



**LAWA-Hinweise für die Anwendung der
Geringfügigkeitsschwellenwerte
bei Benutzungen des Grundwassers
in bestimmten Fallgestaltungen**

September 2006

Erarbeitet von einer Kleingruppe des Ständigen Ausschusses der LAWA:
"Grundwasser und Wasserversorgung" unter Mitarbeit von:

Dr. Wolfgang Berger	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
Martin Böhme	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin
Dr. Wolfgang Leuchs	Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen
Dr. Sibylle Pawlowski	Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirt- schaft und Verbraucherschutz des Landes Nord- rhein-Westfalen
Dr. Günther Siegert	Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz

© Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA
unter Vorsitz des Ministeriums für Umwelt, Forsten und
Verbraucherschutz des Landes Rheinland Pfalz
Kaiser-Friedrich-Straße 1, 55 116 Mainz

Berlin, im September 2006

Beschlossen in der 131. LAWA-Vollversammlung am 20./21. September 2006

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung	4
2. Beurteilung von Grundwasserproben	6
3. Einleiten von Stoffen in das Grundwasser	8
3.1 Einleiten von Wasser zur Stabilisierung des Grundwasserstandes	9
3.2 Einleiten von Wasser zur Grundwasseranreicherung für die öffentliche Trinkwasserversorgung	10
3.3 Wiedereinleiten von Grundwasser bei Grundwassersanierungen	10
3.4 Einleiten von Niederschlagswasser und gereinigtem häuslichen Schmutzwasser in das Grundwasser	10
3.5 Verfüllung von Nassabgrabungen	12
3.6 Einleitung von flüssigen Stoffen in das Grundwasser	12
3.6.1 Kanalrohrsaniierungsmittel	15
3.6.2 Injektionen zur Baugrubenabdichtung	16
3.6.3 Schleierinjektionen	18
3.6.4 Verwendung von Spülmittelzusätzen bei Bohrungen	18
3.6.5 Chemische Brunnenregenerierung	20
4. Literaturverzeichnis	22

1. Aufgabenstellung

Bei Maßnahmen, die auf das Grundwasser einwirken, dürfen nach dem WHG schädliche Veränderungen der Eigenschaften des Grundwassers nicht zu besorgen sein. Als Maßstab, bis zu welchen Stoffkonzentrationen anthropogene, räumlich begrenzte Änderungen der chemischen Beschaffenheit des Grundwassers als geringfügig einzustufen sind und ab welcher Konzentration eine Grundwasserverunreinigung (= Grundwasserschaden) vorliegt, dienen die Geringfügigkeitsschwellenwerte der LAWA. Die Geringfügigkeitsschwellenwerte sind definiert als die Konzentrationen, bei denen trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber den regionalen Hintergrundwerten keine relevanten ökotoxischen Wirkungen auftreten können und die Anforderungen der Trinkwasserverordnung oder die nach einer entsprechenden Risikobetrachtung abgeleiteten Werte eingehalten werden. Damit soll dem Auftrag des WHG, die Gewässer sowohl für wasserwirtschaftliche Nutzungen, als auch als Lebensraum für Pflanzen und Tiere und als Bestandteil des Naturhaushaltes zu schützen, Rechnung getragen werden. Unterhalb der Geringfügigkeitsschwellenwerte ist das Grundwasser im rechtlichen Sinne nicht verunreinigt.

Die Geringfügigkeitsschwellenwerte wurden zum Schutz des Grundwassers nach human- und ökotoxikologischen Kriterien unter Einbeziehung der natürlichen geogenen Hintergrundkonzentrationen des Grundwassers abgeleitet. Grundsätzlich sind sie Grundlage für die wasserrechtliche Bewertung, ob Materialien und Produkte eine schädliche Verunreinigung des Grundwassers besorgen lassen oder Grundwasser schädlich verunreinigt ist. Während sie zur Beurteilung von Grundwasserproben direkt übernommen werden können, ist dies für eine grundwasserbezogene Beurteilung von Feststoffen im Vorfeld einer Einbaumaßnahme nicht möglich, da eine natürliche wässrige Lösung fehlt, deren Schadstoffkonzentrationen mit den Geringfügigkeitsschwellenwerten verglichen werden könnte. Im Labor können zwar Eluate unter definierten Randbedingungen hergestellt werden, die so gewonnen Konzentrationen sind jedoch abhängig von den gewählten Versuchsbedingungen, z.B. dem Massenverhältnis zwischen dem Versuchsmaterial und dem Versuchswasser oder der Korngröße des Materials im Versuch. Außerdem ist nicht jedes Verfahren für jedes Material geeignet. Um festzustellen, ob die Materialien die Anforderungen des Boden- und Grundwasserschutzes ein-

halten, bedarf es zusätzlich zur Verfahrensfestlegung einer fachlich abgesicherten Konvention, mit der die Ergebnisse aus den Laborversuchen auf die natürlichen Verhältnisse in der Umwelt übertragen und die Besonderheiten des Materials oder der natürlichen Verhältnisse berücksichtigt werden können. Diese fallspezifischen Konventionen erfolgen in Anwendungsregeln, die jeweils die dafür zuständigen Gremien erarbeiten.

Die LAWA hat in der 127. Vollversammlung bei der Verabschiedung des Berichts zur Ableitung der Geringfügigkeitsschwellenwerte am 8./9. September 2004 den Ständigen Ausschuss Grundwasser und Wasserversorgung beauftragt, eine solche Anwendungsregel für Einleitungen von Stoffen in das Grundwasser zu erarbeiten. Das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser ist eine Benutzung nach § 3 Abs. 1 Nr. 5 WHG und bedarf nach § 2 WHG einer Erlaubnis nach § 7 WHG.

