

Möckel, Stefan; Köck, Wolfgang

Working Paper

Umweltrechtliche Bewertung der Grundwassersanierungstechnologie Compartment Transfer: Ergebnisbericht aus einem Teilprojekt des SAFIRA II Forschungsprogramms Revitalisierung von großflächig und komplex kontaminierten Standorten

UFZ Discussion Paper, No. 11/2009

Provided in Cooperation with:

Helmholtz Centre for Environmental Research (UFZ)

Suggested Citation: Möckel, Stefan; Köck, Wolfgang (2009) : Umweltrechtliche Bewertung der Grundwassersanierungstechnologie Compartment Transfer: Ergebnisbericht aus einem Teilprojekt des SAFIRA II Forschungsprogramms Revitalisierung von großflächig und komplex kontaminierten Standorten, UFZ Discussion Paper, No. 11/2009, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Leipzig

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/44743>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

UFZ-Diskussionspapiere

Department Umwelt- und Planungsrecht

11/2009

Umweltrechtliche Bewertung der Grundwasser- sanierungstechnologie „Compartment Transfer“

**Ergebnisbericht aus einem
Teilprojekt des SAFIRA II Forschungsprogramms
"Revitalisierung von großflächig und komplex kontaminierten Standorten"**

Stefan Möckel, Wolfgang Köck

November 2009

**Umweltrechtliche Bewertung der Grundwassersanierungstechnologie
„Compartment Transfer“**

**Ergebnisbericht aus einem Teilprojekt des SAFIRA II Forschungsprogramms
"Revitalisierung von großflächig und komplex kontaminierten Standorten"**

Dr. iur. Stefan Möckel, Prof. Dr. iur. Wolfgang Köck
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH (UFZ)
Department Umwelt- und Planungsrecht

November 2009

Inhaltsverzeichnis

I.	Einführung	1
1.	Gegenwärtige Situation der Altlastensanierung in Deutschland.....	1
2.	Sanierungstechnologie „Compartment Transfer“	4
3.	Umweltrechtlicher Untersuchungsrahmen	6
II.	Umweltrechtliche Untersuchung	9
1.	Einleitung	9
2.	Formelle Anforderungen	10
II.2.1	Wasserrecht	11
II.2.2	Immissionsschutzrecht.....	12
II.2.3	Umweltverträglichkeitsprüfung.....	13
3.	Materielle Anforderungen	14
II.3.1	Integrierte Vermeidung und Verminderung nach IVU-Richtlinie.....	14
II.3.2	Bodenschutzrecht.....	15
II.3.3	Immissionsschutzrecht.....	17
II.3.4	Wasserrecht	19
IV.	Zusammenfassende Bewertung und Diskussion	21
VI.	Literaturverzeichnis	24

Kontakt:

Dr. Stefan Möckel

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ

Permoserstraße 15, 04318 Leipzig

Telefon +49 341 235-1693 Fax +49 341235-1836

stefan.moeckel@ufz.de

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wesentliche Kompartimentwechsel und Transferfunktionen.....	5
Abbildung 2: Überblick über die formellen Genehmigungspflichten.....	I
Abbildung 3: Überblick über die materiellen Genehmigungsanforderungen	II
Abbildung 4: Integrierte Vermeidung und Verminderung.....	III
Abbildung 5: Materielle Anforderungen Bodenschutzrecht	III
Abbildung 6: Materielle Anforderungen Immissionsschutzrecht	IV
Abbildung 7: Materielle Anforderungen Wasserrecht	IV

Der Compartment Transfer als innovative Technologie zur Grundwassersanierung kann eine deutliche Kostensenkung bei der Sanierung kontaminierter Grundwasserkörper bewirken. Innovative Technologien können aber auch Gefahren und Risiken für Mensch und Umwelt mit sich bringen. Ihrem Schutz dienen umweltrechtliche Vorgaben, die bei der Entwicklung neuer Verfahren wichtige Rahmenbedingungen oder verbindliche Grenzen setzen. Ziel der rechtlichen Untersuchung war es, die Rigidität und Flexibilität des Ordnungsrechts im Hinblick auf neuartige Sanierungsverfahren herauszuarbeiten sowie für die Projektpartner eine Entscheidungshilfe bei der Entwicklung und Kalibrierung ihrer Verfahren zu geben. Schwerpunkt der rechtlichen Untersuchung ist die formelle und materielle Zulässigkeit der einzelnen Sanierungsverfahren des Compartment Transfers, soweit nach den erfolgten technologischen Konkretisierungen eine Beurteilung möglich ist.¹

I. Einführung

1. Gegenwärtige Situation der Altlastensanierung in Deutschland

Unter den Begriff der Altlasten erfasst das BBodSchG sowohl Altablagerungen (also stillgelegte Abfallbeseitigungsanlagen und andere Grundstücke, auf denen Abfälle behandelt, gelagert oder abgelagert worden sind), als auch Altstandorte (Grundstücke stillgelegter Anlagen und sonstige Grundstücke, auf denen mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen worden ist), durch die schädliche Bodenveränderungen oder sonstige Gefahren für den einzelnen oder die Allgemeinheit hervorgerufen werden (§ 2 Abs. 5 BBodSchG).

In Deutschland sind gegenwärtig knapp 300.000 Altlastenverdachtsflächen identifiziert² (für den Gesamttraum der EU-25 wird gar von 3,5 Millionen Altlastenverdachtsflächen ausgegangen).³ Für etwa 56.000 Verdachtsflächen in Deutschland ist bisher eine Gefährdungsabschät-

¹ Zu dem Teilprojekt „Umweltrechtlicher Bewertung des Compartment Transfers“ sind bisher folgende Publikationen erschienen: Köck, W./ Möckel, S. (2008); Möckel, S. (2008).

² Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) spricht in seinem neuesten Umweltgutachten von 289.508 Altlastenverdachtsflächen im Jahre 2007 (SRU (2008), Tz. 503). Im Umweltgutachten 2004 wurde noch eine weit höhere Zahl (362.689) genannt, allerdings sind zwischenzeitlich die statistischen Grundlagen in den Bundesländern angeglichen worden (dazu SRU (2004), Tz. 799).

³ Vgl. Europäische Kommission (2006), S. 3.

zung durchgeführt worden, dabei hat sich in ca. 30% der Fälle (etwa 15.000 Flächen) der Verdacht bestätigt.⁴ 5000 Altlastenflächen befinden sich gegenwärtig in der Sanierung.⁵

Die Bundesregierung hat sich in ihrer „Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt“ das Ziel gesetzt, bis zum Jahre 2050 die Altlasten weitgehend zu sanieren.⁶ Soweit durch Altlasten auch Gewässer, insbesondere das Grundwasser, beeinträchtigt sind, ergeben sich Pflichten zur Sanierung und entsprechende Fristen demgegenüber nicht aus politischen, sondern schon aus rechtlichen Festlegungen (EG-Wasserrahmenrichtlinie und EG-Grundwasser-Richtlinie).⁷ Im Allgemeinen sind die Qualitätsziele für das Grundwasser bis 2015 zu erreichen (Art. 4 Abs. 1 Buchst. b ii WRRL; § 33a WHG), allerdings sind aus bestimmten Gründen Fristverlängerungen möglich, die aber grundsätzlich nicht über das Jahre 2027 hinausgehen dürfen (Art. 4 Abs. 4 Buchst. c WRRL; § 33a Abs. 4 WHG). Für Wasserkörper, die durch menschliche Tätigkeiten so beeinträchtigt sind, dass das Erreichen der Qualitätsziele nicht möglich oder unverhältnismäßig teuer wäre, können weniger strenge Qualitätsziele festgelegt werden (Art. 4 Abs. 5 WRRL; § 33a Abs. 4 i.V.m. § 25 d WHG). Hiervon wird mit Blick auf altlastenbedingte Grundwasserbeeinträchtigungen sicherlich Gebrauch gemacht werden können.⁸ (Ohnehin hat die jüngst verabschiedete Grundwasser-Richtlinie, mit der die allgemeinen qualitativen Grundwasserziele konkretisiert werden, den Sondercharakter der Altlasten bedingten Grundwasserbeeinträchtigungen berücksichtigt.)⁹

Politische wie rechtliche Zielvorgaben sind in Anbetracht der vielen noch nicht untersuchten Verdachtsflächen und in Kenntnis der besonderen Probleme großflächig und komplex kontaminierter Standorte (sog. „Megasites“)¹⁰ sehr ehrgeizig, weil die Finanzierungsverantwortung

⁴ Dieser Anteil kann allerdings noch nicht ohne weiteres auf die Gesamtheit der Altlastenverdachtsflächen hochgerechnet werden. Der SRU nennt als Erfahrungswert, dass sich in 10-15% der Verdacht bestätigt; vgl. SRU (2004), Tz. 800.

⁵ SRU (2008), Tz. 503. 20.000 Sanierungen sind bereits früher abgeschlossen worden. Diese Sanierungen beziehen sich aber im Wesentlichen nicht auf die Standorte, an denen die genannten Gefährdungsabschätzungen durchgeführt worden sind.

⁶ Vgl. BMU (2007), S. 49.

⁷ Siehe dazu etwa Gaßner (2002), S. 149/ 160 ff.; Willand/Großmann (2002), S. 277 ff.; Großmann et.al. (2007), S. 30 ff.

⁸ Steiner/Struck (2003), S. 229, 234 ff.

⁹ Dazu Großmann et.al. (2007), S. 30 ff.; Rechenberg (2007), S. 235, 241.

¹⁰ Siehe zum „Megasite“-Begriff: Rügner et.al. (2007), S. 7.

für die Sanierung – trotz der Gefahrenabwehrpflichten von Verursachern und deren Rechtsnachfolgern - im Wesentlichen bei den öffentlichen Haushalten liegt. Die Gründe für diese Lastenverteilung sind vielfältig:

- Vielfach sind Altlastenverursacher nicht greifbar oder finanziell nicht leistungsfähig, so dass die gem. § 4 Abs. 3 BBodSchG an sich bestehende Sanierungspflicht insoweit leer läuft;
- Darüber hinaus hat das BVerfG in seinem Beschluss vom 16.2. 2000 die Heranziehung des sog. „Zustandsstörers“¹¹ begrenzt und dabei das Verhältnis des finanziellen Aufwands zu dem Verkehrswert nach Durchführung der Sanierung als Anhaltspunkt für die Begrenzung der Einstandspflicht angesehen.¹²
- In den neuen Bundesländern gelten darüber hinaus besondere Freistellungsregelungen,¹³ die Erwerbern bzw. Eigentümern aus Gründen der Wirtschaftsförderung (Lenkung von Investitionen in die neuen Bundesländer) Ansprüche auf Altlastenfreistellung einräumen¹⁴ und insofern von den Sanierungspflichten dispensieren.

In den Bundesländern sind zwar verschiedentlich Initiativen ergriffen worden, die Finanzierung der Altlastensanierung durch sog. „Entsorgungsabgaben“ sicherzustellen, die von Deponiebetreibern und andern Abfallentsorgern erhoben werden sollten.¹⁵ Das BVerfG hat diesen Ansätzen aber aus kompetenzrechtlichen Gründen eine Absage erteilt.¹⁶

Die skizzierten Rahmenbedingungen haben in der Sanierungspraxis der öffentlichen Hand dazu geführt, dass die Erkundung und Sanierung der Altlasten nur schleppend vorankommt und Altlasten behaftete Flächen nur dann saniert werden, wenn es ein konkretes Nutzungsinteresse an der jeweiligen Fläche gibt.¹⁷

¹¹ Zustandsstörer ist nach allgemeinen polizeirechtlichen Grundsätzen derjenige, der kraft Sachherrschaft (Besitz- bzw. Eigentümerstellung) einen Gefahrenzustand zu verantworten hat; im Gegensatz dazu der Handlungsstörer, der durch sein Verhalten einen Gefahrenzustand herbeigeführt hat; siehe statt vieler Schenke (2003), Rn. 171.

