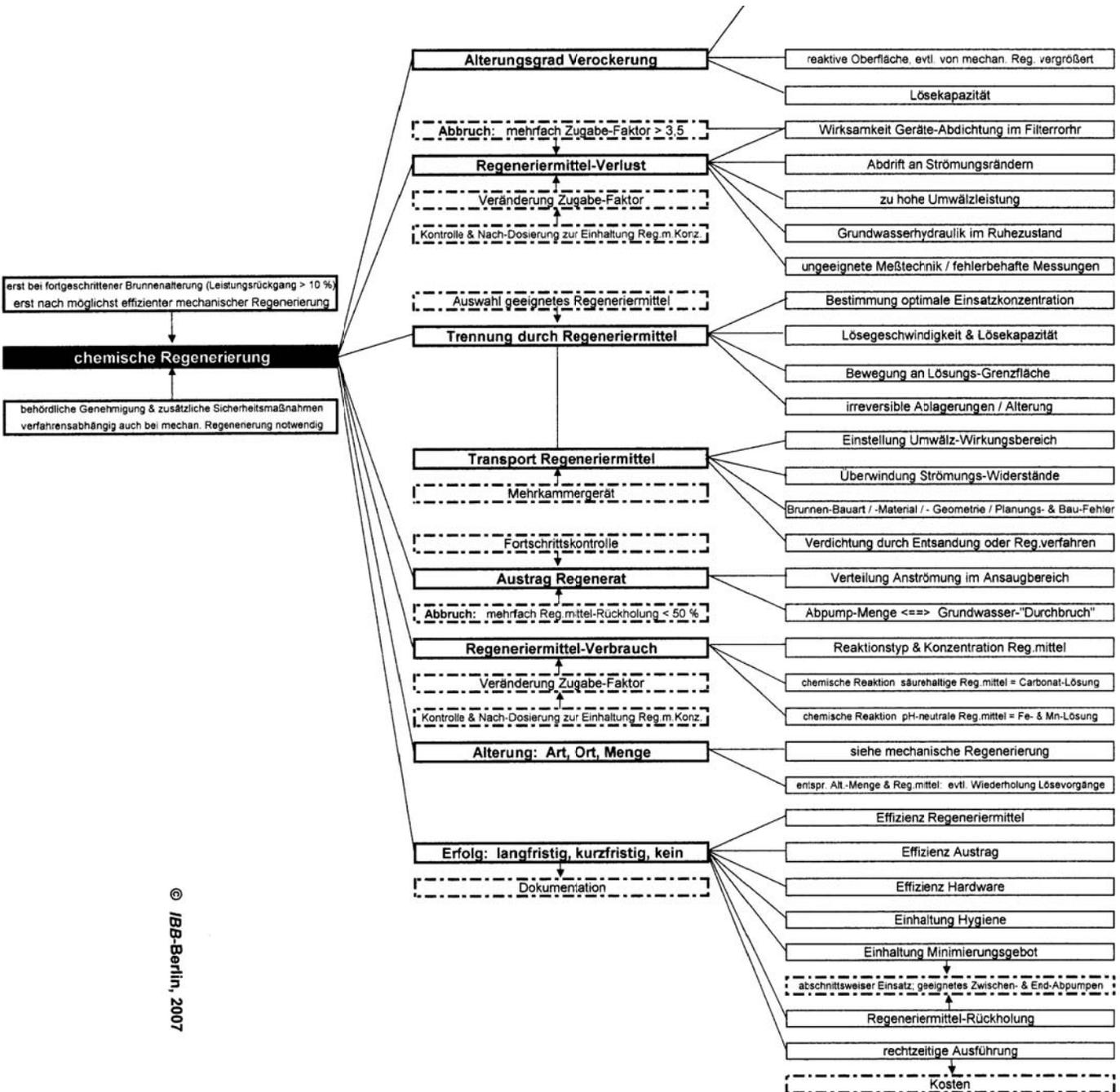


Matrix-Darstellung
Abhängigkeiten Brunnenalterung und Brunnenregenerierung
- Teil 1 -

**Matrix-Darstellung
Abhängigkeiten Brunnenalterung und Brunnenregenerierung
- Teil 2 -**



Matrix-Darstellung
Abhängigkeiten Brunnenalterung und Brunnenregenerierung
 - Teil 3 -



© IBB-Berlin, 2007

Die Probleme einer Beauftragung ausschließlich über Stundensätze ohne Mengenabschätzung der zu entfernenden Ablagerungen bzw. Aufwandabschätzung der benötigten Stunden lassen sich an den folgenden Beispielen erkennen.

Beispiel 1 – mechanische Regenerierung

Der Auftraggeber schreibt ohne Aufwandabschätzung / Wissen zur Effizienz namentlich gleicher Verfahrenstechniken eine mechanische Regenerierung zum Stundensatz aus; er gibt die Anwendung W 130 (2007) und des Musterprotokolls Anhang B verbindlich vor.

Die Nebenkosten (Baustelleneinrichtung, Entsorgung Feststoffe etc.) sind bei beiden Anbietern kostenmäßig vergleichbar. Firma X erhält den Auftrag, weil der Stundensatz von Fa. Y um mehr als 30 % höher ist.

Firma X führt den Auftrag unter vollständiger Dokumentation nach Musterprotokoll W 130 (2007) - Anhang B durch.