Im folgenden Kapitel 2 wird erläutert, wie Grundwasserproben beurteilt werden können. Im Kapitel 3 werden zunächst die später erörterten Sachverhalte rechtlich eingeordnet und dann für verschiedene Fälle der Einleitung von Stoffen die Rahmenbedingungen für die Beurteilung, ob eine Grundwassergefährdung vorliegt, dargelegt. Die Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

2. Beurteilung von Grundwasserproben

Sollen Messergebnisse aus qualifizierten Grundwasseruntersuchungen daraufhin beurteilt werden, ob eine Grundwasserverunreinigung vorliegt, sind sie mit den Geringfügigkeitsschwellenwerten zu vergleichen. Die Geringfügigkeitsschwellenwerte grenzen dabei den schädlich verunreinigten Teil des Grundwassers vom nicht schädlich verunreinigten ab. Überschreitet die Stoffkonzentration in einer qualifiziert gewonnenen Grundwasserprobe die Geringfügigkeitsschwelle, dann gilt eine Grundwasserverunreinigung für den durch die Messungen repräsentierten Grundwasserbereich als festgestellt. Dies trifft schon für das Ergebnis einer repräsentativen Messung an einem Messpunkt zu. Die Behörde hat insoweit bei der Feststellung der Grundwasserverunreinigung keinen Ermessensspielraum. Es handelt sich allerdings zunächst nur um eine Feststellung dem Grunde nach, der regelmäßig eine Ermittlung von Art und Ausmaß der Grundwasserverunreinigung zu folgen hat.

Die Probennahme einer Grundwasseruntersuchung muss sich nach fachlichen Handlungsempfehlungen richten. Die Feststellung der Grundwasserverunreinigung ist zu verbinden mit einer Einschätzung der Zuverlässigkeit des Nachweises und räumlichen Repräsentativität der Messung.

Werden in einer Grundwasserprobe Konzentrationen zwischen den regionalen Hintergrundwerten und den Geringfügigkeitsschwellenwerten festgestellt, ohne dass es Anhaltspunkte für einen Schadstoffeintrag gibt, kann die zuständige Wasserbehörde prüfen, ob der Sachverhalt Anhaltspunkte für eine weitere Untersuchung gibt.

Anders ist es zu beurteilen, wenn mit einer Grundwasserüberwachung festgestellt werden soll, ob eine Maßnahme – also beispielsweise eine Verfüllung – dem Besorgnisgrundsatz genügt. Es soll dann nachgewiesen werden, dass der Einbau des Materials unschädlich war. Grundlage für eine solche Beurteilung ist eine statistische Auswertung der Überwachungsergebnisse des Grundwassers im Zustrom bzw. einer Vorfeldmessstelle. Unter Berücksichtigung des Grundwasserdurchflusses sowie der mittleren Grundwasserneubildung sollte es im Abstrom der Maßnahme im Grundwasser in der Regel nicht zu einer Konzentrationserhöhung kommen. Auf keinen Fall dürfen dort die Geringfügigkeitsschwellenwerte überschritten werden, soweit eine solche Überschreitung nicht geogen bedingt ist.

Bei der Überwachung des Grundwassers kann sich andeuten, dass durch eine Häufung einzelner, lokal begrenzter Schadstoffeinträge, die für sich als einzelne die Geringfügigkeitsschwellenwerte einhalten, oder durch flächenhafte Schadstoffeinträge die Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser so weit ansteigen, dass die Geringfügigkeitsschwellenwerte in der Fläche erreicht worden sind oder erreicht werden. Bestätigt sich diese Vermutung, ist dieser Umstand in die Prüfung der Zulässigkeit von weiteren Maßnahmen wie beispielsweise des Einbaus von Materialien, aus denen die in Frage stehenden Schadstoffe ausgewaschen werden können, einzubeziehen. Hierbei ist insbesondere der Einbau großer Volumina kritisch zu prüfen. Unter welchen Voraussetzungen und in welchem Rahmen Maßnahmen zur Vermeidung einer Grundwasserverunreinigung getroffen werden müssen, kann aber nur im Einzelfall entschieden werden.

3. Einleiten von Stoffen in das Grundwasser

Das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser ist eine Benutzung nach § 3 Abs. 1 Nr. 5 WHG und bedarf deshalb nach § 2 WHG einer Erlaubnis nach § 7 WHG. Die Erlaubnisfähigkeit richtet sich nach § 34 WHG und insbesondere nach der Grundwasserverordnung. Nach § 3 GrundwV dürfen Stoffe der Liste I nicht in das Grundwasser eingeleitet werden, sofern es sich um nicht nur so geringe Mengen und Konzentrationen handelt, dass jede gegenwärtige und zukünftige Gefahr einer Beeinträchtigung der Grundwasserqualität ausgeschlossen ist. Stoffe der Liste II dürfen nach § 4 GrundwV nur eingeleitet werden, wenn eine schädliche Verunreinigung des Grundwassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung der Eigenschaften nicht zu besorgen ist, insbesondere die menschliche Gesundheit oder die Wasserversorgung nicht gefährdet, die lebenden Bestände und das Ökosystem der Gewässer durch den Eintrag der Stoffe nicht geschädigt oder die rechtmäßige Nutzung der Gewässer nicht behindert werden.

Die Geringfügigkeitsschwellenwerte sind definiert als die Konzentration, bei der keine relevanten ökotoxischen und humantoxischen Wirkungen auftreten können. Damit ist § 4 GrundwV erfüllt. Auch § 3 GrundwV kann als eingehalten gelten, da es sich um geringfügige Konzentrationen handelt, die von ihrer Ableitung her jede gegenwärtige und zukünftige Gefahr einer Beeinträchtigung der Grundwasserqualität ausschließen. Grundsätzlich kann damit jeder Stoff, der die Geringfügigkeitsschwellenwerte unterschreitet, in das Grundwasser eingeleitet werden. Diese Grundaussage bedarf allerdings für die verschiedenen Tatbestände einer Anpassung. Für einige Eigenschaften der eingeleiteten Stoffe können keine Geringfügigkeitsschwellen definiert werden wie pH-Bedingungen, Redoxzustand, Sauerstoff- oder TOC-Konzentrationen des Wassers. Diese beeinflussen das Grundwassermilieu und können zu einer Stofffreisetzung aus dem Grundwasserleiter (z.B. von Schwermetallen) führen. Dadurch können sich Konzentrationen im Grundwasser einstellen, die über den Geringfügigkeitsschwellenwerten liegen. Dies gilt sinngemäß auch für die Einleitung von flüssigen Stoffen.