¹² Vgl. Bundesverfassungsgericht, Beschluss vom 16.02.2000 - 1 BvR 242/91, 315/99, BVerfGE 102, 1, 20.

¹³ Siehe dazu das Gesetz zur Beseitigung von Hemmnissen bei der Privatisierung von Unternehmen und zur Förderung von Investitionen v. 22.3.1991, BGBl. I, 766.

¹⁴ Vgl. dazu etwa Vierhaus (2004), S. 418 ff.

¹⁵ Vgl. dazu statt vieler Kügel (1994), S. 535, 542 sowie SRU (2004), Tz. 803.

¹⁶ Vgl. Bundesverfassungsgericht Beschl. v. 29.3. 2000 – 2 BvL 3/96, in: BVerfGE 102, 99 ff. – „Lizenzmodell“ NRW.

¹⁷ SRU (2004), Tz. 801.

Insbesondere in den Regionen der neuen Bundesländer, in denen sich ein starker Bevölkerungsrückgang abzeichnet und wegen geringer Verwertungschancen kaum mit privatem Sanierungskapital gerechnet werden kann, ist mittlerweile ein Teufelskreis in Gang gesetzt, der dauerhafte „ökologische Opferstrecken“ befürchten lässt,¹⁸ die sich – gleichsam in einer negativen Rückkoppelungsschleife - wiederum hemmend auf die weiteren lokalen und regionalen Entwicklungschancen auswirken können.¹⁹

Um dem entgegen zu wirken, „wird zunehmend intensiver nach kostengünstigen Sanierungsmethoden gesucht“.²⁰ Insbesondere mit Blick auf die Problemlagen der sog. „Megasites“ gelten vergleichsweise einfache – und damit kostengünstige - Sanierungsverfahren, die die Potenziale einer natürlichen Selbstreinigung nutzen und unterstützen als ein Schlüssel für die Bewältigung der Altlastenproblematik.²¹ Der SRU hat aber zu Recht darauf hingewiesen, dass insbesondere mit Blick auf natürliche Selbstreinigungsprozesse und deren Unterstützung (Enhanced Natural Attenuation – ENA) noch viele Fragen offen sind, dass nach wie vor ein erheblicher Forschungsbedarf mit Blick auf belastbare Abschätzungen für die Erreichung von Sanierungszielen besteht²² und dass sichergestellt werden muss, dass ENA-Verfahren nicht zur bloßen Verdünnung oder zur Ausweitung von Kontaminationen führen.²³

2. Sanierungstechnologie „Compartment Transfer“

Das SAFIRA II Teilprojekt „Compartment Transfer“ dient der Untersuchung alternativer Grundwassersanierungsverfahren bei Megasites (kontaminierte Bodenflächen insbesondere der chemischen Industrie).²⁴ Die Sanierung von Schadstoff belasteten Grundwasserkörpern wirft bei großflächigen Kontaminationen von Boden- und Wasserkörpern oder komplexen

¹⁸ Dazu näher Gaßner (2002), S. 149, 159.

¹⁹ Vgl. Rügner et.al. (2007), S. 7; siehe auch Schwarze (2008), S. 131 ff.

²⁰ SRU (2004), Tz. 808.

²¹ SRU (2004), Tz. 808.

²² Das Bundesforschungsministerium (BMBF) fördert mit KORA ein umfangreiches Forschungsvorhaben zu „Kontrollierter natürlicher Rückhalt und Abbau von Schadstoffen bei der Sanierung kontaminierter Grundwässer und Böden, www.natural-attenuation.de.

²³ SRU (2004), Tz 808. Siehe auch das Positionspapier der Länderarbeitsgruppe Boden (2005, dass sich mit NA-Prozessen befasst hat.

²⁴ Das UFZ führt diesbezüglich ein vom BMBF gefördertes Forschungsvorhaben für verschiedene Varianten mit einer Versuchsanlage in Leuna durch (<http://www.ufz.de/index.php?de=13979>); siehe dazu auch Rügner et.al. (2007), S. 7 ff.

Schadstofffrachten erhebliche praktische Probleme auf. Herkömmliche Sanierungstechniken, wie z.B. Pump&Treat mit adsorptiver Wasserreinigung, sind in ihren Sanierungserfolgen und -zeiten schwer abzuschätzen und mit erheblichen Kosten verbunden. Zur Beschleunigung oder Stimulierung natürlicher Prozesse (Enhanced Natural Attenuation – ENA) stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Um organische Kohlenwasserstoffe (z.B. Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol (BTEX), MTBE) abzubauen, wird am UFZ die Verbringung des i.d.R. anoxischen Grundwassers in eine reaktive oxische Umgebung (aerobe Kompartimente) untersucht, wo sich die organischen Schadstoffe mittels biologischer Prozesse, Oxidation und Photolyse deutlich schneller abbauen als in einem sauerstoff- und lichtarmen Kompartiment (Compartment Transfer). Wesentliche Zielkompartimente sind die ungesättigten Bodenzonen, die aeroben Grundwasserschichten, Oberflächengewässer, Pflanzen und die Atmosphäre. Abbildung 1 zeigt die wesentlichen Kompartimente und die technologisch angestrebten Transfers.

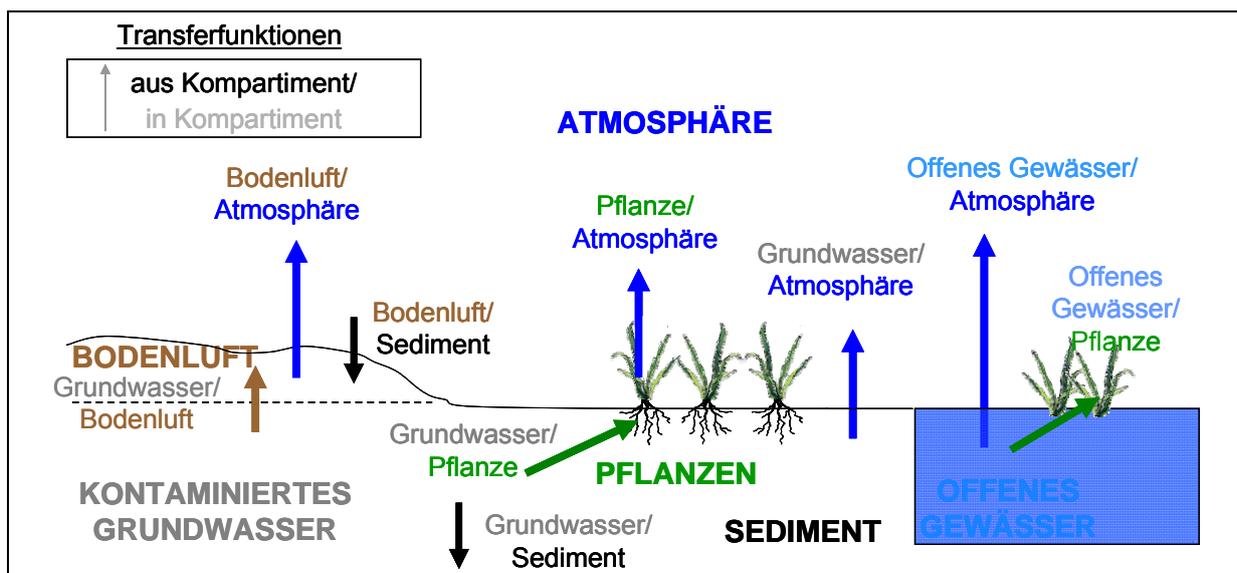


Abbildung 1: Wesentliche Kompartimentwechsel und Transferfunktionen

In Anbetracht der großflächigen und hohen Kontaminationen u. a. mit aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX) und Motorklopfmittel (MTBE) ist mit Sanierungszeiträumen von mindestens 20 bis 50 Jahren zu rechnen. Ob sich mit „Compartment Transfer“ Megasites kostengünstiger sanieren lassen, hängt u.a. auch von den rechtlichen Anforderungen an derartige Sanierungsverfahren ab.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens SAFIRA II „Compartment Transfer“ werden 5 unterschiedliche Verfahren untersucht, die sich in zwei Gruppen unterteilen lassen:

Bodenfilter (Wetlands)

- A1 horizontaler Bodenfilter
- A2 horizontaler Bodenfilter mit offener Wasserfläche
- A3 vertikaler Bodenfilter mit offener Wasserfläche

Aerobe Grabensysteme

- A4 Ausgasung in Atmosphäre (Volatilisierung)
- A5 Bioabbau im Wasser plus Volatilisierung

3. Umweltrechtlicher Untersuchungsrahmen

Um in Erfahrung zu bringen, inwieweit das Umweltrecht neuartige Technologien zur Unterstützung natürlicher Selbstreinigungsprozesse, wie den Compartment Transfer, gestattet bzw. beschränkt, wurden die rechtlichen Voraussetzungen und Grenzen des Compartment Transfers und der Sanierungsverfahren A1 - A5 im Hinblick auf ihre spätere praktische Anwendung und unter Berücksichtigung der jeweiligen Besonderheiten und Verfahrensalternativen untersucht. Die rechtliche Bewertung erfolgt durch Subsumtion unter die einschlägigen Gesetzestatbestände unter Berücksichtigung der Rechtsprechung und der einschlägigen Fachliteratur.

Beim Sanierungsverfahren Compartment Transfer sind aufgrund der Eingriffe in Boden und Gewässer, den Emissionen in die Atmosphäre sowie der verbundenen baulichen Maßnahmen eine Vielzahl von Rechtsgebieten berührt. Relevant sind v.a.:

- * das Wasserrecht,
- * das Immissionsschutzrecht,
- * das Abfallrecht,

- * das Bodenschutzrecht,
- * das Baurecht,
- * das Naturschutzrecht sowie
- * rechtlichen Vorschriften zur Umweltverträglichkeitsprüfung.

Bei der rechtlichen Zulässigkeit von Vorhaben ist zwischen der formelle Genehmigungspflichtigkeit (einschließlich bestimmter Verfahrensvorgaben wie Umweltverträglichkeitsprüfung) und die materielle Genehmigungsfähigkeit zu unterscheiden. Nicht alle Rechtgebiete sehen eine eigene Genehmigungspflicht vor. Teilweise geht das Genehmigungserfordernis in vorrangigen Genehmigungen auf, teilweise beschränken sich die Regelungen auf materielle Vorgaben. Die materiellen Anforderungen weisen einen unterschiedlich hohen Konkretisierungsgrad auf. Für die rechtliche Bewertung bedeutsam ist die Unterscheidung, zwischen Sanierungsanlagen im natürlichen Grundwasser- und Bodenkörper (in-situ) und externen, abgetrennten Anlagen (ex-situ). Ein grundlegender Wandel im deutschen Umweltrecht erfolgte 1996 mit der europäischen „Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung“.²⁵ Die Richtlinie beinhaltet im Kern ein Gebot der integrierten Vermeidung von Umweltschäden, welches eine medienübergreifende Betrachtung der Umweltauswirkungen und Verlagerungen erfordert, um insgesamt ein hohes Schutzniveau für die Umwelt zu erreichen. Es ist deshalb für die Genehmigungsfähigkeit der Sanierungsverfahren von großer Relevanz, inwieweit Schadstoffe abgebaut oder nur in ein anderes Compartment (v.a. Atmosphäre) transferiert werden und welche Immissions- und Emissionsgrenzwerte hierbei zu beachten sind. Bei der diesbezüglichen rechtlichen Beurteilung wurde beispielhaft von den Schadstoffbelastungen des Grundwassers in Leuna ausgegangen, welches die Versuchsanlage beprobt.