Die folgende, tabellarische Nachberechnung der tatsächlich entfernten Mengen und des tatsächlich benötigten Zeitaufwandes zeigt aber, dass der Auftraggeber mit der Beauftragung von Y sowohl geringere Kosten gehabt als auch eine höhere Effizienz erhalten hätte:

geofora 2007 - Beispiel 1: mechanische Regenerierung		
	Firma X	Firma Y
Angebot mechanische Regenerierung	95,00 €/ Systemstunde	125,00 €/ Systemstunde
Differenz Angebot	100,0 %	131,6 %
tatsächlich entfernte Menge pro Zeiteinheit	0,11 l Feststoff / min	0,19 l Feststoff / min
Differenz entfernte Menge pro Zeiteinheit	100,0 %	173,2 %
tatsächlich entfernte Menge gesamt	55,0 l Feststoff	71,5 l Feststoff
Differenz entfernte Menge gesamt	100,0 %	130,0 %

tatsächliche Dauer mechanische Regenerierung	500 Minuten	375 Minuten
	8,33 Stunden	6,26 Stunden
Differenz Dauer	133,2 %	100,0 %

tatsächliche Kosten mechanische Regenerierung	791,67 €	781,93 €
Differenz Kosten	101,2 %	100,0 %

tatsächliche Kosten pro Liter entfernter Feststoff	14,39 €/l Feststoff	10,94 €/l Feststoff
Differenz Effizienz	131,6 %	100,0%

Beispiel 1 stammt aus der mechanischen Brunnenregenerierung mit Wasserhochdruck und zeigt die erheblichen (messbaren) Effizienz-Unterschiede im Autrag pro Zeiteinheit (Firma Y entfernt pro Zeiteinheit fast 75 % mehr !) für das namensmäßig selbe Verfahren: Die erheblich bessere Effizienz ergibt sich aus der unterschiedlichen Konfiguration „Trennung“, also der Konstruktion der Düsenköpfe, ihres Abstandes zum Filterrohr, ihrer Wirkung durch die Filterschlitze in die Kiesschüttung in Abhängigkeit vom gewählten Druck und aus der unterschiedlichen Konfiguration „Autrag“, also der Wahl von Fördermenge im Verhältnis zur Hochdruck-Zugabemenge und Entfernung des Ansauges vom Trennungsbereich etc. bei gleich gewähltem Beendigungswert.

In Beispiel 1 entstehen für den Auftraggeber tatsächlich, trotz des erheblichen Preisunterschiedes bei den Systemstunden, in der Abrechnung annähernd gleiche Kosten; es ist aber besonders zu beachten, dass Firma Y eine erhebliche größere Menge entfernt (30 %) und sich diese erheblich mehr entfernte Menge bei der Wiederalterung bei anschließender Inbetriebnahme ohne weitere chemische Regenerierung in einer verbesserten Standzeit bis zur nächsten notwendigen Regenerierung positiv bemerkbar machen wird; folgt eine chemische Regenerierung, dann ist der Aufwand dafür durch die bereits mehr entfernte Menge entsprechend reduziert und damit zusätzlich dem Minimierungsgebot zur Einsparung von Regeneriermittel Genüge geleistet.

Es davon auszugehen, dass gerade bei den mechanischen Verfahren bei konsequenter Protokollierung und Auswertung der Messungen einige der vorhandenen Techniken noch weiter verbessert werden und sich damit der Leistungs-Abstand der Verfahren / Anbieter zueinander noch weiter vergrößern wird.

Beispiel 1 macht auch deutlich, wie unseriös Pauschalangebote „Regenerierung an nur 1 Tag“ sind.

Beispiel 2 – chemische Regenerierung + parameterkontrolliertes Endabpumpen

Der Auftraggeber schreibt ohne Aufwandabschätzung / Wissen zur Effizienz namentlicher gleicher Verfahrenstechniken eine chemische Regenerierung zum Stundensatz aus; er gibt die Anwendung W 130 (2007) und der Musterprotokolle Anhang D, E und F verbindlich vor.

Die Nebenkosten (Baustelleneinrichtung, Entsorgung Neutralisationsprodukte etc.) sind bei beiden Anbietern kostenmäßig vergleichbar. Firma V erhält den Auftrag, weil der Stundensatz von Fa. W um 25 % höher ist.

Firma V führt den Auftrag unter vollständiger Dokumentation nach Musterprotokoll W 130 (2007) - Anhang D, E und F durch.

Die folgende, tabellarische Nachberechnung zeigt, Firma V hat aufgrund einer nicht so effektiven Geräteabdichtung innerhalb des Filterrohres dort höhere Regeneriermittel-Verluste als Firma W. Obwohl durch die Kontrolle der Regeneriermittel-Konzentration und entsprechender Nachdosierung die Prozesswerte für Lösegeschwindigkeit & Lösekapazität (gleiches Regeneriermittel) identisch sind, zeigen sich Unterschiede im tatsächlichen Regeneriermittel- & Neutralisationsmittel-Bedarf und der Zeitaufwand für Zwischen-Abpumpen & parameterkontrolliertes Endabpumpen ist bei Firma V höher. Dadurch ist Firma W trotz höherer Systemstundenpreise in der tatsächlichen Ausführung knapp 6 % günstiger als Firma V.

Obwohl beide Firmen die Abbruch-Vorgaben nach dem neuen W 130 weit unterschreiten (Abbruch bei mehrfachem Regeneriermittel-Zugabefaktor > 3,5 & Regeneriermittel-Rückholung beim Zwischen-Abpumpen mehrfach < 50 %) so verwendet Firma W erheblich weniger Regeneriermittel und hat einen daraus resultierenden geringeren Neutralisationsaufwand (in 12 Lösevorgängen je 20 kg Regeneriermittel und je 12 kg Neutralisationsmittel weniger), d.h. Firma W erfüllt erheblich besser das Minimierungsgebot und auch die Regeneriermittel-Rückholung insgesamt (Zwischen-Abpumpen + parameter-kontrolliertes Endabpumpen) ist bei Fa. W besser, d.h. der Grundwasserschutz wird besser beachtet.

