

Erhebung über durchgeführte und laufende In-Situ-Sanierungsmaßnahmen und MNA-Konzepte in Nordrhein-Westfalen

(Stand Mai 2009)

1 Veranlassung

Seit einigen Jahren werden In-situ-Verfahren in der gesättigten Zone als eine Alternative oder Ergänzung zu pump-and-treat-Maßnahmen diskutiert und in einigen Fällen bereits eingesetzt. Dabei ist eine kontinuierliche Zunahme der Verfahrenseinsätze in den letzten Jahren erkennbar. Neben dem verstärkten Einsatz von In-situ-Verfahren nimmt auch die Bedeutung von MNA-Konzepten zu (MNA = Monitored Natural Attenuation).

Aufgrund der steigenden Bedeutung von In-situ-Verfahren und MNA-Konzepten hatte der Altlastenausschuss (ALA) der LABO im Jahre 2007 eine bundesweite Übersicht über Fälle mit entsprechenden Anwendungen erarbeitet. Ziel dieser Zusammenstellung ist es, anhand von Fallrandbedingungen Kenntnis über ähnlich gelagerte Fälle erhalten zu können, um bei Bedarf gezielt Erfahrungen und weitere Daten bei den Ansprechpartnern vor Ort erfragen zu können. Nutzerkreis dieser Datensammlung sind die Unteren Umweltschutzbehörden und Landesbehörden. Der Bericht des ALA (Stand 10.05.2007) enthält Angaben von insgesamt 141 In-Situ-Fällen sowie 36 MNA-Konzepten.

Der ALA hat auf seiner Sitzung Mitte 2009 beschlossen, die Fallzusammenstellung fortzuschreiben. Darin werden die in Nordrhein-Westfalen bereits im Vorfeld erhobenen Daten (Stand Mai 2009) einfließen. Der vorliegende Bericht enthält die Ergebnisse einer Erhebung von In-situ-Sanierungsmaßnahmen in der gesättigten Zone und MNA-Konzepten, die das LANUV NRW aufgrund einer Erhebung bei den Kreisordnungsbehörden in Nordrhein-Westfalen zusammengestellt hat.

2 Vorgehensweise

Im März 2009 wurden die 54 Kreise und kreisfreien Städte des Landes Nordrhein-Westfalen durch das LANUV gebeten, Fälle mit In-situ-Verfahren und Fälle mit MNA-Konzepten mitzuteilen bzw. bereits 2007 erhobene Daten zu aktualisieren. Dies erfolgte auf Grundlage eines Erfassungsbogens.

Der Erfassungsbogen für In-situ-Anwendungen enthält folgende Datenfelder:

- Zuständige Behörde, Ansprechpartner
- Eingesetztes In-Situ-Verfahren
- Parallel eingesetzte Verfahren
- Hydrogeologie
- Art der behandelten Schadstoffe
- Ausgangskonzentrationen
- Zeitraum der Anwendung
- Anwendungsstand
- Umweltauswirkungen des Verfahrens

- Bisher erzielte Ergebnisse
- Erläuterungen

Der Erfassungsbogen für MNA-Konzepte umfasst folgende Punkte:

- Zuständige Behörde
- Stand (geplant / laufend)
- Art der relevanten Schadstoffe
- Emissionsbetrachtung: Ausgangskonzentrationen in der Quelle, Frachten / Freisetzungsraten
- Transmissionsbetrachtung: (Hydro-)Geologie
- Immissionsbetrachtung: Zustand der Fahne
- (Teil-)Quellensanierung durchgeführt?
- Aus welchen Gründen werden keine Sanierungsmaßnahmen im Grundwasser durchgeführt?
- Nachgewiesene NA-Prozesse (z. B. Biologischer Abbau, Humifizierung, Sorption, Fällung, Verflüchtigung, Dispersion)
- Eingesetzte Feld- und Labor-Untersuchungsmethoden zum Nachweis und zur Quantifizierung der NA-Prozesse
- Art der Prognose
- Ziel- und Kontrollvorgaben hinsichtlich Konzentrationen, Frachten, Zeit
- Vergleich der Monitoringergebnisse mit Prognose
- Rückfalloptionen bei Versagen von MNA

Von den Kreisordnungsbehörden wurden im Rahmen der Bestandsaufnahme 29 Fälle mit In-situ-Verfahren und 17 Fälle mit MNA-Konzepten mitgeteilt.