Die Beurteilung des Compartment Transfers fällt zeitlich zusammen mit der Novellierung wesentlicher Rechtsvorschriften, da zum einen die Europäische Gemeinschaft an einer Neufassung der IVU-Richtlinie arbeitete und zum anderen in Deutschland mit der anvisierten Schaffung eines Umweltgesetzbuches noch in der 16. Legislaturperiode eine integrierte Vorhabengenehmigung Realität werden sollte. Die integrierte Vorhabengenehmigung sollte die medienbezogenen Fachgenehmigungen (insbesondere Immissionsschutzrecht, Wasserrecht) im

Sinne des europäischen Gebots der integrierten Vermeidung von Umweltschäden vereinen und die formellen sowie materiellen Anforderungen angleichen. Ein wichtiger Prüfpunkt der umweltrechtlichen Bewertung war daher neben der rechtlichen Beurteilung der Verfahren A1 - A5 nach gegenwärtigem Recht, die Bewertung der Zulässigkeit nach dem zukünftig zu erwartenden Ordnungsrecht. Mit dem politischen Scheitern des Umweltgesetzbuches im Januar 2009 legte das Bundesumweltministerium Einzelentwürfe für ein novelliertes Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) vor. Beide wurden am 29.7.2009 verabschiedet. In Kraft treten die nunmehr unmittelbar verbindlichen Gesetze aber erst am 1. März 2010, weshalb im Diskussionspapier sowohl die alte, aktuell noch gültige Fassung als auch die ab 2010 geltende neue Fassung angegeben werden.

²⁵ Richtlinie (EG) Nr. 96/61 des Rates v. 24.9.1996, ABl. Nr. L 257 v. 10.10.1996, S. 26 ff. Neu gefasst 2008 mit der Richtlinie (EG) Nr. 2008/1/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15.1.2008, ABl. Nr. L 24 v. 29.1.2008, S. 8 ff.

II. Umweltrechtliche Untersuchung

1. Einleitung

Die Sanierung mittels Compartment Transfer kann sowohl in-situ mittels z.B. fördernder Bepflanzung von Feuchtgebieten oder Anlegen offener Grundwasserstellen (mit/ohne Luftstripping) als auch ex-situ durch Grundwasserhebung und Verbringung in künstliche Reaktionsräume mit natürlichen Abbauprozessen (constructed wetlands) erfolgen. Die Verfahren des Compartment Transfers sind ex-situ wie in-situ als Sanierungsmaßnahmen im Sinne des europäischen und nationalen Umweltrechts einzuordnen, da hierbei keine passive Nutzung natürlicher Schadstoffminderungsprozesse, sondern eine aktive Förderung erfolgt (Enhanced Natural Attenuation – ENA). Die Unterscheidung in ex-situ und in-situ ist keine gesetzliche Differenzierung (keine Begriffsverwendung im Recht). Für die Untersuchung bietet sich die Unterscheidung gleichwohl an, weil für die Hebung von Grundwasser und Zuführung zu einer ex-situ Anlage sowie für Rohrleitungs- und Abfallbehandlungsanlagen weitergehende Anforderungen bestehen. Rechtlicher Hintergrund ist, dass sich Wasser mit Abtrennung vom frei fließenden Grundwasser (z.B. Einleiten in Rohre oder Behälter) rechtlich zu einer beweglichen Sache wandelt und im Fall der Grundwassersanierung Abfalleigenschaft erhält. Dieser Wechsel entspricht weitgehend der technischen Unterscheidung zwischen in-situ und ex-situ Verfahren.

Auf den Compartment Transfer kommen je nach Verfahrensausgestaltung unterschiedliche rechtliche Anforderungen zu. Rechtlich relevant sind v. a. die Hebung oder Strömungsbeeinflussung des Grundwassers, die Nutzung von Böden als Filter und die Herstellung von Oberflächengewässern. Besondere umweltrechtliche Schwierigkeiten wirft der Compartment Transfer dadurch auf, dass belastetes Grundwasser oder die enthaltenen Schadstoffe in andere Kompartimente verbracht werden und diese bis zum Abbau der Stoffe belasten. Bei Bodenfiltern wird das anaerobe Grundwasser in eine durchlüftete Bodenschicht verbracht, die i.d.R. bisher nicht mit Schadstoffen belastet war. Bei aeroben Grabensystemen, wird der Aquifer quer zur Strömung freigelegt. Aufgrund der Belüftung geht ein Großteil der im Grundwasser enthaltenen Schadstoffe in die Atmosphäre aus. Bei zusätzlichem (energieintensiven) Luftstripping gehen mehr als 90 Prozent der flüchtigen Kohlenwasserstoffe in die Luft über. Dies wirft rechtlich neben formellen Zulässigkeitsvoraussetzungen insbesondere materielle Fragen auf, inwieweit durch den Transfer Gefahrenabwehr- und Vorsorgepflichten sowie das Gebot der integrierten Vermeidung und Verminderung von Umweltschäden verletzt werden.

Bei der rechtlichen Zulässigkeit von Vorhaben ist zu differenzieren zwischen den Fragen, ob behördliche Genehmigungen nötig sind (Genehmigungspflichten = formelle Anforderungen) und ob das Vorhaben von der Behörde genehmigt werden kann oder muss (Genehmigungsfähigkeit = materielle Anforderungen). Im Einzelnen wurden folgende formellen und materiellen Anforderungen des Umweltrechts an Verfahren des Compartment Transfers festgestellt.

2. Formelle Anforderungen

Formell sind Genehmigungspflichten und bestimmte Verfahrensanforderungen (v.a. die Umweltverträglichkeitsprüfung) beachtlich. Die Aufteilung des deutschen Umweltrechts in medienbezogene Fachgesetze bedingt unterschiedliche Zulassungspflichten und Verfahren, insbesondere beim Wasser- und Immissionsschutzrecht. Der Vorschlag für eine integrierte Vorhabengenehmigung ist mit dem Scheitern eines nationalen Umweltgesetzbuches des Bundes Anfang 2009 nicht rechtliche Realität geworden, so dass es bei den unterschiedlichen Genehmigungen bleibt. Allerdings sehen nicht alle Fachgesetze Genehmigungserfordernisse vor bzw. bestimmen nur eine subsidiäre Zulassungspflicht. Das Kreislaufwirtschaft- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) verweist genehmigungsrechtlich auf das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG). Das Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) und des Umweltschadensgesetz (USchadG) normieren nur materielle Pflichten. Hinsichtlich des baurechtlichen Genehmigungserfordernisses bestimmen die entsprechenden Landesgesetze bei Anlagen, die der Nutzung eines Gewässers dienen, regelmäßig eine Subsidiarität gegenüber der wasserrechtlichen Zulassung. Ebenso tritt die naturschutzrechtliche Eingriffsgenehmigung hinter anderen Genehmigungs- oder Anzeigeeerfordernissen zurück. Die formellen Anforderungen für den Compartment Transfer beschränken sich daher auf das Wasserrecht (wasserrechtliche Erlaubnis), das Immissionsschutzrecht (immissionsschutzrechtliche Genehmigung mit Konzentrationswirkung) und die verfahrensrechtliche Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP). Um innovative Technologien in ihrer Entwicklung und Einführung zu fördern, senkt das Umweltrecht an einigen Stellen die Genehmigungserfordernisse ab.²⁶

Die Zulassungspflichten sind bei den einzelnen Sanierungsmöglichkeiten (A1 - A5) nicht einheitlich. Insbesondere die in-situ und die ex-situ Sanierungsverfahren unterliegen verschiedenen Genehmigungsanforderungen, wobei die ex-situ Anlagen als biologisch-chemische Ab-

²⁶ Z.B. §§ 1 Abs. 6, 2 Abs. 3 der 4. BImSchV. Allerdings gilt dies nur für Entwicklungs- und Erprobungsvorhaben im Labor- oder Technikmaßstab bzw. mit einer Dauer von höchstens 3 Jahren, was es für CT-Verfahren kaum in Frage kommen dürfte.

fallbeseitigungsanlagen strengere formelle Anforderungen beachten müssen. Im Einzelnen lassen stellen sich die Zulassungspflichten wie folgt dar (siehe auch Überblick in Abbildung 2 (S. I)).

II.2.1 Wasserrecht

Das Wasserrecht unterscheidet zwischen Benutzungen, Unterhaltungs- und Ausbaumaßnahmen. Zu beachten ist, dass anders als bei oberirdischen Gewässern das Wasserhaushaltsgesetz bei Grundwasser keine Unterhaltung anerkennt (§§ 3 Abs. 3, 28 WHG; §§ 9 Abs. 3, 39 WHG 2010), so dass Grundwassermaßnahmen, die ausschließlich die Bewirtschaftungsziele des § 33a WHG verwirklichen sollen, keine zulassungsfreien Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen sind, sondern den Benutzungstatbeständen in § 3 Abs. 1 und 2 WHG / § 9 Abs. 1 und 2 WHG 2010 unterfallen.²⁷ An dieser unterschiedlichen Behandlung hat sich auch mit dem WHG 2010 trotz des geänderten § 9 Abs. 3 WHG 2010 nichts geändert, da die konkretisierende Bestimmung des § 39 WHG 2010 nur für Oberflächengewässer gilt.

Sanierung mittels Compartment Transfer kann je nach Ausgestaltung erlaubnis- oder bewilligungspflichtige Benutzungen i.S.v. § 3 Abs. 1 und 2 WHG / § 9 Abs. 1 und 2 WHG 2010 beinhalten. Soweit das kontaminierte Grundwasser aufgestaut, umgelenkt oder angehoben wird, um es in eine ungesättigte Bodenzone zu leiten, erfüllt dies den Tatbestand des § 3 Abs. 2 Nr. 1 WHG / § 9 Abs. 2 Nr. 1 WHG 2010. Wird Grundwasser entnommen (ex-situ Behandlung) oder zu Tage gefördert (in-situ Behandlung), ist § 3 Abs. 1 Nr. 6 WHG / § 9 Abs. 1 Nr. 5 WHG 2010 einschlägig. Erfolgt die Behandlung ex-situ kann zusätzlich eine Eignungsfeststellung für Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen gemäß § 19h Abs. 1 WHG / § 63 WHG 2010 erforderlich sein. Wenn anschließend das entnommene Grundwasser gereinigt wieder in den Grundwasserkörper oder in ein Oberflächengewässer eingeleitet wird, stellt dies eine Benutzung i.S.v. § 3 Abs. 1 Nr. 5 oder 4 WHG / § 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG 2010 dar.

²⁷ Die Rechtsprechung stuft die gesetzgeberische Entscheidung in § 3 Abs. 3 WHG als abschließend ein (Bundesverwaltungsgericht Urt. v. 28.6.2007 – 7 C 3.07 –, NuR 2007, 611 Rn. 18-20; Verwaltungsgerichtshof Baden-Württemberg Urt. v. 23.7.1998 – 8 S 3189/96 –, NuR 1999, 333-336).