3.1 Einleitung von Wasser zur Stabilisierung des Grundwasserstandes

Feuchtgebiete und eine grundwasserabhängige Vegetation können durch das Sinken der Grundwasserstände gefährdet werden. Um eine Schädigung zu verhindern, kann es deshalb sinnvoll sein, Wasser in das Grundwasser einzuleiten und damit einen bestimmten Grundwasserstand zu halten. Wird Wasser infiltriert, das die Geringfügigkeitsschwellenwerte unterschreitet, kann in der Regel eine schädliche Veränderung der Eigenschaften des Grundwassers ausgeschlossen werden. Ggf. können auch die natürlichen lokalen Hintergrundwerte zur differenzierteren Betrachtung herangezogen werden. Die Ansprüche des Ökosystems können allerdings eine Begrenzung insbesondere der Nährstoffe erforderlich machen, die naturschutzfachlich zu begründen ist. Zur Vermeidung unmittelbarer nachteiliger Auswirkungen empfiehlt es sich, das Infiltrationswasser in einem ausreichenden Abstand zum Feuchtgebiet einzuleiten.

Grundwasserabsenkungen bei innerstädtischen Baumaßnahmen können außerdem Bauwerken schädigen (z.B. Setzungsschäden). Zum Schutz der Bauwerke kann deshalb ebenfalls eine Infiltration erforderlich werden. Werden im zu infiltrierenden Wasser die Geringfügigkeitsschwellenwerte unterschritten, ist aus qualitativer Sicht eine Einleitung zulässig.

Werden dagegen die Geringfügigkeitsschwellenwerte überschritten, ist ein Vergleich mit den regionalen Hintergrundwerten vorzunehmen. Liegen die Konzentrationen in dem zu infiltrierenden Wasser innerhalb der Schwankungsbreite der natürlichen Verhältnisse im zugehörigen Grundwasserleiter, bestehen ebenfalls keine Bedenken. Weist der Grundwasserleiter auf Grund von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen oder dem diffusen Eintrag von Schadstoffen durch die städtische Nutzung Schadstoffkonzentrationen auf, die nicht mehr mit den natürlichen Verhältnissen korrespondieren, liegt also bereits ein Grundwasserschaden vor, und wird das gehobene Wasser wieder eingeleitet, sind in der Einleitererlaubnis die Schadstoffkonzentrationen auf das technisch Machbare unter Berücksichtigung des allgemeinen Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes zu begrenzen. Dabei ist zu beachten, dass bei zeitlich befristeten Maßnahmen nicht jede Reinigungstechnologie eingesetzt werden kann.

3.2 Einleiten von Wasser zur Grundwasseranreicherung für die öffentliche Trinkwasserversorgung

Bei der Grundwasseranreicherung für die öffentliche Trinkwasserversorgung handelt es sich um ein System, das im Zusammenhang mit den Entnahmebrunnen zu betrachten ist und das sich qualitativ nur wenig auf das umgebende Grundwasser auswirkt. Das Wasser, das zur Grundwasseranreicherung verwandt wird, kann nur anhand einer Gesamtbetrachtung der Versickerung, der Standortverhältnisse, der Versickerungs- und Entnahmeanlagen sowie der Grundwasserhydraulik beurteilt werden.

3.3 Wiedereinleiten von Grundwasser bei Grundwassersanierungen

Bei der Sanierung von Grundwasserschäden kommen auch hydraulische Maßnahmen zum Einsatz. Dabei wird teilweise das entnommene Grundwasser aufbereitet und anschließend wieder infiltriert, um so die Schadstoffe aus dem Boden auszuwaschen. Außerdem kann durch hydraulische Barrieren im Grundwasser die Ausbreitung des Schadens in Richtung eines speziellen Schutzobjektes verhindert werden. Einleitgrenzwerte können in diesen Fällen nur im Rahmen des Sanierungskonzeptes festgelegt werden. Bei hydraulischen Maßnahmen, die der Auswaschung von Schadstoffen aus dem Boden dienen, können zu Beginn höhere Konzentrationen als das Sanierungsziel zugelassen werden, die entsprechend dem Sanierungsfortschritt anzupassen sind.

3.4 Einleiten von Niederschlagswasser und gereinigtem häuslichen Schmutzwasser in das Grundwasser

Das auf Dach- und Verkehrsflächen anfallende Niederschlagswasser übersteigt je nach Nutzung und Material der entwässerten Flächen zum Teil deutlich die Geringfügigkeitsschwellenwerte. Es besteht allerdings häufig der Wunsch, das Wasser zu versickern. In der Regel werden dazu Anlagen, wie Mulden oder Rigolen errichtet, in denen beim Durchsickern die Schadstoffkonzentrationen abnehmen.

Die Beurteilung der Zulässigkeit einer Versickerung muss vorrangig anhand der erwarteten Belastung des zu versickernden Niederschlagswassers sowie der Konstruktion und Gestaltung der Anlagen erfolgen, die gewährleisten muss, dass am Übergang zum

ungestörten Unterboden die Geringfügigkeitsschwellenwerte eingehalten werden. Die Anforderungen an die Auslegung, Gestaltung und Betrieb einer Versickerungsanlage sind damit keine Anwendungsregeln für die Geringfügigkeitsschwellenwerte, sondern solche der Anlagentechnik.