<u>geofora 2007 - Beispiel 2: chemische Regenerierung</u>		
Vorbereitung: chemische Regenerierung		Ermittlung von Kenndaten
gewählter Regeneriermittel-Typ	säurehaltiges Regeneriermittel wg. carbonathaltiger Verockerung	
gemessene Dichte für gewähltes Regeneriermittel & Neutralisationsmittel	1,250 kg / l Säure	1,340 kg / l Lauge

100 % Neutralisation für Neutralisationswert pH 6 ... 9: gemessene, notwendige Zugabe Lauge pro Liter bzw. kg verwendetes Regeneriermittel	1,250 kg Säure	1,00 l Säure
	=> 1,085 kg Lauge	=> 0,81 l Lauge

100% Neutralisation	1,000 kg Säure	0,868 kg Lauge
Unterschreitung des 70 % - Wertes für Regeneriermittel-Rückholung: Überprüfung der hydrologischen Rahmenbedingungen & Geräte- Einstellungen	0,608 kg Lauge	
Abbruch-Kriterium für wiederholtes Unterschreiten der 50 % - Rückholung	0,434 kg Lauge	

Höhe Arbeitsabschnitt	2,40 m
Bohrdurchmesser / Filterrohrdurchmesser	850 mm / 300 mm
angenommener Lückengrad Kiesschüttung (mittlere Lagerungsdichte)	0,35
Vor-Rücklauf-Leitung: Durchmesser / Gesamtlänge	19 mm / 55 m

gewählter Konzentrations-Arbeitsbereich für säurehaltiges Regeneriermittel	pH 0,95
gemessenes Verdünnungsverhältnis Regeneriermittel für gewählten Konzentrations-Arbeitsbereich	1 : 30

Zugabe-Faktor 1,0 = Mindestzugabe Regeneriermittel zur Einstellung des gewählten Konzentrations-Arbeitsbereich	40,0 kg Säure	32,0 l Säure
Zugabe-Faktor > 2,5 : Überprüfung der hydrologischen Rahmenbedingungen & Geräteinstellungen	100,0 kg Säure	80,0 l Säure
Abbruch-Kriterium für wiederholtes Überschreiten Zugabefaktor > 3,5	140,0 kg Säure	112,0 l Säure

Ausführung: chemische Regenerierung	Firma V	Firma W
--	----------------	----------------

Angebot System-Stunden chemische Regenerierung Mehrkammergerät mit Umkehrströmung, einstellbarer Umwälzleistung / Kontrolle Regeneriermittel-Konzentration, Fortschrittsüberwachung und Steuerung Lösen / Zwischen-Abpumpen	110,00 € / Std.	137,50 € / Std.
Differenz Angebot	100,0%	125,0%

Angebotspreis Regeneriermittel	2,90 € / l Säure
--------------------------------	------------------

Angebotspreis Neutralisationsmittel	1,40 €/ l Lauge	
tatsächliche durchschnittliche Zugabe Regeneriermittel pro Lösevorgang zur Einhaltung pH über Lösezeit	92,0 kg Säure	72,0 kg Säure
aus tatsächlicher Zugabe Regeneriermittel berechneter Zugabe-Faktor Regeneriermittel	2,3	1,8
tatsächliche durchschnittliche Zugabe Neutralisationsmittel pro Vorgang Zwischen-Abpumpen zur Einstellung pH 6 .. 9	65,0 kg Lauge	53,0 kg Lauge
aus tatsächlicher Zugabe Neutralisationsmittel berechnete Regeneriermittel-Rückholung durch Zwischen-Abpumpen	81%	85%
tatsächliche durchschnittliche Dauer je Durchgang = Lösen + Zwischenabpumpen	135 Min	125 Min
Differenz tatsächliche Dauer pro Durchgang	108,0%	100,0%
tatsächliche Kosten-Systemstunden je Durchgang = Lösen + Zwischenabpumpen	247,50 €	286,46 €
Differenz tatsächliche Systemstunden-Kosten je Durchgang	100,0%	115,7%
Kosten tatsächlicher Verbrauch Regeneriermittel, durchschnittlich je Lösevorgang	266,80 €	208,80 €
Kosten tatsächlicher Verbrauch Neutralisationsmittel, durchschnittlich je Zwischenabpumpen	91,00 €	74,20 €
Kosten Säure + Lauge, durchschnittlich je Durchgang	357,80 €	283,00 €
Differenz tatsächliche Kosten Regeneriermittel + Neutralisationsmittel je Durchgang	126,4%	100,0%
durchschnittliche Gesamt-Kosten je Durchgang	605,30 €	569,46 €
Differenz tatsächliche Gesamt-Kosten je Durchgang	106,3%	100,0%
Durchschnitt entfernte Menge Fe pro Lösevorgang	900 g Fe Tr.	900 g Fe Tr.
Kosten pro g entferntes Fe	0,67 €/ g Fe Tr.	0,63 €/ g Fe Tr.
Differenz Kosten pro g entferntes Fe	106,3%	100,0%

durchschnittliche Regeneriermittel-Ausnutzung	9,8 g Fe Tr / l Reg.m	12,5 g Fe Tr / l Reg.m
Differenz Regeneriermittel-Ausnutzung	100,0%	127,8%

entfernte Eisen-Menge (Trockenmasse)	10,5 kg Fe Tr..	10,5 kg Fe Tr..
tatsächlich durchgeführte Lösevorgänge + Zwischenabpumpen	12 Durchgänge	12 Durchgänge
Gesamt-Kosten chem. Reg. inkl. Reg.- & Neutral.mittel	7.263,60 €	6.833,50 €
Differenz Gesamt-Kosten chem. Reg. inkl. Reg.- & Neutral.mittel	106,3%	100,0%