Abbildungen

Abbildung 2: Überblick über die formellen Genehmigungspflichten

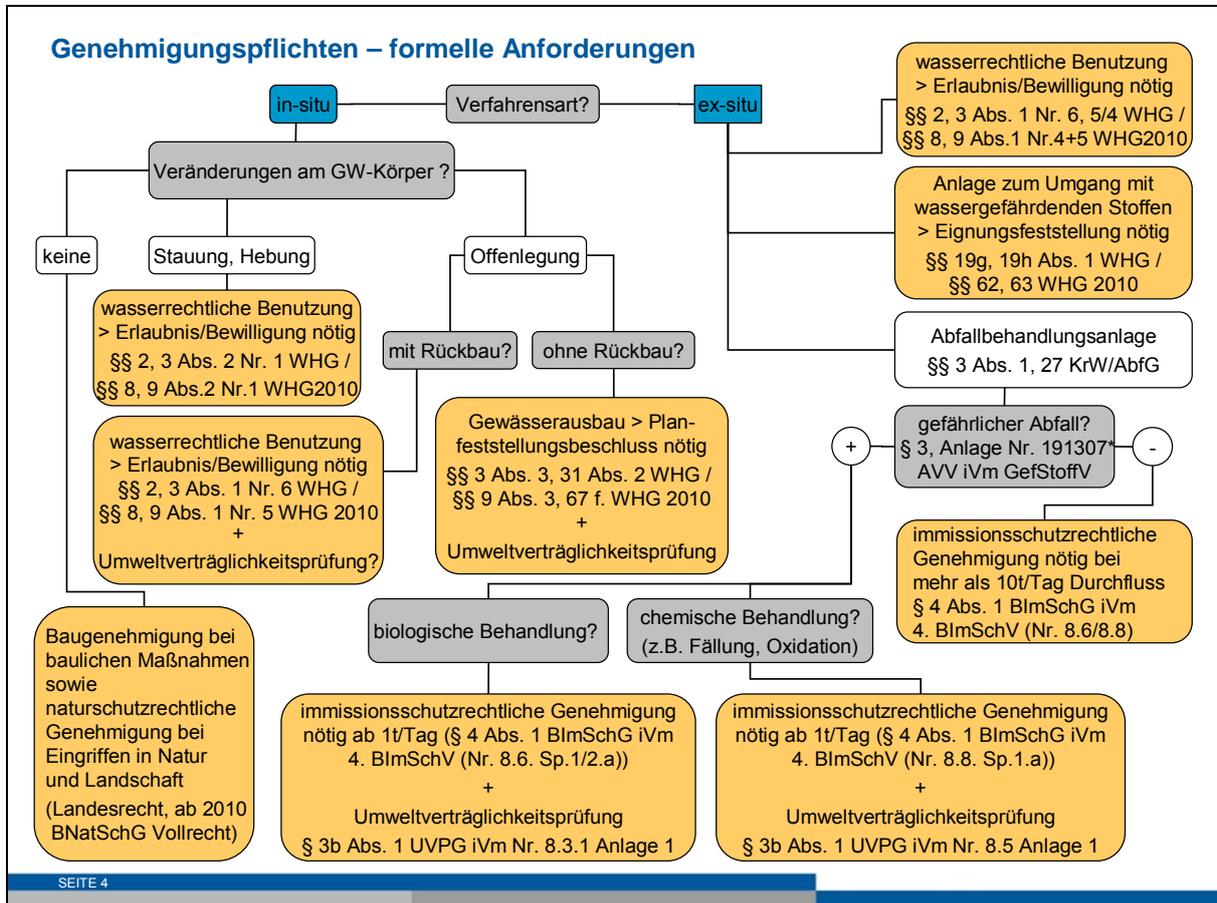


Abbildung 3: Überblick über die materiellen Genehmigungsanforderungen

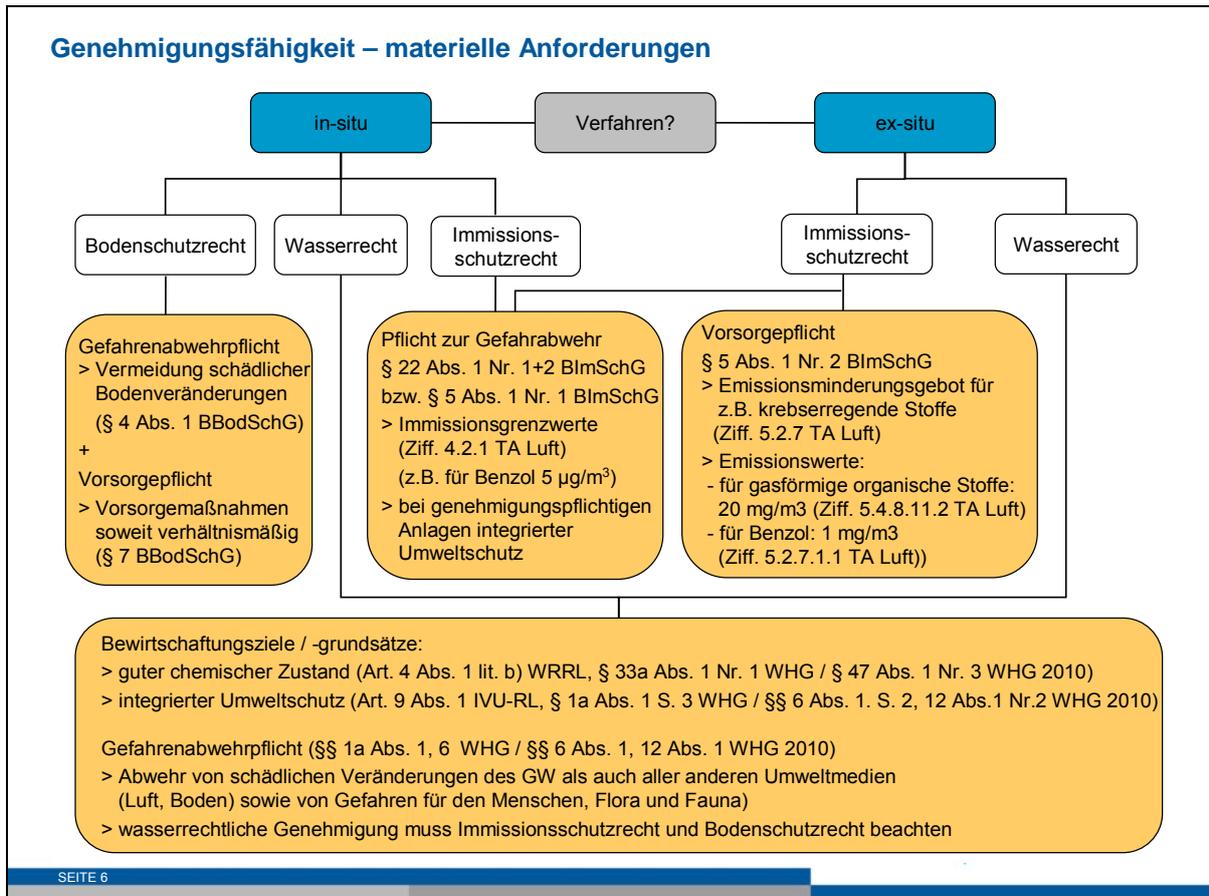


Abbildung 4: Integrierte Vermeidung und Verminderung

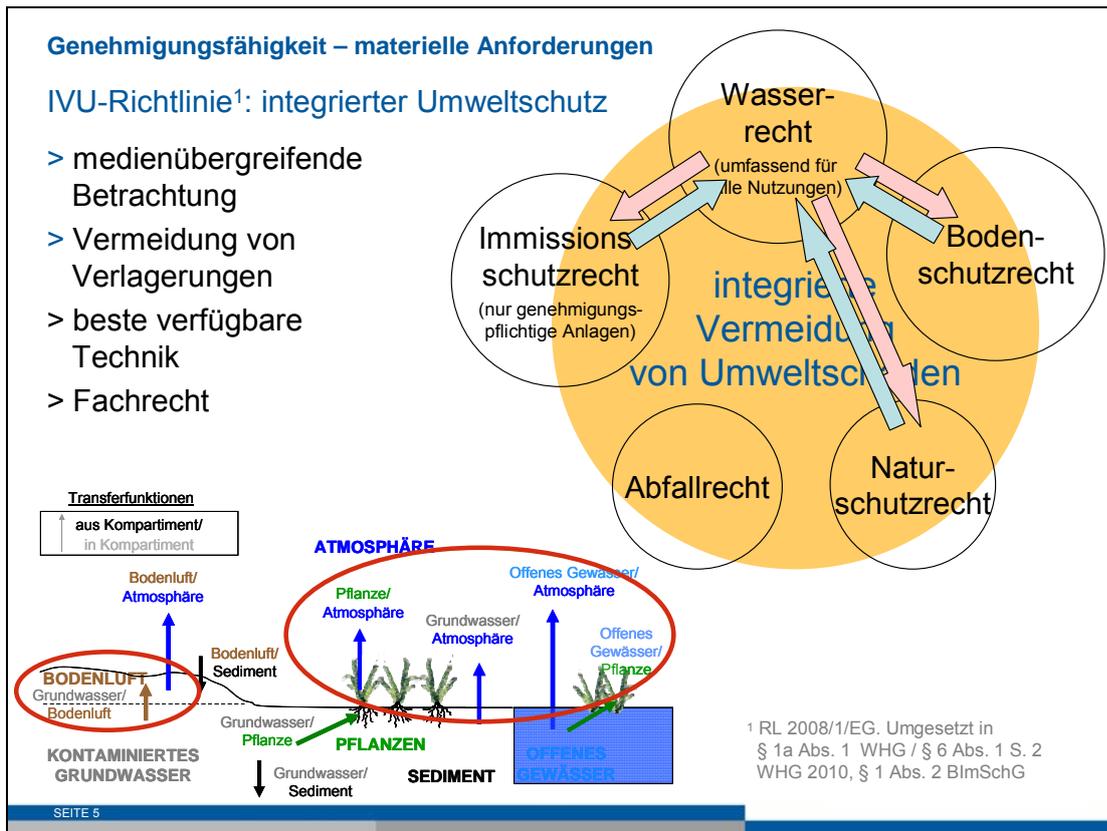


Abbildung 5: Materielle Anforderungen Bodenschutzrecht

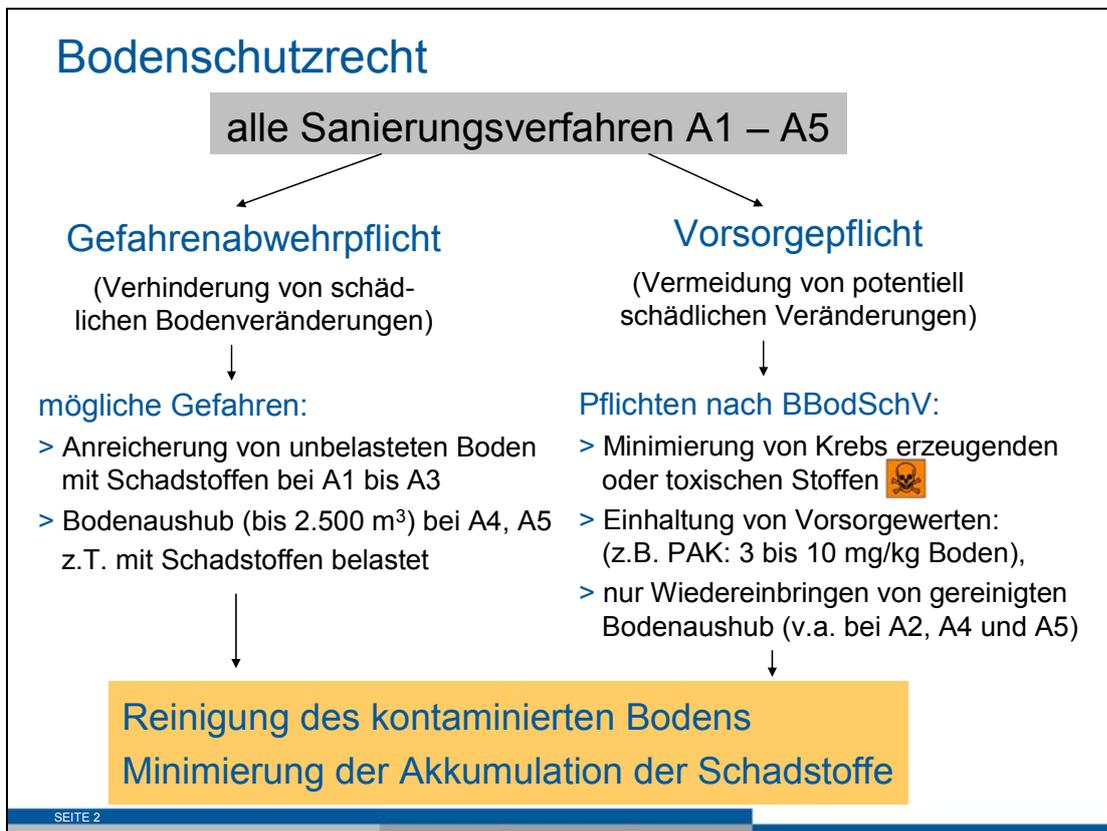


Abbildung 6: Materielle Anforderungen Immissionsschutzrecht

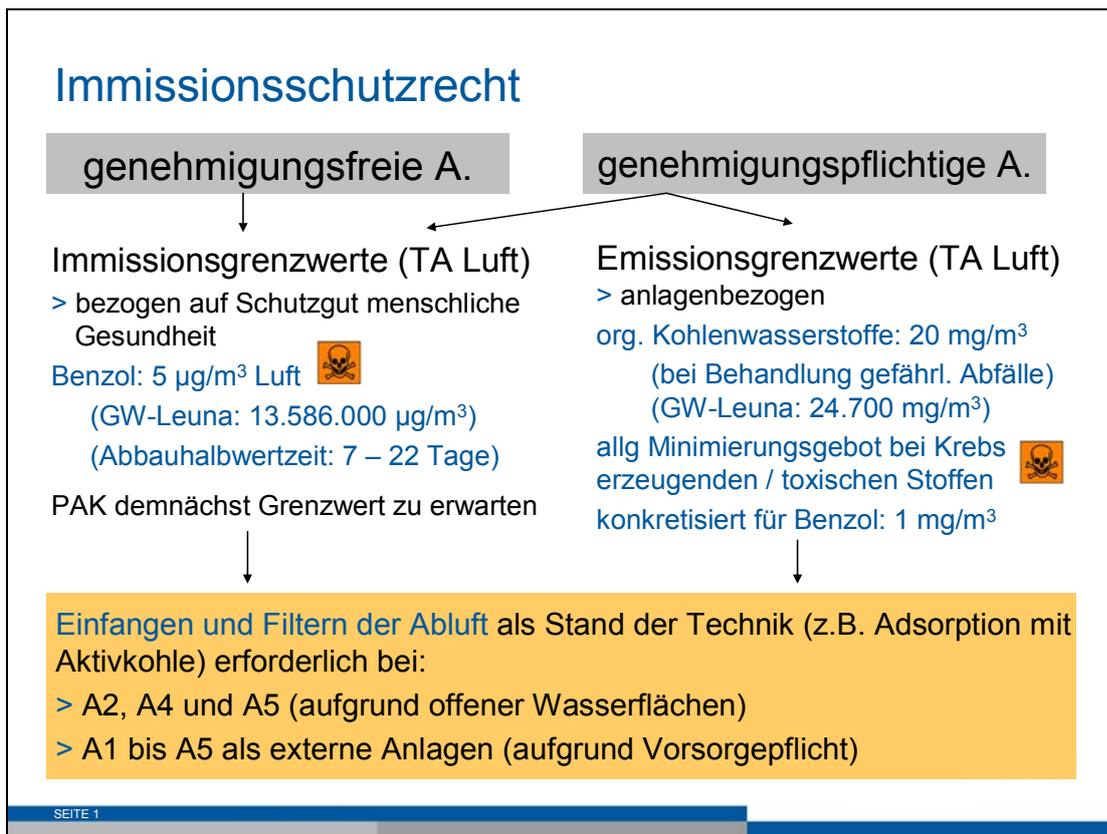
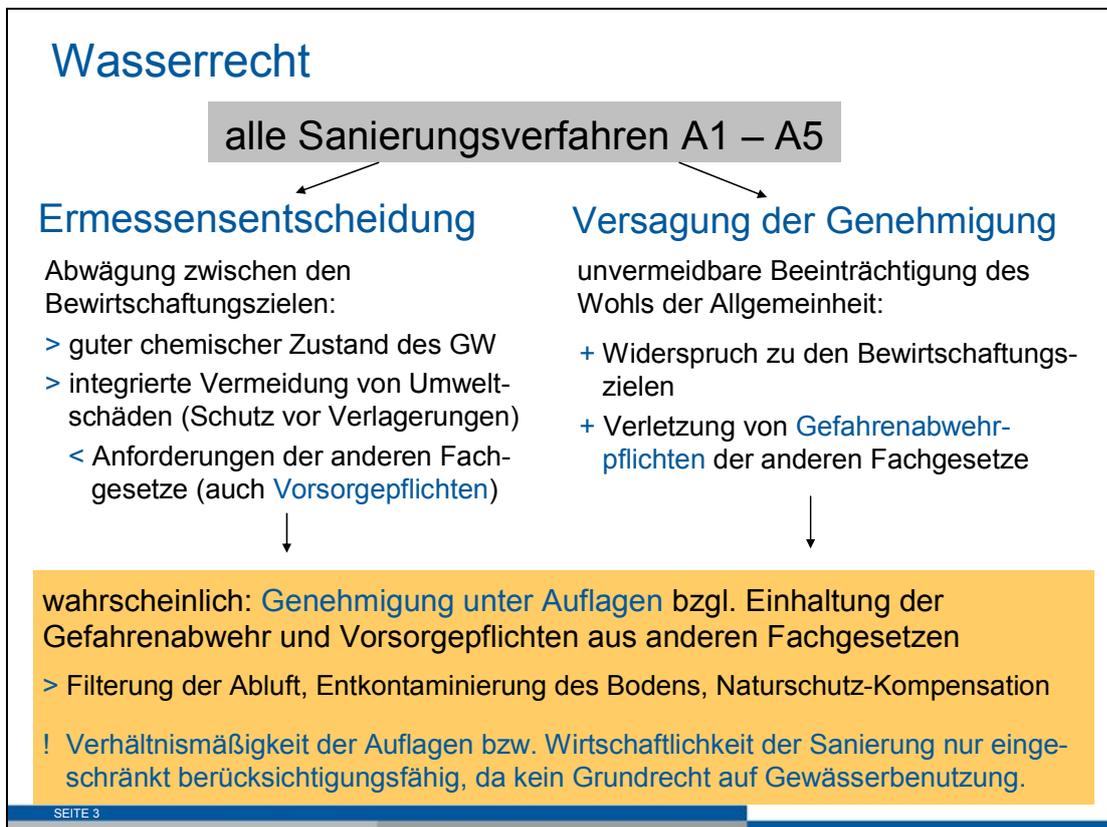


Abbildung 7: Materielle Anforderungen Wasserrecht



Soweit darüber hinaus offene Wasserflächen geschaffen werden (z.B. durch bis in den Aquifer reichende Gräben oder durch zu Tage fördern) kann allerdings statt einer Benutzung ein planfeststellungspflichtiger Gewässerausbau i.S.v. §§ 3 Abs. 3, 31 Abs. 2 WHG / §§ 9 Abs. 3, 67 f. WHG 2010 vorliegen. Ein Gewässerausbau liegt nach § 31 Abs. 2 S. 1 WHG / § 67 Abs. 2 WHG 2010 nicht vor, wenn das Gewässer nur für einen begrenzten Zeitraum entsteht und keine erhebliche nachteilige Veränderung des Wasserhaushaltes verursacht. Mit der 1996 eingeführten Ausnahmeregel hat der Gesetzgeber die Rechtsprechung des BVerwG kodifiziert und konkretisiert.²⁸ Entscheidend ist dabei weniger die Dauer des Zeitraumes als die Dauerhaftigkeit i.S. eines nicht absehbaren Rückbaus.²⁹ Um beim Compartment Transfer mit Sanierungszeiträumen von 20 bis 50 Jahren ein Planfeststellungsverfahren zu vermeiden, sind konkrete zeitliche Festlegungen für den Rückbau im Genehmigungsantrag zu treffen. In diesem Fall bedarf das Anlegen von Gräben lediglich einer Erlaubnis oder Bewilligung nach §§ 7 oder 8 WHG / § 8 WHG 2010.

II.2.2 Immissionsschutzrecht

Das Immissionsschutzrecht geht von einem sehr weiten Anlagenbegriff aus. Nach § 3 Abs. 5 Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) sind nicht nur ortsfeste Einrichtungen (Nr. 1), wie sie für eine ex-situ Sanierung erforderlich wären, sondern auch Grundstücke, auf denen Arbeiten durchgeführt werden, die Emissionen verursachen können (Nr. 3), Anlagen. Aufgrund der bezweckten Emissionen, sind beim Compartment Transfer auch die für eine in-situ Sanierung genutzten Grundstücke Anlagen im immissionsschutzrechtlichen Sinne. Ob es sich im Einzelfall um eine genehmigungspflichtige Anlage i.S.v. § 4 BImSchG oder um eine Genehmigungsfreie i.S.v. § 22 BImSchG handelt, richtet sich nach der 4. Verordnung zum BImSchG (4. BImSchV).³⁰