3 Ergebnisse der nordrhein-westfälischen Bestandsaufnahme

3.1 Entwicklung

Während 2007 in Nordrhein-Westfalen 15 Fälle mit In-situ-Verfahren und 7 Fälle mit MNA-Konzepten bekannt waren, hat die im Jahr 2009 durchgeführte Bestandsaufnahme 29 Fälle mit In-situ-Verfahren und 17 Fälle mit MNA-Konzepten ergeben. Der deutliche Anstieg zeigt die Bedeutung dieser Maßnahmen.

3.2 In-situ-Verfahren

3.2.1 Schadstoffe

Aus der Abbildung 1 geht hervor, welche Schadstoffe bei den Sanierungsfällen mit In-situ-Anwendungen relevant waren bzw. sind.

In 41 % der 29 Fälle handelte es sich um Verunreinigungen mit BTEX-Aromaten (Benzol, Toluol, Xylole, Ethylbenzol), in 38 % der Fälle waren leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW) und in je 24 % polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) relevant. Eine Vielzahl von Fällen ist durch Mischkontaminationen geprägt. Anorganische Schadstoffe spielen bei der Anwendung von In-situ-Verfahren im Altlastenbereich keine Rolle.

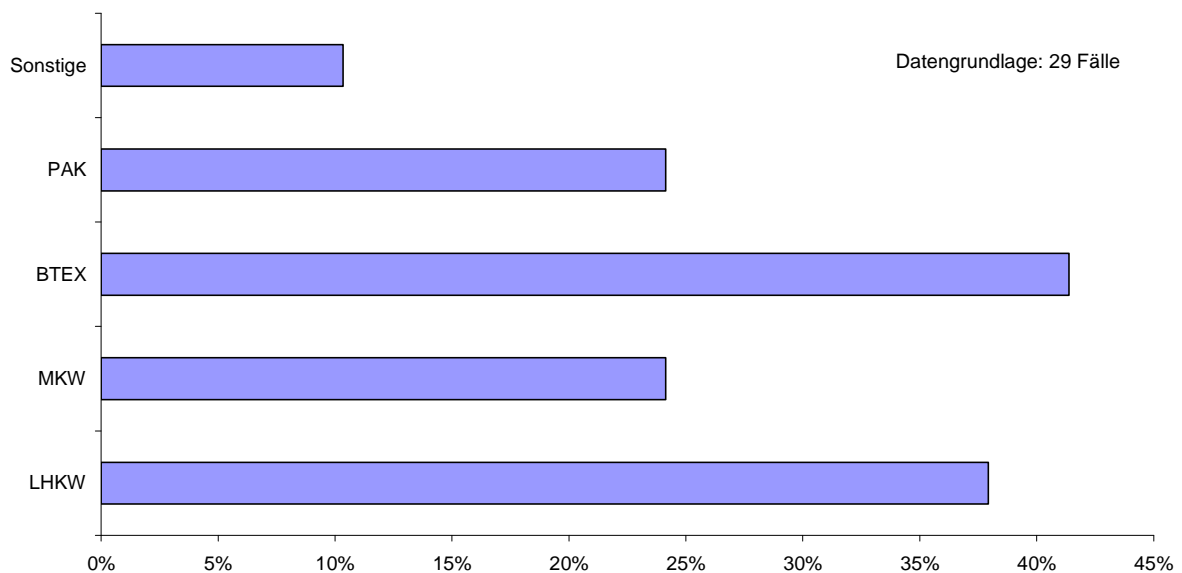


Abb. 1: Darstellung der relevanten Schadstoffe bei In-situ-Fällen
(Datengrundlage: 29 Fälle, aufgrund von Mischkontaminationen Summe > 100%)

3.2.2 Verfahren

In-Situ-Verfahren in der gesättigten Zone liegen biologische, chemische oder physikalische Prozesse zugrunde und können wie folgt eingeteilt werden:

- Biologische Verfahren
 - Stimulierung eines aeroben oxidativen Schadstoffabbaus durch Zugabe von Sauerstoff (z. B. über Lanzen, H_2O_2 , iSOC, ORC, Oxytec, Oxywall)
 - Stimulierung eines anaeroben Abbaus durch Zugabe von Elektronenakzeptoren (z. B. Nitrat)
 - Stimulierung einer anaeroben LHKW-Abbaus (reduktive Dechlorierung, z. B. Melasse)
 - Stimulierung eines aeroben LHKW-Abbaus (Methan-Biostimulation)

- Chemische Verfahren
 - In-situ-chemische-Oxidation (u. a. Permanganat, Persulfat, Fentons Reagenz)
 - In-situ-chemische Reduktion (u. a. Nanoeisen)
- Physikalische Verfahren
 - Air-Sparging
 - Alkohol-Spülung
 - Tensidspülung, Mikroemulsion
 - Thermische Verfahren (z. B. TUBA, THERIS)

Aus Abbildung 2 geht hervor, dass in Nordrhein-Westfalen überwiegend biologische In-situ-Verfahren eingesetzt wurden bzw. werden (17 Fälle = 59 %) und hier vorwiegend die Zugabe von Sauerstoff und Nährstoffen zur Unterstützung des aeroben Abbaues. Der anaerobe Abbau von LCKW wurde bzw. wird in 4 Fällen mit Hilfe eines Co-Substrates unterstützt.

In 7 Fällen (24 %) kamen bzw. kommen physikalische Verfahren zum Einsatz. Darin sind zwei Tensidfälle und drei Anwendungen von Air-sparging enthalten.

Es wurden 5 Fälle mit chemischen Verfahren gemeldet (17 %). Dabei handelt es sich um die In-situ-chemische Oxidation mittels Permanganat (4 Fälle) und um einen Fall mit Einsatz der In-situ-chemischen Reduktion mit Nanoeisen.

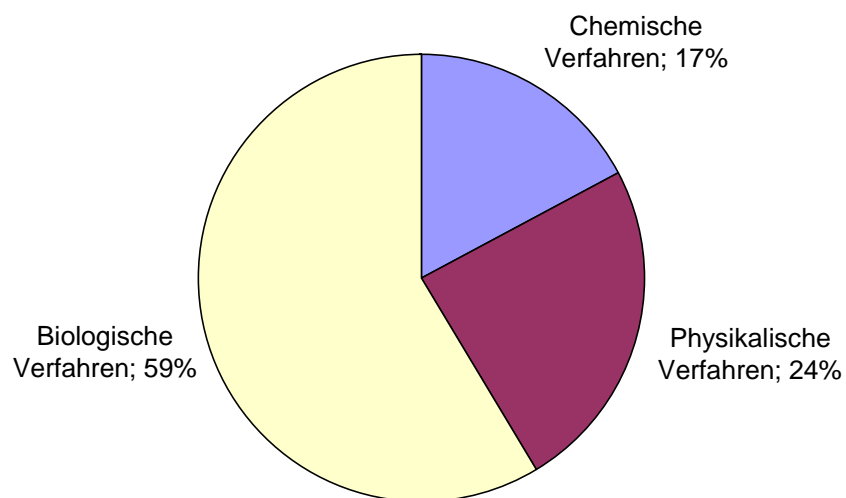


Abb. 2: Prozentualer Anteil der eingesetzten In-situ-Verfahrensgruppen (Datengrundlage: 29 Fälle)

3.2.3 Anwendungsstand

9 der 29 Fälle waren zum Zeitpunkt der Bestandsaufnahme abgeschlossen, 2 Fälle im Stadium der Planung und der überwiegende Teil (16 Fälle) in der Durchführung befindlich. In 2 weiteren Fällen wurde der Einsatz der In-situ-Technologie abgebrochen (Abb. 3).