Dies gilt auch für die Versickerung von Schmutzwasser nach einer mechanisch-biologischen Reinigung in den Gebieten, in denen es kein öffentliches Kanalnetz und keine Möglichkeit zur Einleitung in ein Oberflächengewässer gibt. Für die für eine Beurteilung des gereinigten Schmutzwassers wesentlichen Parameter werden keine Geringfügigkeitsschwellenwerte erarbeitet, da es sich um in der Natur in sehr unterschiedlichen Konzentrationen vorkommende Stoffe handelt. Auf das Papier des Ständigen LAWA-Ausschusses Grundwasser und Wasserversorgung: „Einsatzbeschränkungen von Kleinkläranlagen nach DIN 4261 mit biologischer Reinigung bei Versickerung des gereinigten Abwassers“ vom Juni 2004 wird verwiesen.

3.5 Verfüllung von Nassabgrabungen

Unter Nassabgrabungen sind Abgrabungen und Tagebaue von Quarz, Sand oder Kies zu verstehen, die unter Wasserbedeckung abgebaut werden. Im Rahmen von rechtlichen Auflagen müssen einzelne Nassabgrabungen nach Beendigung des Abbaubetriebs wieder verfüllt werden. Aus dem BBodSchG ergibt sich, dass für solche Verfüllungen nur unbedenkliches Bodenmaterial verwendet werden darf. Grundsätzlich muss sichergestellt werden, dass bei einer Verfüllung das Grundwasser nicht verschmutzt wird und ein ausreichender Abstand zu den Geringfügigkeitsschwellenwerten gewahrt bleibt. Nachdem das BMU angekündigt hat, die BBodSchV zu novellieren und eine neue Bundesverwertungsverordnung vorbereitet, soll einer Regelung zu den Anforderungen an das Verfüllmaterial an dieser Stelle nicht vorgegriffen werden.

3.6 Einleitung von flüssigen Stoffen in das Grundwasser

In vielen sehr unterschiedlichen Fällen werden flüssige Stoffe in das Grundwasser eingeleitet. Es handelt sich dabei z.B. um Flüssigkeiten bei der Brunnenbohrung, bei der Regenerierung von Brunnen oder bei der Abdichtung von undichten Bauwerksteilen im Grundwasser. Die eingeleiteten Stoffe dürfen dabei zu keiner schädlichen Veränderung der Eigenschaften des Grundwassers führen. Zu beurteilen ist der eingesetzte Stoff. Unkritisch sind demnach nur inerte Stoffe. Dies sind z.B. die vom BMU in der VwVwS als nicht wassergefährdend eingestuftene Stoffe, da Anlagen, in denen mit diesen Stoffen umgegangen wird, nicht unter §§ 19 g ff WHG fallen und keine Besorgnis einer Grundwasserverunreinigung auslösen.

Bei den oben aufgeführten Tätigkeiten werden jedoch in der Regel nicht diese Stoffe eingesetzt, sondern eine breite Palette anderer. Sofern für diese überhaupt Geringfügigkeitsschwellenwerte vorhanden sind, werden sie im Stoff nicht eingehalten.

Das Geringfügigkeitsschwellenkonzept enthält aber die zentrale Forderung, dass ein zu beurteilendes Material bei Beachtung einer Übertragungsfunktion die Geringfügigkeitsschwellenwerte einhält, bei festen Stoffen ist dabei eine Übertragungsfunktion der Laborergebnisse auf das natürliche Sickerwasser zu beachten. Dabei kann in speziellen Fällen eine zeitliche und räumliche Mittelung vorgenommen werden. „Stoffeinträge oder Stofffreisetzungen, die bei kleinräumiger Mittelwertbildung nicht zu einer Überschreitung der Geringfügigkeitsschwelle führen, können vernachlässigt werden. Ebenso können zeitlich beschränkte Überschreitungen der Geringfügigkeitsschwellen (s. Nr. 5.2.2) hingenommen werden, wenn die durchschnittlichen Stoffkonzentrationen - bei einer Betrachtung über einen angemessenen kurzen Zeitraum - unter den Geringfügigkeitsschwellen liegen.“ (GAP-Papier S. 10).

Dauerhafte Einleitungen, wie z.B. über Sickerschächte, bei denen ständig Schadstoffe nachgeliefert werden, fallen nicht unter die zeitliche Mittelwertbildung.

Bei einem anlassbezogenen Einsatz von Stoffen werden die Stoffe nur während dieses Zeitraums eingeleitet. Dabei werden während des Einsatzes die Geringfügigkeitsschwellenwerte – soweit vorhanden – deutlich überschritten. Dies ist in der Regel auch dann noch der Fall, wenn über einen Zeitraum von einigen wenigen Monaten gemittelt würde. Auch bei zeitlicher Mittelung werden deshalb die Geringfügigkeitsschwellenwerte nicht eingehalten.

Auch die räumliche Mittelung scheidet häufig aus, wie die folgende modellhafte Berechnung für den vollständigen Verlust der Spülflüssigkeit bei einer Bohrung zeigt. Bei angenommener vollständiger horizontaler und vertikaler Durchmischung mit dem umgebenden Grundwasser würde man für die Beispiele Chlorid mit einem Geringfügigkeitsschwellenwert von 250 mg/l und einem weiteren hier nicht näher definierten Zusatzstoff mit einem angenommenen Geringfügigkeitsschwellenwert von 0,1 µg/l das in der folgenden Tabelle dargestellte Grundwasserleitervolumen benötigen, bis die Konzentrationen das Niveau der Geringfügigkeitsschwellenwerte erreichen. Wie das beeinträchtigte Grundwasservolumen bzw. der Radius um die Bohrung zeigt, ist die beeinträchtigte Zone um die Einleitungsstelle nicht kleinräumig.