Eine Genehmigungspflicht besteht nur, wenn die Sanierung ex-situ erfolgt und das Grundwasser Stoffe enthält, die als Gefahrenstoffe i.S.d. Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)³¹ einzuordnen sind. Dies ist gemäß Anhang V Nr. 1 GefStoffV der Fall, wenn das Grundwasser mit z.B. bei BTEX-Stoffen kontaminiert ist und das zu sanierende Wasser als gefährlicher

²⁸ Vgl. Bundesverwaltungsgericht Urt. v. 10.2.1976 – 4 C 25.75 –, BVerwGE 55, 220 (223).

²⁹ Schenk in: Sieder/Zeitler/Dahme (2009), § 31 WHG Rn. 21a. Vgl. Bundesverwaltungsgericht, Urt. v. 28.6.07 – 7 C 3.07 –, NuR 2007, 611 Rn. 15.

³⁰ BGBl. 1997, I 504. Zuletzt geändert am 23.10.2007, BGBl. 2007, I 2470.

³¹ BGBl. 2004, I 3758 ff. Zuletzt geändert am 12.10.2007, BGBl. 2007, I 2382.

Abfall gemäß §§ 3 Abs. 8, 41 KrW/AbfG i.V.m. § 3 Abs. 1, Nr. 19 13 07* Verzeichnis, Nr. 3 Anlage zu § 2 Abs. 1 Abfallverzeichnisverordnung (AVV)³² einzustufen ist. Nach § 27 Abs. 1 Kreislaufwirtschafts-/Abfallgesetz (KrW/AbfG) wären entsprechende Sanierungsanlagen Abfallbeseitigungsanlagen. Nach § 2 Abs. 1 i.V.m. Nr. 8.6 Spalte 1 und 2 a) und Nr. 8.8 Spalte 1 a) Anhang zur 4. BImSchV sind Anlagen zur biologischen und/oder chemischen Behandlung von gefährlichen Abfällen genehmigungspflichtig. Bei einer chemischen Behandlung, wie sie z.B. bei einer Oxidation durch Luftstripping erfolgt, ist dabei immer ein förmliches Genehmigungsverfahren nach § 10 BImSchG durchzuführen, während bei einer biologischen Behandlung von weniger als 10 t am Tag das vereinfachte Verfahren nach § 19 BImSchG genügt.³³ Auch wenn sich die Sanierungstechnologie des Compartment Transfers noch in der Entwicklungs- und Erprobungsphase befindet, greifen entsprechende Ausnahmen in §§ 1 Abs. 4, 2 Abs. 3 der 4. BImSchV aufgrund der Größe und der Betriebsdauer von 20 bis 50 Jahren nicht. Ebenfalls nicht einschlägig ist die Ausnahmeregelung in § 4 Abs. 1 S. 2 BImSchG für nicht gewerbliche Anlagen, da sie ausdrücklich nicht für Abfallbeseitigungsanlagen i.S.v. Nr. 8 der 4. BImSchV gilt.³⁴

Verbleibt das Grundwasser hingegen im Boden- oder Wasserkörper, liegt keine Abfallbeseitigungsanlage vor und sind immissionsschutzrechtlich nur die materiellen Betreiberpflichten gemäß § 22 BImSchG für nicht genehmigungspflichtige Anlagen relevant.

II.2.3 Umweltverträglichkeitsprüfung

In Umsetzung der europäischen Richtlinie über die Umweltverträglichkeitsprüfung³⁵ sind in Deutschland bestimmte Vorhaben einer UVP unterworfen. Zu unterscheiden ist zwischen der generellen UVP-Pflicht und einer UVP-Pflicht im Einzelfall (allgemein/standortbezogen). Beim Compartment Transfer ist wieder die konkrete Ausgestaltung als in-situ oder ex-situ Behandlung von Bedeutung. Eine ex-situ Sanierung ist als Anlage zur biologischen und/oder chemischen Behandlung gefährlicher Abfälle gemäß § 3b Abs. 1, Anlage 1 Nr. 8.3.1 und Nr.