Ausführung: parameterkontrolliertes Endabpumpen	Firma V	Firma W
--	----------------	----------------

Angebot System-Stunden parameterkontrolliertes Endabpumpen <small>abschnittsweises Abpumpen von oben nach unten; LF-Kontrolle; Neutralisation nach Bedarf</small>	95,00 € / Std.	110,00 € / Std.
Differenz Angebot	100,0%	115,8%

tatsächliche Dauer bis Einstellung Leitfähigkeit auf LF-Wert gemessen bei mechan. Reg.	350 Min	300 Min
tatsächliche Kosten Systemstunden	554,17 €	550,00 €
Differenz tatsächliche Systemstunden-Kosten	100,8%	100,0%

weiterer Verbrauch Neutralisationsmittel zur Einstellung pH 6 .. 9	6,0 kg Lauge	4,0 kg Lauge
aus tatsächlicher Zugabe Neutralisationsmittel berechnete Regeneriermittel-Rückholung durch Zwischen-Abpumpen + param.kontr. End-Abpumpen	89%	91%

Kosten Neutralisationsmittel für parameterkontrolliertes Endabpumpen	8,40 €	5,60 €
--	--------	--------

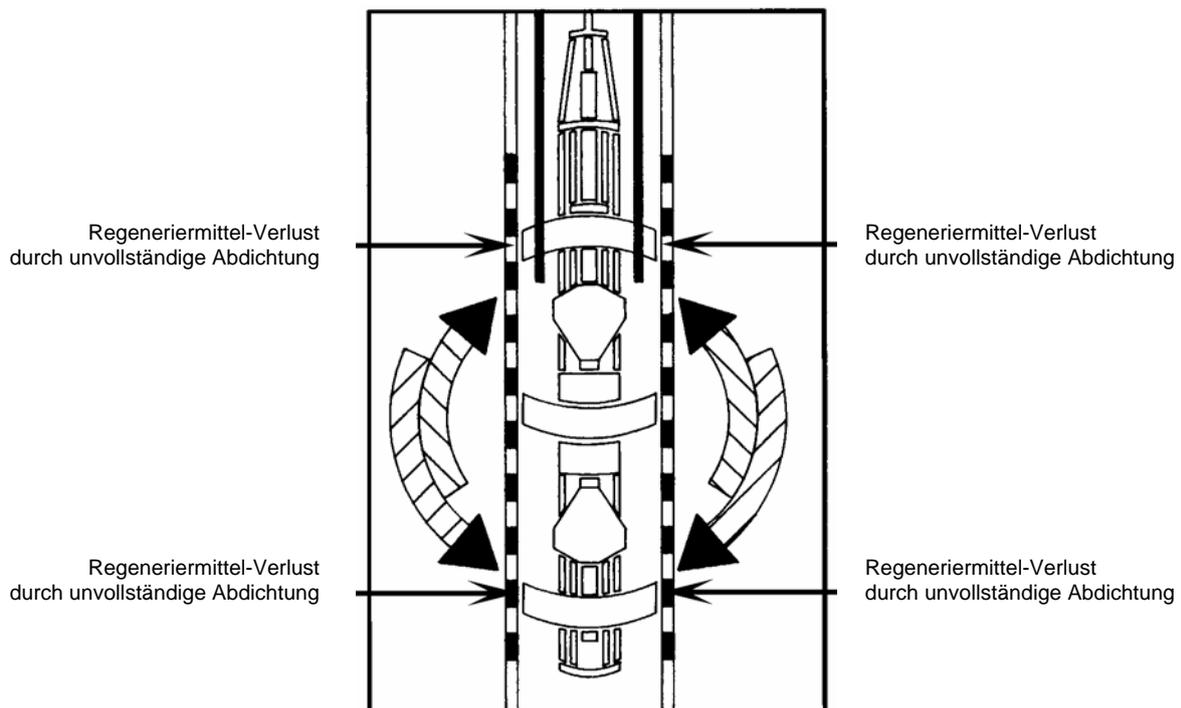
Gesamt-Kosten parameterkontrolliertes Endabpumpen inkl. Neutralisationsmittel	562,57 €	555,60 €
Differenz Gesamt-Kosten parameterkontrolliertes Endabpumpen inkl. Neutralisationsmittel	101,3%	100,0%

tatsächliche Gesamt-Kosten chem. Reg. + parameterkontrolliertes Endabpumpen inkl. Reg.mittel + Neutral.mittel	7.826,17 €	7.389,10 €
Differenz tatsächliche Gesamt-Kosten chem. Reg. + parameterkontrolliertes Endabpumpen inkl. Reg.mittel + Neutral.mittel	105,9%	100,0%

Beispiel 2 stammt aus der chemischen Brunnenregenerierung mit einem Mehrkammergerät („Kieswäscher“) und zeigt das Problem jedes Mehrkammergerätes / jeder Maßnahme zur abschnittswisen chemischen Regenerierung: die Abdichtung zwischen den Kammern sowie der Abdichtung der Kammern innerhalb des Filterrohres nach oben / unten.