Tabelle 1: Beeinträchtigtetes Volumen und beeinträchtigte Zone für zwei Stoffe einer Spülungsbohrung. Annahme: vollständiger Spülungsverlust und vollständige Durchmischung im Grundwasser bei einer 20 m tiefen Bohrung mit einem Bohrdurchmesser von 1 m.

Parameter	beispielhafter Zusatzstoff	Dimension	Chlorid	Dimension
GFS	0,1	µg/L=mg/m ³	250	mg/L = g/m ³
Spülzusatz in Spülung	0,03	kg/m ³	20	kg/m ³
Bohrtiefe	20	m	20	m
Bohrdurchmesser	1	m	1	m
Porosität	0,3		0,3	
Gesamtmenge Spülzusatz bei Bohrtiefe und -durchmesser	0,6	kg	400	kg
Gesamtmenge Chlorid im Spülzusatz bei Bohrtiefe und -durchmesser			242,74	kg
Beeinträchtigtetes Grundwasservolumen	6000000,00	m ³	970,94	m ³
Fläche bei Bohrtiefe und Porosität	1000000,00	m ²	161,82	m ²
Kantenlänge	1000,00	m	12,72	m
Radius	564,19	m	7,18	m

In einigen Fällen der o.g. Tätigkeiten kann die räumliche Auswirkung begrenzt sein. Dies gilt insbesondere dann, wenn mit diesen Tätigkeiten eine bestimmte Wirkung am Einleitungsort erzielt werden soll, z.B. eine Abdichtung der Risse in Abwasserkanälen.

Eine Beurteilung kann deshalb nur für jedes einzelne Verfahren gesondert erfolgen, da für die meisten der eingesetzten Stoffe keine Geringfügigkeitsschwellenwerte existieren und eine Ableitung auf Grund des eingeschränkten Einsatzes auch nicht sinnvoll wäre. Für die Beurteilung ihrer Ökotoxizität sind verfügbare Stoffdaten oder Biotests heranzuziehen. Dabei sollen nur Stoffe eingeleitet werden, die zu keinen Milieuveränderungen führen, keine Mineralien enthalten, die nicht auch geogen im Grundwasser vorhanden sind oder leicht abbaubare organische Verbindungen enthalten. Stoffe, für die eine toxische Wirkung in einem Biotest bei den im Abstand von einem Meter von Einleitungsort zu erwartenden Konzentrationen nachgewiesen wurde, können nicht eingeleitet werden.

Als Biotests kommen insbesondere in Frage der

- Leuchtbakterien- Lumineszenz-Hemmtest / Leuchtbakterien-Zellvermehrungs-Hemmtest nach DIN EN ISO 11348-1 bis DIN EN ISO 11348-3
- Daphnien-Test nach DIN 38412-30 (bzw. ISO 6341). Als Qualitätsstandard ist ISO EN 17025 heranzuziehen.
- Algen-Test nach DIN 38412-33
- bei Hinweisen auf fischtoxisches Potenzial der Fisch-Test nach DIN 38412-31 bzw. alternativ Fischeitertest nach DIN 38415-6
- bei Hinweisen auf mutagenes Potenzial der umu-Test nach DIN 38415-3 bzw. der Ames-Test nach DIN 38415-4.

Werden verschiedene Stoffe nacheinander eingeleitet, sind die einzelnen Stoffe sowie ggf. das entstehende Reaktionsprodukt zu betrachten. Werden die einzelnen Komponenten im zutreffenden Mischungsverhältnis eingeleitet, ist in der Regel nur das entstehende Reaktionsprodukt zu betrachten, es sei denn, es gibt Hinweise darauf, dass die Reaktion zu Milieuveränderungen im Grundwasser führt (z.B. bei Weichgelen) oder die Reaktion nicht vollständig erfolgt und die Ausgangskomponenten ausgewaschen werden. Bei Acrylharzen kann es dabei zur Freisetzung von Acrylamid kommen, das auf Grund seiner mutagenen und carcinogenen Eigenschaften als schädlich anzusehen ist.

Beurteilung ausgewählter Stoffe

3.6.1 Kanalrohrsanierungsmittel

Zur Sanierung schadhafter Abwasserkanäle werden mehrere verschiedene Verfahren eingesetzt, die aus Sicht des Grundwasserschutzes unterschiedlich zu bewerten sind:

- Es kommen Verfahren zum Einsatz, bei denen nicht beabsichtigt ist, dass die eingesetzten Stoffe durch die schadhafte Stelle bis in den Boden und das Grundwasser gelangen. Dies gilt z.B. für Schlauchliningverfahren. Wenn die Harze nicht aus dem Riss herausquellen, liegt keine Grundwasserbenutzung vor, so dass ein wasserbehördliches Eingreifen nicht erforderlich ist.
- Es kommen Verfahren zum Einsatz, bei denen das fertig gemischte Material in die Schadhafte hineingepresst wird, die Wandung durchdringt und mit dem Aushärten einen Pfropfen auf dem Abwasserrohr bildet. Als Werkstoffe werden Methacrylharze, Acrylharzsysteme, Polyurethansysteme, Epoxydharze und Mörtel eingesetzt, die das Deutsche Institut für Bautechnik zugelassen hat. In diesen Zulassungen werden auf der Basis des Geringfügigkeitsschwellenkonzeptes die Anforderungen des Wasser- und Bodenschutzrechts berücksichtigt, so dass zugelassene Systeme verwandt werden können.
- Es kommen Verfahren zum Einsatz, bei denen mehrere (in der Regel zwei) Komponenten nacheinander aus der Schadhafte austreten und erst dort reagieren sollen (Beispiel: Flutungsverfahren). In der Regel werden Wasserglassysteme mit organischen und anorganischen Härtern eingesetzt. Da sich die Komponenten nacheinander im Boden ausbreiten, liegt nicht überall das optimale Mischungsverhältnis vor, so dass die beiden Komponenten nicht vollständig miteinander reagieren und ein Teil in der Ausgangsform im Boden verbleibt. In Forschungsprojekten wurden noch nach 7 Tagen die Einzelkomponenten nachgewiesen.