³² BGBl. 2001, I 3379 ff. Zuletzt geändert am 15.7.2006, BGBl. 2006, I 1619.

³³ I.d.R. wird diese Menge aber bei Megasites deutlich überschritten, wenn man nicht nur 10 m³ am Tag reinigen will.

³⁴ Dietlein in: Landmann/Rohmer (2009), Bd. I, § 4 BImSchG Rn. 37.

³⁵ RL (EG) Nr. 85/337, ABl. Nr. L 275 v. 5. 7. 1985, S. 40 ff.

8.5 UVPG immer UVP-pflichtig, wenn mehr als 10 t/Tag gereinigt werden.³⁶ Bei einer in-situ Behandlung ist das mögliche Anlegen offener Wasserflächen (z.B. bei aeroben Grabensystemen) eine sonstige Gewässerbaumaßnahme i.S.v. Nr. 13.16 Anlage 1 UVPG i.V.m. § 31 Abs. 2 S. 1 WHG,³⁷ für die es auf Landesrecht ankommt. In Sachsen-Anhalt z.B. wäre nach Nr. 1.14 Anlage 1 UVPG LSA eine allgemeine Einzelfallvorprüfung gemäß § 3c S. 1 UVPG erforderlich, bei der überschlägig abzuschätzen ist, ob von der Maßnahme erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen ausgehen. Dies ist beim Anlegen offener Wasserflächen anzunehmen, wenn leicht flüchtige Schadstoffe in erheblichem Umfang in die Atmosphäre übergehen und zur Schaffung der grundwasserdurchströmten Wasserflächen umfangreiche Eingriffe in den Bodenkörper nötig sind.

3. Materielle Anforderungen

Das Umweltrecht ist in Europa und in Deutschland ganz überwiegend medienbezogen ausgestaltet. Für den Compartment Transfer gelten folgende materiellen Anforderungen (siehe Überblick in Abbildung 3 (S. II)). Auch hier bestehen wesentliche Unterschiede zwischen in-situ und ex-situ Verfahren.

II.3.1 Integrierte Vermeidung und Verminderung nach IVU-Richtlinie

Mit der Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU-RL)³⁸ versucht die Europäische Gemeinschaft seit 1996 die Integration der Fachrechtsgebiete auch in materieller Hinsicht zu verbessern, um ein hohes Schutzniveau für Um-

³⁶ Keine UVP-Pflicht resultiert hingegen aus der Hebung und Wiedereinleitung des Grundwassers, da i.d.R. nicht der Umfang von 10 Mio. m³/a gemäß Nr. 13.3.1. Anlage zum UVPG erreicht wird bzw. auch bei der landesrechtlich vorgeschriebenen Einzelfallprüfung (z.B. § 2 Abs. 2, Nr. 1.3 Anlage 1 UVPG LSA) mangels erheblicher nachteiliger Umweltauswirkungen der kurzzeitigen Entnahme keine UVP-Pflicht anzunehmen ist.

³⁷ Bei der begrifflichen Bestimmung der Vorhabenarten des UVPG ist das Fachrecht zu berücksichtigen (Galas/Sangenstedt in: Landmann/Rohmer (2009), Bd. III, § 3 UVPG Rn. 23). Die begriffliche Einstufung als Ausbau i.S.v. § 31 Abs. 2 S. 1 WHG ist von der Frage der Planfeststellungspflicht nach § 31 Abs. 2 S. 2 WHG zu trennen. Die UVP dient auch der Feststellung erheblicher nachteiliger Veränderungen des Wasserhaushaltes i.S.v. § 31 Abs. 2 S. 2 WHG.

³⁸ RL Nr. 1996/61 des Rates v. 24.9.1996, ABl. Nr. L 257 v. 10.10.1996, S. 26-40. Neu gefasst 2008 mit RL (EG) Nr. 2008/1, ABl. Nr. L 24 v. 29. 1. 2008, S. 8 ff.

welt insgesamt zu erreichen. Schwerpunkt ist die Vermeidung und Verminderung von Belastungsverlagerungen von einem Umweltmedium auf ein anderes. Dabei steht eine praktisch durchführbare Integration mittels Begrenzung von Emissionen und Verlagerungen im Vordergrund. Die Richtlinie spricht kein Verlagerungsverbot aus, sondern fordert eine Berücksichtigung der natürlichen oder anthropogenen Verlagerungseffekten bei der Zulassungsentcheidung, ohne sich einer Abwägung zwischen den verschiedenen Umweltmedien zu verschließen. Der jeweils besten verfügbaren Technik kommt eine Schlüsselstellung zu.

In Deutschland wurde mit dem UVP-IVU-Änderungsgesetz³⁹ der Integrationsgrundsatz im Wasserrecht (§ 1a Abs. 1 S. 3 WHG / § 6 Abs. 1 S. 2 WHG 2010) und im Immissionsschutzrecht (§§ 1 Abs. 2, 4 Abs. 1 S. 1 BImSchG) verankert, allerdings mit unterschiedlicher Anwendungsbreite. Während im Immissionsschutzrecht sich der Grundsatz entsprechend Art. 1, 2 Nr. 3 IVU-RL auf genehmigungspflichtige Anlagen beschränkt, wurde er im WHG als allgemeiner Bewirtschaftungsgrundsatz ohne Einschränkung auf bestimmte Gewässernutzungen aufgenommen. Der Integrationsgrundsatz ist daher im Rahmen der wasserrechtlichen Erlaubnis/Bewilligung zu beachten und rechtlich die größte Hürde für die Genehmigungsfähigkeit von Verfahren des Compartment Transfers, da das Sanierungskonzept mit der bezweckten Verlagerung von Schadstoffen den Nerv des Integrationsgrundsatzes trifft (siehe Abbildung 4 (S. III)). Bei der wasserrechtlichen Genehmigungsentscheidung müssen die materiellen Anforderungen des sonstigen betroffenen Fachrechts, insbesondere des Boden- und Immissionsschutzrechts, berücksichtigt und im Falle der Gefahrenabwehr beachtet werden. Zu beachten ist auch, dass bei der wasserrechtlichen Entscheidung die Behörde einen weit reichenden Ermessensspielraum hat, da frei fließendes Wasser dem Eigentum entzogen und einem staatlichen Bewirtschaftungsregime unterworfen ist. Bei der immissionsschutzrechtlichen Genehmigung besteht hingegen kein behördliches Ermessen, sondern ein Genehmigungsanspruch, wenn die gesetzlichen Anforderungen erfüllt sind. Allerdings steht der Behörde aber ein Beurteilungsspielraum zu (z.B. Gefahrenschätzung oder Stand der Technik).

II.3.2 Bodenschutzrecht

Die Pflicht zur Sanierung von Altlasten umfasst nach § 4 Abs. 3 BBodSchG auch die Sanierung von Grundwasserschäden. Die inhaltlichen Anforderungen bleiben aber dem Wasserrecht überlassen (§ 4 Abs. 4 S. 3 BBodSchG), welches im Zusammenhang mit dem USchadG

³⁹ BGBl. 2001, I 1950 ff.

eine eigene Sanierungsverpflichtung erhielt (§ 22a Abs. 2 WHG / § 90 WHG 2010). Die neue wasserrechtliche Sanierungspflicht erweitert mit der Zurückversetzung in den Ausgangszustand (§ 22a Abs. 2 WHG / § 90 Abs. 2 WHG 2010 i.V.m. Anhang II Nr. 1.1.1. Umwelthafungsrichtlinie) erheblich die Pflichten gegenüber § 4 Abs. 3 BBodSchG, der sich auf Gefahrenabwehrmaßnahmen beschränkt. Dies gilt aber nicht für Schadensereignisse, die vor dem 30. April 2007 stattfanden (§ 13 USchadG) und somit bei der Altlastenproblematik nicht relevant. Beim Compartment Transfer ist die Verweisung aufs Wasserrecht gleichwohl keine abschließende Entlassung aus dem Bodenschutzrecht, da die Nutzung des Bodenkörpers als Filter- und Abbaumedium zu neuen schädlichen Bodenveränderungen führen kann.

Schädliche Bodenveränderungen entstehen zum einen bei der Einrichtung offener Wasserstellen (Bodenaushub), zum anderen aufgrund der Akkumulation von Schadstoffen im durchflossenen Bodenkörper (Bodenfilter) durch nicht auszuschließende Metabolitenbildung, Mineralisation oder Bindung in Humus (Huminstoffe) beim Abbau. Die Sanierungsverantwortlichen sind verpflichtet, gemäß § 4 Abs. 1 BBodSchG schädliche Bodenveränderungen zu vermeiden (Gefahrenabwehr) sowie nach § 7 BBodSchG Vorsorgemaßnahmen gegen das Entstehen zu treffen, soweit dies im Hinblick auf den Zweck der Nutzung des Grundstücks verhältnismäßig ist (siehe Abbildung 5 (S. III)). Die zuständige Behörde kann nach § 10 Abs. 1 BBodSchG entsprechende Anordnungen treffen. Nähere Konkretisierungen enthält die Verordnung zum BBodSchG (BBodSchV⁴⁰), welche mit Maßnahmewerten die Gefahrenschwelle und mit Vorsorgewerte die Risikoschwelle sowie entsprechende Handlungspflichten bestimmt. Besonders relevant sind für den Compartment Transfer zum einen die gefahrabwehrende Sanierungsverpflichtung für kontaminierten Bodenaushub nach § 5 Abs. 6 BBodSchV (im Fall des Rückbaus der Gräben)⁴¹ und zum anderen die Vorsorgeanforderungen vor Schadstoffanreicherungen gemäß §§ 10 ff. BBodSchV. Soweit durch belastetes Grundwasser im für die Sanierung genutzten Bodenkörper die Vorsorgewerte⁴² aus Anhang 2 Nr. 4 BBodSchV überschritten werden, sind nach § 10 Abs. 1 BBodSchV unter Beachtung der Verhältnismäßigkeit Vorkehrungen zur Vermeidung oder Minderung eines weiteren Anstiegs der Schadstoffbelastung zu treffen. Des Weiteren sind nach § 10 Abs. 2 BBodSchV krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Schadstoffe, für die keine Vor-

⁴⁰ BGBl. 1999, I 1554. Zuletzt geändert durch BGBl. 2004, I 3758.

⁴¹ Die Konkretisierung der Gefahrenabwehr beschränkt sich auf die Sanierung belasteter Böden und auf die Abwehr von Bodenerosionen (§§ 5-8 BBodSchV).

⁴² Z.B. für Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe 3-10 mg/kg Bodentrockenmasse (Nr. 4.2).

sorgewerte bestehen (z.B. Benzol), soweit wie technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar, zu begrenzen.

Bei aeroben Grabensystemen ist insbesondere der Bodenaushub aufgrund des anfallenden Volumens (bis zu 10m tiefe Gräben) und möglicher Schadstoffbelastungen des Erdmaterials bedeutsam. Kontaminierter Boden ist nach der Auskoffnung grundsätzlich gefährlicher Abfall im Sinne § 3 Abs. 1, 8 KrW/AbfG i.V.m. Nr. 17 05 03* AVV und gemäß § 27 Abs. 1 KrW/AbfG in Abfallbeseitigungsanlagen zu behandeln. Alternativ stellt § 13 Abs. 5 BBodSchG bei der Altlastensanierung entnommenes Bodenmaterial vom Anwendungsbereich des § 27 KrW/AbfG frei, wenn dieser im Bereich der zu sanierenden Fläche wieder eingebracht werden soll und durch einen verbindlichen Sanierungsplan oder eine Sanierungsanordnung sichergestellt ist, dass das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird. Diese Möglichkeit empfiehlt sich beim Compartment Transfer, da schon aus Gründen des Wasserrechts eine verbindliche Wiederverfüllung rechtlich vorteilhaft ist. Bei der Lagerung des Bodenaushubs sowie bei der Wiederverfüllung sind die Gefahrenabwehr- und Vorsorgepflichten nach §§ 4 Abs. 1, 7 BBodSchG, §§ 9-12 BBodSchV einzuhalten, um erneute schädliche Bodenveränderungen zu vermeiden. Gemäß § 5 Abs. 6 BBodSchV ist der Bodenaushub nach § 4 Abs. 3 BBodSchG so zu behandeln, dass dauerhaft keine Gefahren, erheblichen Nachteile oder erheblichen Belästigungen für den einzelnen oder die Allgemeinheit entstehen. Beim Wiederverfüllen der Gräben sind die Vorsorgeanforderung des § 12 BBodSchV zu beachten.