Diese Abdichtung wird technisch unterschiedlich ausgeführt:

- mit wassergefüllten Abdichtungsschläuchen
- mit luftgefüllten Abdichtungsschläuchen
- mit Gummischeiben
 - einfach oder mehrfach übereinander
 - weich oder hart, gemischt bei mehrfacher Anordnung
 - mit unterschiedlichem Übermaß



*Regeneriermittel-Verlust bei unvollständiger Abdichtung am Mehrkammergerät
Mehrkammergerät mit Umkehrströmung und einstellbarer Umwälzleistung*

Die Bedeutung einer möglichst guten Abdichtung innerhalb des Filterrohres ist bereits früh erkannt worden; so gab es bereits 1953 und 1979 Patentanmeldungen für entsprechend gut ausgebildete Abdichtungen. Beide Anmeldungen wurden in ihrer Erfindungshöhe mit Patenterteilung bestätigt, sind aber mittlerweile im Patentschutz, ebenso wie der „Original-Kieswäscher“, abgelaufen.

Eine nicht vollständig „funktionierende“ Abdichtung konkurriert mit dem Transport des Regeneriermittels in die Kiesschüttung, der infolge der Druckdifferenz zwischen mindestens zwei abgeschlossenen, voneinander getrennten Kammern („Mehrkammergerät“) als Strömung durch die am Arbeitsbereich anstehende Kiesschüttung zustande kommt. Sind die nach oben / unten abschließenden Abdichtungen „undicht“, so wird ein Anteil des Regeneriermittels anstatt durch die Filterschlitzte in die Kiesschüttung an der undichten Abdichtung vorbei in den Bereich oberhalb und unterhalb des Mehrkammergerätes „weggedrückt“, ohne am Lösevorgang teilzunehmen. Der Anteil dieser Art des Regeneriermittel-Verlustes wird umso größer, je mehr weiter weg gelegene Bereiche der Kiesschüttung (vor allem bei Mehrfach-Kiesschüttungen) durch die variable Einstellung der Umwälzgeschwindigkeit zur Anpassung an die Brunnengeometrie und radiale Eindringtiefe erreicht werden sollen. Wird dann das Regeneriermittel an den undichten Abdichtungen vorbei weggedrückt, so wird entsprechend der Überwachung & Einhaltung der Regeneriermittel-Konzentration im Arbeitsbereich nachdosiert und der „Zugabe-Faktor“ steigt an. Dabei können Werte erreicht werden, die den Abbruch der Maßnahme notwendig werden lassen.

Weitere (messbare) Unterschiede für das namensmäßig selbe Verfahren „Mehrkammergerät“ (die jedoch hier nicht beispielhaft dargestellt werden) ergeben sich aus unterschiedlicher Konfiguration „Trennung“, also Auslegung der Einrichtung zur Erzeugung der Druckdifferenz und in der unterschiedlichen Konfiguration „Austrag“, also der Art und Einstellung des Zwischen-Abpumpens direkt aus dem Arbeitsabschnitt zwischen zwei Lösevorgängen.

Andere Möglichkeiten für Regeneriermittel-Verluste sind in der „Matrix-Darstellung für Abhängigkeiten bei der Brunnenalterung und Brunnenregenerierung“ dargestellt. Das Erkennen von Regeneriermittel-Verlusten zur Einleitung von Abbruch-Maßnahmen im Rahmen der Einhaltung des Minimierungsgebotes gilt gleichermaßen für alle Regeneriermittel-Typen, unabhängig davon, ob säurehaltige oder pH-neutrale Regeneriermittel eingesetzt werden.

Die Kontrolle der Einsatz-Konzentration und Regeneriermittel-Rückholung erfolgt bei pH-neutralen Regeneriermitteln mit Messung sowohl eines an der Reaktion beteiligten als auch eines nicht an der Reaktion beteiligten Stoffes bzw. Tracers.

Die Beispiele für Kosten & Effizienz lassen sich fortsetzen, z.B. mit unterschiedlichen Regeneriermitteln und unterschiedlichen Austrags-Varianten. Alle Beispiele aber zeigen: letztlich ist nicht immer der (aufgrund zu einfach gewählter Ausschreibung) mit dem niedrigsten Preis Anbietende der Günstigste und Leistungsfähigste.

Nur eine korrekte Daten-Erhebung und –Auswertung lassen über langfristig angelegte Datenbanken einigermaßen objektive Vergleiche zu. Ein vollständig objektiver Vergleich ist nicht möglich, da es keinen Brunnen gibt, der 2 x dasselbe Alterungsbild zeigt und es keine 2 Brunnen gibt, die parallel dasselbe Alterungsbild aufweisen

Beispiel 1 & 2 – Vergleich

In Beispiel 1 (mechanische Regenerierung) wurden von Firma Y insgesamt 71,5 Liter Feststoff für € 781,93 entfernt.

In Beispiel 2 (chemische Regenerierung inkl. parameterkontrolliertes Endabpumpen) wurden von Firma W insgesamt 12,5 kg Eisen-Trockenmasse für € 7.389,10 entfernt.

D.h. die mechanische Regenerierung hat in diesen Beispielen nur 10 % der chemischen Regenerierung gekostet; es drängt sich die Frage auf: ist es nicht „günstiger“ 10 x mechanisch zu regenerieren, als die Kombination mechanische + chemische Regenerierung zu wählen ?

Dazu einige Anmerkungen:

- Die bei der mechanischen Regenerierung entfernten Feststoffe haben einen Wassergehalt > 99 %; in diesem Feststoff-Anteil sind auch alle anderen Mineral-Bestandteile + die Eisen-Verbindung als Hydroxid, Oxidhydrat etc. + Biomasse + Ton / Schluff / Sand enthalten.
- Bis zu 50 % der bei der mechanischen Regenerierung entfernten Feststoffe stammen von der Filterrohr-Innenseite, sind also eigentlich kaum leistungsmindernd.
- Die Baustellen-Einrichtung und alle begleitenden Maßnahmen (Pumpen-Ein/Ausbau, Kamerabefahrung etc.) sind 10 x in den Vergleich einzuberechnen.