Das Verfahren ist grundsätzlich nur in der ungesättigten Bodenzone zu empfehlen, da die Ausbreitung der Einzelkomponenten im strömenden Grundwasser nicht zu steuern ist.

Es gibt jedoch Fälle, in denen alternative Verfahren zur Sanierung schadhafter Abwasserkanäle nicht zur Verfügung stehen. In Abwägung der Zunahme der

Grundwasserverunreinigung bei bestehenden schadhafte Abwasserkanälen mit der Beeinträchtigung der Grundwasserqualität bei einer Sanierung mit dem Flutungsverfahren kann eine solche Sanierung in Frage kommen. Dabei muss allerdings sichergestellt sein, dass die Beeinträchtigung auf dem Grundstück selbst lokal begrenzt bleibt. Ein erster Anhaltspunkt dafür ist die technische und wirtschaftliche Grenze des Verfahrens. Diese ist erreicht, wenn in der vor der Sanierung durchgeführten Dichtheitsprüfung der Wasserverlust 70 % des Volumens des betroffenen Kanalabschnittes übersteigt. Bei geringerem Wasserverlust sollte nach Möglichkeit eine optische Inspektion vorgenommen werden. Pro Schadensstelle sollte dann ohne Gewichtung der Schäden der Wasserverlust 5 – 10 Liter nicht überschreiten. Im Regelfall ist zur Sanierung einer Schadensstelle ein Volumen von ein bis zwei Litern des Wasserglassystems ausreichend. Für Schadensfälle mit Hohlräumen im Boden oder bei Scherbenbrüchen ist das Verfahren nicht geeignet. (Weitere Angaben sind aus einem Projekt von Herrn Sindermann an der RWTH Aachen Anfang 2007 zu erwarten.)

3.6.2 Injektionen zur Baugrubenabdichtung

Bei der Errichtung von Bauwerken, die ins Grundwasser reichen, kommen verschiedene Verfahren zum Einsatz. Einerseits handelt es sich um Grundwasserabsenkungen, auf die hier nicht eingegangen wird, andererseits um Trogverfahren, bei denen zunächst eine wasserdichte Baugrube errichtet wird, in der dann das Bauwerk im Trockenen entsteht. Als Sohlen dieser Bautröge kommen natürliche stauende Schichten, wie Tone, Mergel oder Braunkohle in Frage oder künstliche, wie Unterwasserbetonsohlen, Hochdruckinjektionssohlen, Feinstzementsohlen oder Weichgelsohlen (zur Bautechnik vgl. z.B. VDI-Berichte 1436: Tiefe Baugruben).

Der Rückgriff auf natürliche Sohlen ist bezüglich einer möglichen Beeinträchtigung der Grundwasserqualität unbedenklich. Zu beachten sind ggf. Auswirkungen auf die Grundwasserfließverhältnisse.

Bei den ersten drei künstlichen Verfahren wird Beton bzw. Zement eingesetzt. Nach den „Grundsätzen zur Bewertung von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser Teil II Betonausgangsstoffe und Beton“ des DIBt, in denen das Geringfügigkeitsschwellenkonzept berücksichtigt wird, ist keine mehr als geringfügige Grundwasserbeeinträchtigung

zu besorgen. Allerdings sollten nur chromatreduzierte Zemente eingesetzt werden, bei denen die Abgabe der Chromate während der Aushärtung des Betons verringert ist.

Zur Herstellung von Weichgelsohlen wird eine wässrige Lösung aus Natriumsilikaten mit Natriumaluminaten injiziert, die im Boden unter Freisetzung von OH^- -Ionen zu einem dichtenden Hydrogel reagieren. Dabei entstehen im Kontaktgrundwasser pH-Werte deutlich über 11, die zu Verätzungen der Lebewesen und zu ihrem Tod führen.

Sieht man von dieser direkten Wirkung von Basen auf Organismen ab, führt dieser pH-Wert-Anstieg zu weiteren Wirkungen in Boden und Grundwasser, die als schädlich zu betrachten sind. Bei hoher Alkalität werden Huminstoffe aus dem Boden gelöst. Die Löslichkeit ist stark pH-Wert-abhängig und beginnt schon bei einer geringen Abweichung vom Neutralpunkt. Bei pH-Werten über 10 nimmt sie innerhalb kürzester Zeit stark zu, das Grundwasser färbt sich braun und schwarz. Verantwortlich hierfür sind in erster Linie die Fulvosäuren. Die Mobilisierung stellt eine weitgehend irreversible Veränderung der Huminstoffmoleküle dar, so dass auch bei einem wieder eintretenden neutralen pH-Wert ein relevanter Teil der Huminstoffe weiterhin in gelöster Form vorliegt. Außerdem bleiben die Adsorptionsfähigkeit und Pufferkapazität der sich rückbildenden Verbindungen und auch andere natürliche Bodenfunktionen eingeschränkt.

Grundsätzlich kommt es nach der Mobilisierung im Zusammenspiel mit dem durchströmten Boden zu einem gewissen Auskämmeffekt der gelösten Huminstoffe, so dass das Wasser mit zunehmender Fließstrecke immer weniger gefärbt ist. Die Weiträumigkeit der Verfrachtung richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen, liegt jedoch typischerweise bei mehreren hundert Metern. Von kleinräumigen Effekten kann demnach nicht mehr gesprochen werden. Bei der Wasseraufbereitung stören Huminstoffe erheblich, eine vollständige Entfernung ist sehr aufwändig, meistens werden die belasteten Brunnen aufgegeben.