II.3.3 Immissionsschutzrecht

Das Immissionsschutzrecht normiert keinen einheitlichen materiellen Anforderungsgrad, sondern differenziert zwischen genehmigungspflichtigen und nicht genehmigungspflichtigen Anlagen (§§ 5 bzw. 22 BImSchG) (siehe Abbildung 6 (S. IV)). Bei genehmigungspflichtigen Anlagen (ex-situ Verfahren) dienen die Anforderungen der Gewährleistung eines hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt. Sie beziehen sich in Umsetzung des Integrationsgrundsatzes auf alle Umweltmedien und -güter und verlangen nicht nur die Abwehr von Immissionsgefahren, sondern Vorsorge vor schädlichen Umwelteinwirkungen, insbesondere durch Emissionsminderungsmaßnahmen (§ 5 Abs. 1 Nr. 1 und 2 BImSchG). Die Vorsorgepflicht in § 5 Abs. 1 Nr. 2 BImSchG dient der Risikominimierung unterhalb der Gefahrenschwelle. Für nicht genehmigungspflichtige Anlagen (in-situ Verfahren) gilt demgegenüber ein geringerer Schutzstandard, der sich auf die Gefahrenabwehr und den Immissionspfad Luft beschränkt (§ 22 Abs. 1 Nr. 1 und 2 BImSchG). Allerdings bestehen auch bei der Gefahren-

abwehr Rechtsunterschiede. Während bei genehmigungspflichtigen Anlagen schädliche Umwelteinwirkungen uneingeschränkt zu vermeiden sind (absolute Gefahrenabwehrpflicht gemäß § 5 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG), gilt dies bei nichtgenehmigungsbedürftigen Anlagen dies nur, soweit eine Vermeidung oder Minderung nach dem Stand der Technik möglich ist (relative Gefahrenabwehrpflicht gemäß § 22 Abs. 1 Nr. 1 und 2 BImSchG).⁴³ Untergesetzliche Rechtsverordnungen, ermessenslenkende Verwaltungsvorschriften und – soweit vorhanden – Luftreinhaltepläne konkretisieren die Gefahren- und Vorsorgepflichten. Von entscheidender Bedeutung für Verfahren des Compartment Transfers sind v.a. die Anforderungen der Norm konkretisierenden Technischen Anleitung Luft des Bundesumweltministerium (2002) (TA Luft). Die TA Luft konkretisiert die Pflichten und weist entsprechend den europäischen Luftqualitätszielen⁴⁴ Immissionswerte aus (Ziff. 4.2.1), bei deren Einhaltung eine Gefahr für die menschliche Gesundheit nicht anzunehmen ist.

Bei der Sanierung organischer Kohlenwasserstoffbelastungen ist v.a. der Immissionswert von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für den krebserregenden Stoff Benzol bedeutsam, der als Grenzwert der Gefahrenabwehr sowohl für ex-situ als auch in-situ Anlagen gilt. Soweit die zu erwartende Gesamtbelastung im Einwirkungsbereich der Anlage diese Schwelle übersteigt⁴⁵, ist die Sanierungsanlage gemäß § 24 BImSchG behördlich zu untersagen. Entscheidend für die Beurteilung sind die Vorbelastungen der Luft im Einwirkungsbereich, die Konzentrationen im Grundwasser (in Leuna z.B. $13.586.000 \mu\text{g Benzol}/\text{m}^3$), die Emissionsmengen und mögliche exponierte Schutzgüter (insbesondere benutzte Wohn- und Arbeitsgebäude). Da bei Verfahren des Compartment Transfers, welche die Abbauleistung in der Atmosphäre nutzen (z.B. aerobe Graben-

⁴³ Vgl. BVerwG Urt. v. 11.2.1978 – 1 C 102.76 –, E 55, 250 (254); *Dietlein, Hansmann* in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, Bd. I § 5 BImSchG Rn. 100, 111, § 22 BImSchG Rn. 19.

⁴⁴ Anhang I der Richtlinie (EG) Nr. 2000/69 des europäischen Parlaments und des Rates vom 16.11.2000 über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft, ABl. Nr. L 313 v. 13.12.2000, S. 12 ff. Die Richtlinie ergänzt die Luftqualitäts-Richtlinie (EG) Nr. 1996/62, ABl. Nr. L 296 v. 22.11.1996, S. 55 ff.

⁴⁵ Bei bodennahen Emissionsquellen (unter 20m) muss das Beurteilungsgebiet nach Ziff. 4.6.2.5 TA Luft mindestens einen Radius von 1 km um die Quelle betragen. Innerhalb des Beurteilungsgebietes sind gemäß Ziff. 4.6.2.6 TA Luft die Beurteilungspunkte so festzulegen, dass für nicht nur vorübergehend exponierte Schutzgüter (z.B. benutzte Wohn- oder Arbeitsgebäude) die vermutlich höchste relevante Belastung ermittelt werden kann. Dabei sind Belastungshöhe, Relevanz für Beurteilung der Genehmigungsfähigkeit und Expositionen für Schutzgüter zu prüfen. Vorhandene Vorbelastungen sind mit einzubeziehen. Des Weiteren sind für die Gesamtbelastung Messpunkte für das vermutlich höchste Risiko durch langfristige Exposition als auch für die vermutlich höchste Exposition gegenüber Spitzenbelastungen festzulegen. Weitere Einzelheiten zum Messverfahren, -häufigkeit und Auswertung enthalten die Ziffern 4.6.2.7 bis 4.6.2.10 TA Luft.

systeme), der ganz überwiegende Teil der Schadstoffe über Jahrzehnte stetig in die Luft übergeht, kann im Großmaßstab trotz beschleunigten Abbaus in der Atmosphäre ein Auffangen und Filtern der Abluft zur Gefahrenabwehr unumgänglich sein. Eine Adsorption von Schadstoffen gemäß dem Stand der Technik durch Aktivkohlefilter, katalytische Oxidation oder Nachverbrennung organischer Schadstoffe wäre in Anbetracht der Gesundheitsgefahren für die Bevölkerung i.d.R. nicht unverhältnismäßig, auch wenn sie das Verfahren verteuern würde.

Die bei genehmigungspflichtigen ex-situ Anlagen zu beachtende Vorsorgepflicht (§ 5 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG) beinhaltet die ergänzenden Gebote, nicht vermeidbare Abgase soweit wie mit verhältnismäßigem Aufwand möglich an ihrer Entstehungsstelle zu erfassen (Ziff. 5.1.3 TA Luft) und die Emission von gefährlichen Stoffen (z. B. Krebs erzeugend oder giftige) soweit wie mit verhältnismäßigem Aufwand möglich zu minimieren (Ziff. 5.2.7. TA Luft). Daneben schreibt die TA Luft für bestimmte Stoffe und Anlagen die Einhaltung von Emissionswerten vor, die das Risiko schädlichen Umwelteinwirkungen begrenzen sollen. So darf der Benzolgehalt in der Abluft maximal 1 mg/m^3 betragen (Ziff. 5.2.7.1.1 TA Luft). Bei der Behandlung gefährlicher Abfälle darf der Anteil des Gesamtkohlenstoffs organischer Stoffe in der Abluft 20 mg/m^3 (Ziff. 5.4.8.11.2 TA Luft) nicht übersteigen. Da z.B. das Grundwasser von Leuna hohe Benzolkonzentrationen und auch einen hohen Gesamtkohlenstoffgehalt von durchschnittlich $24,7 \text{ mg/l}$ bzw. 24.700 mg/m^3 (u.a. auch aufgrund der MTBE-Belastung) aufweist, ist eine Überschreitung der Emissionswerte zu befürchten, selbst wenn nur ein Teil der Stoffe in die Atmosphäre emittiert wird. Ein Auffangen und Filtern der von den ex-situ Sanierungsanlagen ausgehenden Abluft kann deshalb erforderlich sind. Ein Auffangen und Behandeln kann weiterhin auch aufgrund der geruchsintensiven Stoffe Isopropylbenzol (Cummen) und MTBE nötig sein (Ziff. 5.2.8. TA Luft).

II.3.4 Wasserrecht

Bis zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (§ 33a Abs. 1 WHG / § 47 WHG 2010) und der Umwelthaftungsrichtlinie (§ 22a WHG / § 90 WHG 2010) enthielt das Wasserrecht für den nachsorgenden Grundwasserschutz keine konkreten Vorgaben. Aufgrund der wasserrechtlichen Bewirtschaftungsordnung (§ 1a Abs. 4 WHG / § 4 WHG 2010) sind die Nutzungszulassungen als repressive Verbote ausgestaltet, die im pflichtgemäßen Ermessen der Wasserbehörde stehen und sich nach den Bewirtschaftungszielen (§§ 1a Abs. 1, 33a WHG / §§ 6 Abs. 1, 47 WHG 2010) richten müssen. Die Erlaubnis/Bewilligung ist zu versagen, wenn

eine Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit zu erwarten und nicht durch Auflagen oder Schutzmaßnahmen zu vermeiden oder auszugleichen ist (Gefahrenabwehr gemäß § 6 WHG / § 12 Abs. 1 Nr. 1 WHG 2010). Aufgrund der Aufnahme des Gebots des integrierten Umweltschutzes in die Bewirtschaftungsgrundsätze (§ 1a Abs. 1 S. 3 WHG / § 6 Abs. 1 S. 2 WHG 2010) sind im Wasserrecht Schadstoffverlagerung in andere Umweltmedien im Rahmen der Ermessensausübung zu berücksichtigen (siehe Abbildung 7 (S. IV)). Um dem Integritätsgrundsatz Rechnung zu tragen und die Einheit der Rechtsordnung zu wahren, ist die Erlaubnis oder Bewilligung zu versagen, wenn das Sanierungsverfahren gegen die erörterten Anforderungen des Immissionsschutzes und Bodenschutzes verstoßen würde (ausdrücklich nun § 12 Abs. 1 Nr. 2 WHG 2010). Die Immissionsschutzwerte der TA Luft gelten daher auch für nur wasserrechtlich genehmigungspflichtige in-situ Sanierungsverfahren. Die rechtlichen Anforderungen sind durch Auflagen und Bedingungen nach §§ 4 Abs. 1, 6 Abs. 1 WHG / § 13 WHG 2010 sicherzustellen. Mögliche Mehrkosten und die Wirtschaftlichkeit der Benutzung spielen aufgrund des fehlenden grundrechtlichen Anspruches auf Gewässerbenutzung bei der Ermessensentscheidung nur eine untergeordnete Rolle. Die entscheidende Abwägung erfolgt zwischen den Bewirtschaftungszielen: guter chemischer Zustand des Grundwassers (§ 33a Abs. 1 Nr. 4 WHG / § 47 Abs. 1 Nr. 3 WHG 2010) und integrierter Umweltschutz (§ 1a Abs. 1 S. 3 WHG / § 6 Abs. 1 S. 2 WHG 2010), deren Konflikt sich aber durch entsprechende Maßnahmen vermindern lässt.

IV. Zusammenfassende Bewertung und Diskussion

Neue kostengünstige Sanierungstechnologien, wie der Compartment Transfer (CT) im Rahmen von Enhanced Natural Attenuation-Verfahren (ENA), nähren insbesondere für die sog. Megasites die Hoffnung, dass auch jenseits konkreter Nutzungsinteressen Dekontaminierungsmaßnahmen finanziert und „ökologische Opferstrecken“ beseitigt werden können.