Die Datenbank-Auswertung repräsentativer Regenerierungen aus den letzten 20 Jahren, die auf den Vergleich der mechanischen Regenerierung ausgerichtet waren und auch für die mechanische Regenerierung die entfernte Eisen-Trockenmasse bestimmt haben, haben gezeigt, dass mit der mechanischen Regenerierung ca. 20 ... 35 % der insgesamt entfernten Eisen-Trockenmasse entfernt wurden (inkl. des Anteils von der Rohr-Innenseite) und die nachfolgende chemische Regenerierung den „Rest“. Für diese Untersuchungen wurde Wert auf jeweils effektive Verfahren gelegt, d.h. für die mechanische Regenerierung wurden Druckwellen-/Impuls-Verfahren mit Fortschrittskontrolle in Mehrschritt-Kombination mit erprobten Hochdruck-Innenspülverfahren und Intensiventnahme mit bewegter Kammer und für die chemische Regenerierung Mehrkammergeräte mit Überwachung der Regeneriermittel-Konzentration und Fortschrittskontrolle zur Steuerung des Regenerierablaufes sowie umkehrbarer Strömungsrichtung sowie variabler Umwälzgeschwindigkeit eingesetzt.

Wäre in diesen Fällen keine anschließende chemische Regenerierung durchgeführt worden, so hätte die tatsächlich verbliebene Alterung die Wiederalterung erheblich beschleunigt und die Zeit bis zur nächsten notwendigen Regenerierung entsprechend kurz werden lassen. Dieser Sachverhalt wird durch „Sägezahnkurven“ gezeigt. Weiterhin hätten die verbliebenen Alterungsablagerungen ihren Prozess der Hydratwasserabspaltung fortgesetzt und jegliche weiteren Regeneriermaßnahmen wären dadurch technisch & kostenmäßig aufwendiger geworden.

Die Darstellung zeigt, dass die berühmt (-berüchtigte) und beliebte (weil nicht genehmigungspflichtig und Ruck-Zuck-durchführbar) „Regenerierung an 1 Tag“ bedenkliche Folgen haben kann.

Die Beispiele 1 und 2 zeigen, dass der Auftraggeber für eine technisch-wirtschaftlich erfolgreiche Regenerierung zum einen die erforderlichen Leistungen umfassend sachgerecht zu beschreiben hat und die Auftragsvergabe an den „Billigsten“ nicht immer den Preis wert ist.

Aufgaben des Auftragnehmers

Die Aufgaben des Auftragnehmers zur „Dokumentation von Regeneriermaßnahmen“, d.h. die notwendige Datenerfassung, sind vom Auftraggeber zu definieren und in die Leistungsbeschreibung / Vergabeunterlagen / Auftragserteilung aufzunehmen. Dazu kann z.B. Bezug auf die „aktiven“ Protokolle zur Brunnenregenerierung, in der jeweils neusten Version als Download unter www.figawa.de verfügbar, genommen werden. Einige Auftraggeber beschreiben die Aufgaben des Auftragnehmers zur Kontrolle und Steuerung der Abläufe in den Auftragsunterlagen dabei sehr ausführlich als Langtext, um auf die Relevanz diese Auftragnehmer-Aufgaben besonders aufmerksam zu machen. Generelle Aufgabe des Auftraggebers (oder eines Ingenieurbüros) ist es, spätestens in der Auftragserteilung die relevanten Beendigungswerte und die aufgrund der Voruntersuchungen als erforderlich geschätzten Systemstunden (der Auftragnehmer bietet Systemstunden zum Nachweis an) anzugeben, sicherlich unter der Unsicherheit der unterschiedlichen Effizienz der einzelnen Verfahrenstechniken verschiedener Anbieter.

Der Auftragnehmer hat dann vollständig ausgefüllte Protokolle beim Auftraggeber, je nach Auftragsbeschreibung täglich, nach jedem einzelnen Anwendungsschritt oder bei Beendigung der Maßnahme, auszuliefern. Eine Anpassung der Download-Protokolle an die Eigenschaften der Auftragnehmer-Hardware ist vor Beginn der Arbeiten zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber (bzw. Ingenieurbüro) abzustimmen und zu protokollieren.

Die Zusammenarbeit mit einem bauleitenden Ingenieurbüro kann auch die periodische Übermittlung der Protokolle direkt von der Baustelle an das Ingenieurbüro erforderlich machen; dies ist ebenfalls im Rahmen der Auftragserteilung zu regeln.

Die Anwendung der „aktiven“ Protokolle erleichtert dem Auftragnehmer, den Zeitpunkt der vorgegebenen Beendigungswerte zu erkennen und einzuhalten. Er hat aber auch die Aufgabe, Schwierigkeiten und Abweichungen von der normalen Ausführung zu dokumentieren.

Die sachgerechte Anwendung der „aktiven“ Protokolle unterstützt aber auch das Erkennen von Abbruch-Bedingungen (z.B. Förderung von Ausbaumaterial oder zu hohe Regeneriermittel-Zugabe) bzw. sie zeigt direkt im Protokoll durch farbige Hinterlegungen der Felder nach Werteeintragung an. Dies gibt Auftraggeber und Auftragnehmer Sicherheit für eine vertrauensvolle Zusammenarbeit und Sicherheit für eine qualitätsorientierte Ausführung der Arbeiten. Zur Vollständigkeit einer Auftragserteilung sollten daher auch Regelungen für die Bezahlung von Leistungen bei vorzeitiger Beendigung / Abbruch-Notwendigkeit gehören.