Die gelösten Huminstoffe neigen dazu, insbesondere mit Metallen und hydrophoben organischen Substanzen Komplexe bzw. Chelate zu bilden. Sind im Boden geogen oder anthropogen bedingt solche Schadstoffe enthalten, können sie aufgrund dieser Reaktion mobilisiert und verfrachtet werden. Es kommt damit zu einer Verlagerung von bisher festgelegten Schadstoffen in bisher unbeeinträchtigte Bereiche.

Treten die beschriebenen Wirkungen auf, wird das Grundwasser in seinen Eigenschaften nachteilig verändert. Dabei ist es nicht entscheidend, dass das Vorhandensein von

Schadstoffen tatsächlich schon nachgewiesen ist. Die Möglichkeit einer solchen Mobilisierung ist insbesondere in städtischen Gebieten, in denen die Bauprodukte gehäuft eingesetzt werden, gegeben. Insofern ist die Abdichtung von Sohlen mit Weichgelen grundsätzlich nicht erlaubnisfähig.

3.6.3 Schleierinjektionen

Für Bauprodukte zur Trockenlegung von feuchten Mauern, die im direkten Kontakt mit dem Grundwasser oder dem Boden aushärten, sind bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise gefordert. Diese berücksichtigen auch die Vorgaben des Wasserrechts. Das Deutsche Institut für Bautechnik DIBt hat allerdings bis jetzt noch keine Zulassung erteilt. Grundsätzlich ist auf diese bauaufsichtlichen Zulassungen abzuheben. Bis diese vorliegen, sollte jedoch auf jeden Fall der Einsatz von Harzen, bei denen Acrylamid freigesetzt werden kann, unterbunden werden.

3.6.4 Verwendung von Spülungszusätzen bei Bohrungen

Bei Aufschluss- und Brunnenbohrungen kommen zunehmend Spülbohrverfahren zum Einsatz. Neben reinem Wasser oder Luft werden auch anorganische und organische Spülmittel zugesetzt.

Die Funktion der Spülungszusätze liegt in der Auskleidung der unverrohrten Bohrlochwand (Filterkuchen), was zusätzlich zum Wasserüberdruck die Standfestigkeit des Bohrlochs bewirkt. Bei ungünstigen hydrogeologischen Bedingungen (z.B. gut durchlässigen groben Kiesen) kann die Standfestigkeit von Bohrungen unter Umständen nicht aufrechterhalten werden. Insofern würde die Bohrspülung einschließlich der chemischen Zusätze in den Grundwasserleiter eindringen.

In der Regel ist der Hauptzusatz der Bohrspülungen auf Wasserbasis der feste Bentonit oder andere Tonminerale. Folgende weitere (flüssige bzw. wasserlösliche) Spülmittel werden üblicherweise eingesetzt (vgl. DVGW W 116):

- Carboxy-Methyl-Cellulose CMC (rein, technisch oder polyanionisch)
- Anionische Tenside als Schaummittel bei Wasser-/Luftspülung
- Polyacrylamide PAA/Polyacrylate (Diese enthalten Monomerreste)
- Natriumcarbonat/Natriumhydrogencarbonat (bei erhöhter Calcium- und Magnesiumhärte)

- Natrium-/Kaliumchlorid (in Verbindung mit technischer CMC)
- Tetranatriumdiphosphat (zur Verflüssigung von feststoffreichen Bohrspülungen)

Die Einsatzmengen der Spülmittel liegen im Bereich zwischen wenigen kg und einigen 10er kg pro m³ Spülung. Die Auswahl, welches der Spülmittel bei einer Bohrung eingesetzt wird, ist abhängig vom Gestein, in dem gebohrt wird und wird letztlich erst vom Bohrmeister vor Ort festgelegt. Eine Beurteilung möglicher Auswirkungen der eingesetzten Stoffe auf den Wasserhaushalt ist unter diesen Bedingungen nicht durchsetzbar. Zudem kann auf Geringfügigkeitsschwellenwerte in der Regel nicht zurückgegriffen werden. Nur für das Chlorid liegt ein solcher Wert vor. Wie unter 3.6 schon grundsätzlich ausgeführt, ist das Geringfügigkeitsschwellenkonzept bei Bohrungen deshalb nicht direkt anwendbar.

Es ist allerdings zu beachten, dass die organischen Substanzen CMC, PAA und Schaummittel heterotrophen Bakterien als Nährstoffe dienen, was bei Spülungsverlusten zur Erhöhung der Keimzahlen führen kann. Gelegentlich werden deshalb mikrobizid wirksame Stoffe zugesetzt, die eine Verkeimung verhindern sollen. Dies ist abzulehnen. Einer mögliche Verkeimung ist durch ein intensiveres Klarpumpen zu begegnen.

Bohrungen bei hohen Durchlässigkeiten des Grundwasserleiters oder schnellen Fließgeschwindigkeiten und starken Verkarstungen des Untergrundes sollten mit anderen Verfahren oder Spülbohrverfahren ohne chemische Zusätze durchgeführt werden. Aus Vorsorgegründen gilt dies auch bei unklaren Gegebenheiten in Wasserschutzgebieten.

Sofern keine solchen ungünstigen hydrogeologischen Bedingungen vorliegen, ist nicht mit einer Infiltration in den Grundwasserleiter und einer Grundwasserbelastung zu rechnen. Die Bohrspülung verbleibt in diesen Fällen bei sachgemäßer Anwendung z.B. gemäß DVGW W 116 im Bereich des Bohrlochs und wird nach Beendigung der Bohrung durch Klarpumpen entfernt. Das Klarpumpen muss so lange erfolgen, bis im abgepumpten Grundwasser die örtliche Grundwasserqualität wieder erreicht wird. Insbesondere bei Bohrungen für die Trinkwasserversorgung und bei Grundwassermessstellen ist dies gängige Praxis und deshalb auch allgemein anwendbar.