Die Anwendung solcher Technologien vollzieht sich nicht im rechtsfreien Raum, sondern hat die Vorschriften einer entwickelten Umweltrechtsordnung zu beachten, die jedenfalls sicherstellen soll, dass technische Anstrengungen zur Dekontamination des Grundwassers nicht mit unakzeptablen Verlagerungen auf andere Umweltmedien sowie auf Menschen, Tiere und Pflanzen einhergeht (Integrationsprinzip). Umweltrechtsnormen, die diesem Ziel dienen, gewährleisten zugleich, dass nur solche CT-Verfahren zur Anwendung kommen können, die basale Voraussetzungen für Umweltinnovationen erfüllen.

Soweit CT-Verfahren zur Grundwassersanierung darauf angewiesen sind, das Wasser zu heben und ex-situ zu behandeln, stellt das Umweltrecht weitergehende Vorsorgeanforderungen durch gefahrenunabhängige Stand der Technik-Gebote, weil in diesem Falle von einer Abfallbehandlungsanlage auszugehen ist, für die besondere Verfahren (immissionsschutzrechtliche Genehmigung) und Anforderungen gelten. Diese erweiterten Vorsorgeanforderungen durch Stand-der-Technik-Anforderungen mögen im Einzelfall die praktische Anwendung der Technologie hemmen können, weil unabhängig von konkreten schädlichen Umwelteinwirkungen Reinigungsvorkehrungen mit Blick auf die Emission in das Luftkompartiment getroffen werden müssen.

CT-Verfahren sind aber nicht zwingend auf die Hebung des Wassers angewiesen: Soweit ein CT-Verfahren für einen bestimmten Zeitraum in-situ zur Anwendung kommen soll, liegt lediglich eine Gewässerbenutzung im Sinne von § 3 Abs. 1 Nr. 6 WHG / § 9 Abs. 1 Nr. 5 WHG 2010 vor, die erlaubnispflichtig ist. Im Rahmen dieses Erlaubnisverfahrens sind allerdings nicht nur materiellrechtliche Vorgaben des Wasserrechts, sondern auch bindende Vorschriften anderer Umweltfachrechte, soweit für deren Anwendung nicht besondere Verfahren vorgeschrieben sind, zu beachten. Führt die Ausgasung von Schadstoffen in das Luftkompartiment etwa zu schädlichen Umwelteinwirkungen (§ 3 Abs. 1 BImSchG), d.h. zu Immissionslagen mit einer gewissen Störqualität, ist dies i.d.R. ein zwingender Versagungsgrund (§ 22 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG), der nur durch Vorkehrungen zur Abwehr schädlicher Umwelteinwirkungen beseitigt werden kann. Solche Umweltrechtsnormen hemmen keine Umweltinnovationen,

sondern stellen sicher, dass neue Technologien nicht schon an den elementaren Grunderfordernissen des Umweltschutzes scheitern.

Die genauen Genehmigungspflichten für die Sanierungsverfahren A1 bis A5 im Großmaßstab lassen sich endgültig nur für eine konkret geplante Sanierungsanlage für einen ganz konkreten Standort feststellen. Je nach Ausgestaltung der Anlage (z.B. in-situ oder ex-situ) bestehen unterschiedliche formelle Genehmigungspflichten (v.a. wasserrechtliche und gegebenenfalls immissionsschutzrechtliche Genehmigungen) und materielle Anforderungen. Grundsätzlich sind in-situ Verfahren rechtlich weniger voraussetzungsvoll, da diese nicht als Abfallbehandlungsanlage einzustufen sind. Rechtlich aufwändiger wird es aber, wenn beim Anlegen offener Wasserflächen kein zeitlich begrenzter Rückbau vorgesehen wird und deshalb ein planfeststellungspflichtiger Gewässerausbau vorliegt.

Materiellrechtlich sind die Verfahren als kritisch anzusehen, in denen Schadstoffe in größeren Mengen in die Luft übergehen sollen bzw. können, da hier ein Konflikt sowohl mit den Immissionsgrenzwerten als auch im Fall einer ex-situ Anlage mit den Emissionsgrenzwerten des Immissionsschutzrechts (konkretisiert in der TA Luft) auftreten kann. Das Konfliktpotential betrifft insbesondere A4 und A5 (aerobe Grabensysteme) aber auch A2 (offene Wasserfläche). Ob sich hieraus eine rechtliche Unzulässigkeit ergibt hängt aber von den Standortbedingungen des konkreten Sanierungsgebietes ab. Bezogen auf das Sanierungsgebiet Leuna wäre aufgrund der sehr hohen Benzolkonzentrationen von durchschnittlich $13.586.000 \mu\text{g je m}^3$ Grundwasser insbesondere eine Überschreitung des Immissionswertes von $5 \mu\text{g/m}^3$ für Benzol bei den Verfahren mit Ausgasung zu befürchten, wenn die Abluft ohne weitere Behandlung an die Luft abgegeben wird. Im Ergebnis kann bei den Sanierungsverfahren A2, A4 und A5 ein Auffangen und Filtern der Abluft wahrscheinlich erforderlich sein, um die Schadstoffemissionen in die Atmosphäre zu begrenzen. Derartige Abluftfilterungen entsprechen dem Stand der Technik beim Immissionsschutz. Bei den Verfahren A1 und A3 können die Gefahrenabwehrpflichten wahrscheinlich auch ohne zusätzliche Filterungen eingehalten werden. Bei nicht genehmigungspflichtigen Anlagen müssen die Immissionsgrenzwerte im Rahmen der wasserrechtlichen Erlaubnis beachtet werden. Bei Verstößen kann die Immissionsschutzbehörde die Pflichten mittels Anordnungen durchsetzen. Soweit die ex-situ Anlagen einer Immissionsschutzgenehmigung bedürfen, hängt die Zulassung auch von der Einhaltung der Emissionswerte ab.

Im Ergebnis sind bei der Planung einer konkreten Sanierungsanlage mit Compartment Transfer Verfahren im Großmaßstab im Vorfeld folgende technische und naturwissenschaftliche Fragen zu abzuklären, um die Genehmigungsfähigkeit einschätzen zu können:

1. Dimension und Durchsatz der geplanten Anlage?
2. Welche Schadstoffe befinden sich im zu sanierenden Grundwasser und welche Gefahr geht von ihnen und ihren Abbauprodukten aus? (Klassifizierung nach Chemikalienrecht (ChemG, GefStoffV, Anhang II, III, VI EU-Richtlinie 67/548/EWG); z.B. giftig, krebserregend)
3. Welche Schadstoffe gehen in ein anderes Kompartiment (Boden, Luft, Oberflächengewässer) über und welche Schadstoffe verbleiben im Grundwasser?
4. Wie hoch sind die Emissionsmengen der geplanten Anlage je Schadstoff und in der Summe aller Schadstoffe?
5. Wie vollständig und wie schnell bauen sich die Schadstoffe im Zielkompartiment ab?
6. Inwieweit lagern sich gefährliche Schad- oder Abbaustoffe dauerhaft im Zielkompartiment an?
7. Inwieweit gibt es exponierte Schutzgüter (z.B. Wohn-, Arbeits-, Aufenthaltsgebäude) im Umkreis von 1 km um die geplante Sanierungsanlage?
8. Welche Emissionsvorbelastung im Zielkompartiment (insbesondere der Luft) besteht im Sanierungsgebiet?
9. Wie hoch sind die Immissionswerte im Sanierungsgebiet insbesondere an exponierten Schutzgütern einzuschätzen?

VI. Literaturverzeichnis

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007) (Hrsg.): Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt, Berlin.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2002) Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft).
- Landmann / Rohmer (2009) Umweltrecht, München.
- Europäische Kommission (2006) Thematische Strategie für den Bodenschutz, KOM (2006) 231 endg.
- Gaßner, H. (2002) Altlasten-, Flussgebiets- und Grundwassermanagement – Am Beispiel des Ökologischen Großprojekts Bitterfeld/Wolfen, in: Franzius/Lühr/Bachmann (Hrsg.) (2002), Boden- und Altlastensymposium 2001, S. 149 ff.
- Großmann, J./ Meiners, G./ Steiner, N./ Track, T./ Willand, A. (2007) Die neue EG-Grundwasserrichtlinie (GWRL) – Eine erste Auswertung des Arbeitskreises Wasserrahmenrichtlinie, in: altlasten spektrum, S. 30-32.
- Köck, W./ Möckel, S. (2008) Innovative Technologien und ordnungsrechtliche Vorgaben: Rigidität, Flexibilität, „waiver“ am Beispiel des „Compartment Transfer“ zum Zwecke der Sanierung großskalig verunreinigten Grundwassers, in: Eifert, M. / Hoffmann-Riem, W. (2008): Innovationsfördernde Regulierung, S. 305-322.
- Kügel, J.-W. (1994) Sonderabfallabgaben und Altlasten, in: Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht (NVwZ), S. 535-544.
- Länderarbeitsgruppe Boden (2005) LABO – Altlastenausschuss: Berücksichtigung natürlicher Schadstoffminderungsprozesse bei der Altlastensanierung.
- Möckel, S. (2008) Grundwassersanierung – Rechtliche Anforderungen an die Stimulierung natürlicher Schadstoffminderungsprozesse (ENA) durch Compartment Transfer, in: Zeitschrift für Wasserrecht (ZfW) 2008 (4), 185 -200.
- Rat der Europäischen Union (1985) Richtlinie (EG) Nr. 85/337 des Rates v. 27.6.1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten, verkündet in: ABl. Nr. L 275 v. 5. 7. 1985, S. 40-55.
- Rat der Europäischen Union (1996) Richtlinie (EG) Nr. 1996/61 des Rates v. 24.9.1996 über die integriert Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie), verkündet in: ABl. Nr. L 257 v. 10.10.1996, S. 26-40.
- Rat der Europäischen Union (2008) Richtlinie (EG) Nr. 2008/1/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15.1.2008, verkündet in: ABl. Nr. L 24 v. 29.1.2008, S. 8 ff.
- Rechenberg, J. (2007) Die schwere Geburt einer Tochter – Entstehung und Folgen der EG-Grundwasser-Tochterrichtlinie, in: Zeitschrift für Umweltrecht (ZUR), S. 235-241.

- Rügner, H./ Henzler, R./
Bittens, M./ Weiß, H./
Leven, C./ Bayer, P./
Finkel, M. (2007) SAFIRA II – Revitalisierungskonzepte für großskalige Boden- und Grundwasserverunreinigungen, in: altlasten spektrum, S. 7-12.
- Sachverständigenrat für
Umweltfragen (2008) Umweltgutachten 2008 – Umweltschutz im Zeichen des Klimawandels, Berlin.
- Sachverständigenrat für
Umweltfragen (2004) Umweltgutachten 2004 - Umweltpolitische Handlungsfähigkeit sichern, Berlin.
- Sieder, F. / Zeitler, H. /
Dahme, H.: (2009) (Hrsg.) Wasserhaushaltsgesetz, München.
- Schenke, W.-R. (2003) Polizei- und Ordnungsrecht, in: Steiner (Hrsg.), Besonderes Verwaltungsrecht, 7. Aufl., Heidelberg, S. 185-405.
- Schwarze, R. (2008) Ökonomie der Sanierung und Wiedernutzung kontaminierter Standorte, in: Köck, W. (2008), Bodenschutz- und Altlastenrecht unter europäischem Einfluss, S. 131-138.
- Steiner, N./ Struck, R. (2003) Bodenschutz- und wasserrechtliche Rahmenbedingungen für die Nutzung von NA-Prozessen, in: altlasten spektrum, S. 229-236.
- Vierhaus, H.-P. (2004) Altlastenfreistellung als Wirtschaftsförderung, in: Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht (NVwZ), S. 418-425.
- Willand, A./Großmann, J. (2002) Ermessenskriterien für die Entscheidung über die Sanierung von altlastenbedingten Grundwasserschäden, in: altlasten spektrum, S. 277-287.