Einige Auftraggeber machen für die vollständige Zahlung der Rechnung oder auch schon für Abschlagszahlungen von der vollständigen Datenerfassung und geeigneten Übergabe als Kriterium der Leistungserfüllung abhängig.

Durch eine umfassende Dokumentation wird auch für den Auftragnehmer eine umfassende Transparenz seiner Ausführungsqualität sichtbar. Werden dabei Schwächen sichtbar, so hat der Auftragnehmer die Möglichkeit, eben diese Schwächen kurzfristig zu beseitigen und sie als Stärke

auszubauen; dies schafft Vertrauen sowohl bei den Auftraggebern und den Mitarbeitern des Auftragnehmers und dient letztlich der Qualitätssicherung.

Eine weitergehende Auswertung der Protokolle und sonstiger Messergebnisse ist nicht Vertragsbestandteil der Leistung des Auftragnehmers.

Leistungen eines Ingenieurbüros

Ein Ingenieurbüro zur Begleitung von Regeneriermaßnahmen wird beauftragt,

- wenn der Auftraggeber Outsourcing zur Schonung eigener Personal-Ressourcen als wirtschaftliche Maßnahme wählt,
- wenn der Auftraggeber nicht über genügend eigene Qualifikation zur Begleitung der Maßnahme verfügt,
- wenn das Ingenieurbüro eine hohe Kompetenz zur Vorbereitung, Begleitung, Auswertung und Bewertung der Maßnahme besitzt,
- wenn der Auftraggeber eigene Interessen hinsichtlich Zeitersparnis, Vergleich mit anderen Regenerierungen im Rahmen der Nutzung von externen Datenbanken hat,
- wenn der Auftraggeber ein unabhängiges Testat zur Abnahme der Arbeiten benötigt, z.B. für die Aufsichtsbehörde oder Anteilseigner.

Kernaufgaben des Ingenieurbüros entsprechend der Definition des Begriffes „Dokumentation“ (vgl. Kap. „Grundlagen der Dokumentation“) sind:

- Definition / Vorbereitung der Unterlagen für die Dokumentation durch den Auftragnehmer,
- Prüfung der Auftragnehmer-Unterlagen zur Dokumentation auf Vollständigkeit und Plausibilität,
- Auswertung der Dokumentation = Dokumentenanalyse,
- Bewertung der Maßnahme zur Testat-Abgabe & -Begründung.

Ein auf die Vorbereitung, Ausführung und Auswertung von Brunnenregenerierungen spezialisiertes Ingenieurbüro führt entsprechend Absprache mit dem Auftraggeber / Auftragserteilung z.B. folgende Leistungen aus:

- Auswertung von Kamerabefahrungen zur Beurteilung auf Regenerierfähigkeit und Regenerierbedürftigkeit
- Auswertung geophysikalischer Messungen zur Beurteilung von Setzungen infolge Regeneriertechniken (besonders durch Anwendung „falscher“ Technologien nach der chemischen Regenerierung)
- Vorbereitung zur Überprüfung auf Regenerierfähigkeit:
 - Beurteilung sichtbarer Mängel: z.B. Deformationen, Beschädigungen, Haltbarkeit Beschichtungen
 - Beurteilung nicht sichtbarer Mängel: Fehler, z.B. Kiesschüttungswahl und Einbau; Entsandung
 - Beurteilung erfolgter Sanierungsmaßnahmen: z.B. Konsequenzen von Einschubverrohrungen für den weiteren Brunnenbetrieb

- Mitwirkung bei Aufstellung Leistungsverzeichnis, Bieterauswahl, Angebotsbewertung und Vergabe (inkl. Effizienzunterscheidung der einzelnen Bieter und daraus resultierender Korrekturen der „Preiswürdigkeit“), Bauleitung, Kontrolle Abrechnung
- Beantragung genehmigungspflichtiger Maßnahmen; Überwachung zur Einhaltung der erteilten Auflagen, Bericht nach Beendigung der Maßnahme an Behörde
- Berechnungen zur Kinetik mechanische & chemische Regenerierung inkl. Effizienz-Beurteilung
- Berechnungen und Beurteilung der mechanischen Regenerierung: Teilung der insgesamt entfernten Feststoffmenge in Anteile
 - von Rohr-Innenwandung
 - aus Kiesschüttung
- Abschätzung Reichweite mechanische & chemische Regenerierverfahren inkl. Beurteilung innere / äußere Kolmation
- Berechnungen / Beurteilung zu Vergleichs-Messungen vor / während / nach der Regenerierung (Kamerabefahrung, geophysikalische Messungen, Pumpteste)
- Errichtung von / Eingabe in Datenbanken für die mechanische und chemische Brunnenregenerierung
Vergleich der Maßnahme mit Ergebnissen aus der Datenbank
- Testat als Beurteilung der Gesamt-Maßnahme.

Die Auswertung eines Fachbüros wird unterstützt durch veranschaulichende grafische und tabellarische Darstellungen der Abläufe und Ergebnisse.

Datenbanken zur Beurteilung von Regeneriermaßnahmen

Früher war es üblich, den Erfolg einer Regeneriermaßnahme ausschließlich durch den Vergleich eines Pumptestes vor und nach einer Regenerierung zu beurteilen. Dies ist aber nur eine kurzfristige Erfolgsbeurteilung und führt durch nicht ausreichend wirksame Regenerierungen zu den berühmten „Sägezahn“-Darstellungen.