3.6.5 Chemische Brunnenregenerierung

Die Leistungsfähigkeit von Brunnen oder die Funktionsfähigkeit von Grundwassermessstellen kann im Laufe der Zeit u.a. durch Verockerung (Eisen-/Manganhydroxide und Oxide) oder Versinterung (Calciumcarbonat) abnehmen. Sie müssen dann regeneriert werden. Dazu gibt es verschiedene mechanische und chemische Verfahren. Beim Einsatz von chemischen Reinigungsmitteln besteht die Möglichkeit, dass Grundwasser verunreinigt wird.

Als Reinigungsmittel werden nach DVGW W 130 folgende Stoffe eingesetzt:

- Salzsäure in chemisch reiner (nicht technischer) Qualität, ggfs. mit löungsverstärkenden und korrosionsinhibierenden Zusätzen
- Organische Säuren in chemisch reiner (nicht technischer) Qualität, wie z.B. Citronensäure, Oxalsäure, Salicylsäure

Für die Auflösung von Eisen- und Manganverbindungen sind pH-Werte von 1 optimal, während pH-Werte von etwa 4 meistens ausreichen, um die Calciumkarbonatkrusten aufzulösen. Insbesondere zur Beseitigung der Verockerungen müssen also hohe Mengen und Konzentrationen der Säuren zugesetzt werden.

Ob Grundwasser verunreinigt werden kann, hängt im Wesentlichen von der Eindringtiefe der Reinigungsmittel in den Grundwasserleiter und der Dauer und Fördermenge des Klarpumpens bzw. der Reichweite des Absenkungstrichters ab. Die Eindringtiefe wird bestimmt durch die Art und Menge des Reinigungsmittels, durch die Reaktionszeit, durch die Mineralogie und die Intensität der Verkrustungen, durch das Reinigungsverfahren, durch den zu reinigenden Tiefenabschnitt sowie durch die Wasserdurchlässigkeit des Grundwasserleiters. Durch abschnittsweises Einbringen und Abpackern kann die Menge des Reinigungsmittels reduziert und ferner erreicht werden, dass die Regeneriermittel im Wesentlichen nur den Bereich des Filterrohres und der Filterkiesschüttung erfassen. Liegt die Wasserdurchlässigkeit des Grundwasserleiters deutlich niedriger als die der Kiesschüttung, ist darüber hinaus eine Ausbreitung des Reinigungsmittels in den Grundwasserleiter unwahrscheinlich.

Neben den Säuren wird auch Fremdwasser (Niederdruck-, Hochdruck-, Heißwasser), Druckluft und flüssiges CO₂ zur Reinigung verwendet. Der Einsatz von Leitungswasser oder nicht belastetem Standortwasser als Reinigungsmittel ist unabhängig von Druck

und Temperatur wegen der allenfalls geringfügigen hydrochemischen Abweichungen von der vorhandenen Grundwasserbeschaffenheit und der geringen Reichweite unbedenklich. Zur Reinigung verwendete Druckluft ist auch bei sauerstoffarmen, reduzierenden Bedingungen im Grundwasser unproblematisch, da der Eintrag nur von kurzer Dauer und geringer Reichweite ist, und mögliche Reaktionsprodukte beim Abpumpen vollständig erfasst werden.

Das Reinigungsverfahren mit flüssigem CO₂ beruht auf der schlagartigen Expansion beim Verdampfen, wodurch sich Scherkräfte bilden, die zur Zerstörung der Inkrustationen führen. Aus technischer Sicht besteht der Vorteil in einer großen Reichweite, die mehrere Meter in den Grundwasserleiter hineinreichen kann. Gasförmiges CO₂ löst sich dabei als Kohlensäure in Wasser und bewirkt eine Auflösung von Calciumcarbonaten des Grundwasserleiters. Auf den Einsatz von flüssigem CO₂ sollte verzichtet werden, wenn aufgrund niedriger Karbonatgehalte des Grundwasserleiters oder der Grundwasserdeckschichten das Grundwasser bereits saure oder schwach saure pH-Werte aufweist.

Weitere Verfahren, wie z.B. die Reinigung mit Knallgas, sind nicht relevant, weil sie von vorne herein keine schädlichen und keine grundwasserrelevanten Stoffe enthalten oder erzeugen und keine schädlichen Wirkungen im Grundwasser verursachen.

Nach Beendigung der Reinigung ist nach den Regeln der Technik sicherzustellen, dass die eingesetzten Regeneriermittel und die gelösten oder abgelösten Inkrustationen wieder aus dem Brunnen/Messstellen- und Ringraum sowie aus dem angrenzenden Grundwasserleiter wieder entfernt werden (vgl. DVGW W 130). Das Abwasser muss ggfs. nach Aufbereitung schadlos entsorgt werden. Insoweit besteht bei der Regenerierung von Brunnen und Grundwassermessstellen nur ein begrenztes Risiko einer mehr als nur geringfügigen Grundwasserverunreinigung.

4. Literaturverzeichnis

DIBT: Merkblatt Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser November 2000, wird ersetzt durch die „Grundsätze zur Bewertung von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser “ zur Zeit im Notifizierungsverfahren

DIBt: „Grundsätzen zur Bewertung von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser – Teil II Betonausgangsstoffe und Beton“ – zur Zeit im Notifizierungsverfahren

DVGW Merkblatt W 116: Verwendung von Spülmittelzusätzen in Bohrspülungen bei Bohrarbeiten im Grundwasser 4/1998

DVGW Merkblatt W 130: Brunnenregenerierung 7/2001

LAWA 2002: Grundsätze des vorsorgenden Grundwasserschutzes bei Abfallverwertung und Produkteinsatz (GAP-Papier)

LAWA 2004: Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser

LAWA 2006: Grundsätze des nachsorgenden Grundwasserschutzes bei punktuellen Schadstoffquellen

VDI-Berichte 1436: Tiefe Baugruben, Düsseldorf 1999