Später wurden dann deshalb im zeitlichen Abstand zur Maßnahme ausgeführte Pumpteste zur Beurteilung des langen Anhalts der Maßnahme als „Standzeit bis zur nächsten notwendigen Regenerierung“ herangezogen.

Als weitergehende Überlegungen zur Erfolgs-Beurteilung wurden z.B. durchgeführt:

- Δh -Messungen zur Beurteilung des Eintrittswiderstandes,
- Zwischen-Pumpteste zur Beurteilung der Fördermengenveränderung durch mechanische und chemische Regenerierung,
- Wirtschaftlichkeits-Berechnungen zur geförderter Gesamtmenge von Bau bis 1.Regenerierung und zwischen zwei notwendigen Regenerierungen
- Wirtschaftlichkeitsberechnungen über die Ermittlung der Stromkosten in Abhängigkeit der Absenkung durch Brunnenalterung.

Alle diese Erfolgs-Beurteilungen sind jedoch zur Erkennung der Stärken und Schwächen sowie zur Verbesserung von Technologie-Entwicklung und –Anwendung der Einzelmaßnahmen einer Regenerierung nur bedingt tauglich. Erst der Vergleich der Daten aus der Maßnahme selbst ermöglicht langfristig den technisch/wirtschaftlichen Erfolgs-Vergleich von Regenerierungen bzw. Einzelmaßnahmen und Technologie-Veränderungen.

Zur Erstellung von Datenbanken ist die (möglichst) vollständige Datenerhebung, wie sie nunmehr über die Anwendung und vollständige Ausfüllung der aktiven Protokolle zur Brunnenregenerierung (Download www.figawa.de) durchgeführt wird, zielführend. Die umfassende Datenerhebung gibt auch wertvolle Hinweise direkt während der Ausführung der Maßnahme. So berichtete der Geschäftsführer eines namhaften Regenerier-Dienstleisters auf einer Tagung über die erstmalige Anwendung dieser aktiven Protokolle: „Wir sehen endlich, was wir tun !“

Datenbanken können

- von Betreibern für den Vergleich ihrer Brunnen und den Vergleich verschiedener Techniken / Anbieter,
 - von Dienstleistern zur Beurteilung ihrer Maßnahmen unter verschiedenen Bedingungen und zur Beurteilung interner technischer Änderungen,
 - von Ingenieurbüros zur Beurteilung regionaler / überregionaler Maßnahmen unterschiedlicher Anbieter und Technologien
- erstellt werden.

Derartige Datenbanken werden in tabellarischer Struktur geführt und folgen dem Grundsatz : je umfangreicher sie sind, umso größer ist der Informationsgehalt, vor allem für a-priori- und ex-post-Darstellungen.

Datenbanken zu Brunnenregenerierungen werden wohl nur selten veröffentlicht (werden). Zunächst sind sie ein streng gehütetes Geheimnis von Misserfolgen, denn Misserfolge sind nicht die beste Eigenwerbung und wer stellt sich schon gerne selber mit Misserfolgen dar ? Bei Erfolgen berichten die ausführenden Firmen zwar gern pauschaliert, zeigen aber ungern detailliert, was-wie funktioniert, damit der Wettbewerb nicht kostenlos nachahmt. Für Ingenieurbüros sind Datenbanken die Grundlage ihres eigenen (und zu verkaufenden) Wissens. Allenfalls Brunnenbetreiber unterliegen aufgrund ihrer bisherigen Monopolstellung in ihrem Versorgungsbereich keiner Wettbewerbssituation und sind am Datenaustausch zur Verbesserung ihrer eigenen Wirtschaftlichkeit interessiert.

Zusammenfassung

Das Wissen um die Brunnenregenerierung in seinen technischen Details hat sich in den letzten Jahren erheblich verbessert. Es findet seinen Ausdruck in der Neufassung des DVGW Arbeitsblattes W 130 (2007) und dort speziell in den Musterprotokollen der Anhänge B, D, E und F bzw. in den „aktiven“ Protokollen, die im Download unter www.figawa.de verfügbar sind und bei Bedarf aktualisiert werden.

Mit diesen / angepassten Protokollen muss die Ausführung der Maßnahme nach W 130 dokumentiert werden. Damit gehören Regenerierungen ohne entsprechende Datenerhebungen und Dokumentation („denn sie wissen nicht; was sie tun“) der Vergangenheit an:

Aufgabe des Auftraggebers ist es, die Datenerhebung und deren Dokumentation als Bestandteil der Maßnahme zu beauftragen.

Aufgabe des Auftragnehmers ist es, die Datenerhebung und deren Dokumentation gewissenhaft und vollständig durchzuführen.

Die Auswertung der Daten (= Dokumentenanalyse) ist eine Leistung, die nicht im „normalen“ Leistungsumfang der Maßnahme enthalten ist. Entweder der Auftraggeber führt sie bei genügender Sachkenntnis selber aus oder beauftragt den Auftragnehmer oder ein Ingenieurbüro.

Der Vorteil der Beauftragung eines auf die Auswertung von Regenerierungen spezialisierten Ingenieurbüros liegt darin, dass dieses mit einem entsprechenden Datenbank-Hintergrund zusätzlich auch Vergleiche mit Regenerierungen bei anderen Auftraggebern und anderen Auftragnehmern durchführen und damit ein Testat in Gutachten-Qualität geben kann.

Die Dokumentation der Datenerhebung und Datenauswertung ist ebenso mit alle anderen Unterlagen zur Ausführung der Maßnahme in der Brunnenakte abzulegen. Sie bildet die Grundlage für spätere Maßnahmen und zur Erstellung einer Datenbank für Interessierte.

Kontaktdaten des Autors:

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, kfp@ibb-berlin.de