Die abgeschlossenen Anwendungen verteilen sich über alle drei Verfahrensgruppen:

- Chemische Verfahren: 2 Fälle
- Physikalische Verfahren: 4 Fälle
- Biologische Verfahren: 3 Fälle

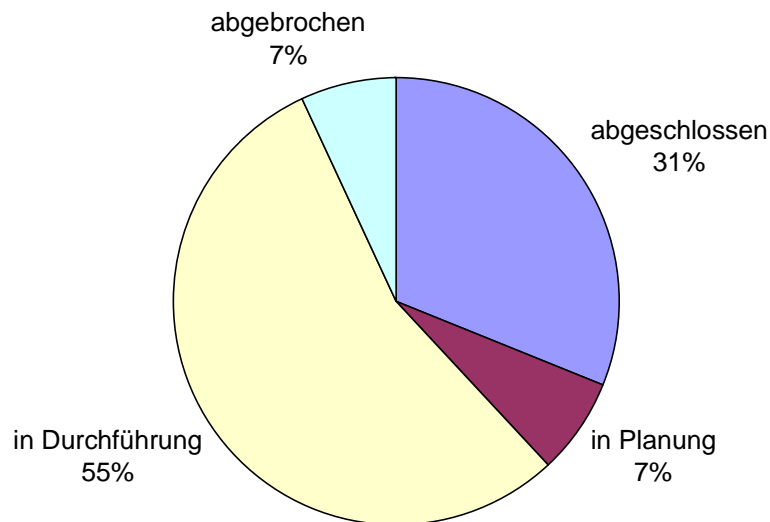


Abb. 3: Prozentualer Anteil des Anwendungsstandes der eingesetzten In-situ-Verfahren (Datengrundlage: 29 Fälle)

3.3 MNA-Konzepte

3.3.1 Schadstoffe

Von den zuständigen Behörden wurden im Rahmen der Bestandsaufnahme 17 Fälle mit MNA-Konzepten gemeldet.

Aus der Abbildung 4 gehen die bei Fällen mit MNA-Konzepten relevanten Schadstoffe hervor. Mischkontaminationen wurden jeweils als Gruppe erfasst, da die Kombinationen von Schadstoffen in vielen Fällen ähnlich waren. In 58 % (10 Fälle) der 17 Fälle liegt eine Kombination aus PAK und BTEX bzw. weiteren Schadstoffen vor. In 24 % (4 Fälle) war die maßgebende Schadstoffgruppe LCKW.

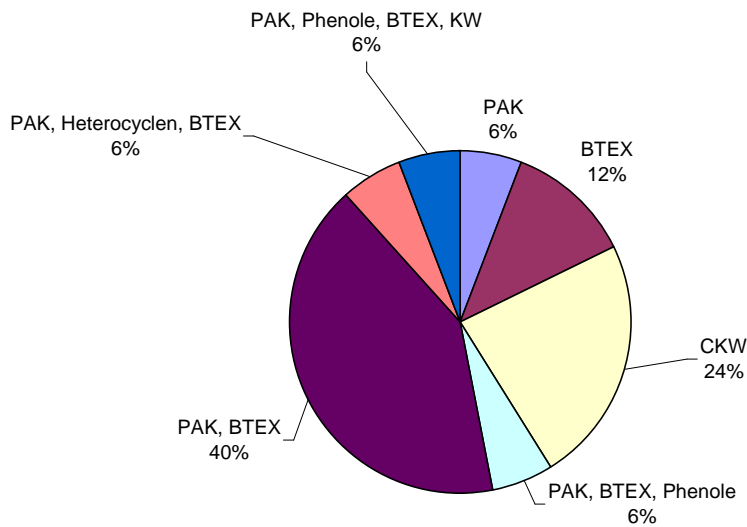


Abb. 4: Darstellung der relevanten Schadstoffe bei MNA-Konzepten (Datengrundlage: 17 Fälle)

3.3.2 Prozesse

Die Konzentrationsabnahme im Grundwasser kann auf frachtreduzierende Prozesse (wie biologischer Abbau, chemische Transformation, Sorption) und verdünnende Prozesse zurückzuführen sein. Gemäß dem Positionspapier der LABO sollte für ein MNA-Konzept die Gesamtheit der frachtreduzierenden Prozesse den maßgeblichen Anteil an der Schadstoffminderung darstellen, während verdünnende Prozesse nur eine untergeordnete Rolle spielen dürfen. Bei der überwiegenden Anzahl der hier betrachteten Fälle wurden frachtreduzierende Prozesse (biologischer Abbau: 10 Fälle, Sorption: 1 Fall) als dominierende Prozesse genannt (Abb. 5), allerdings wurden in 35 % (6 Fälle) die maßgebenden Prozesse noch nicht ermittelt.

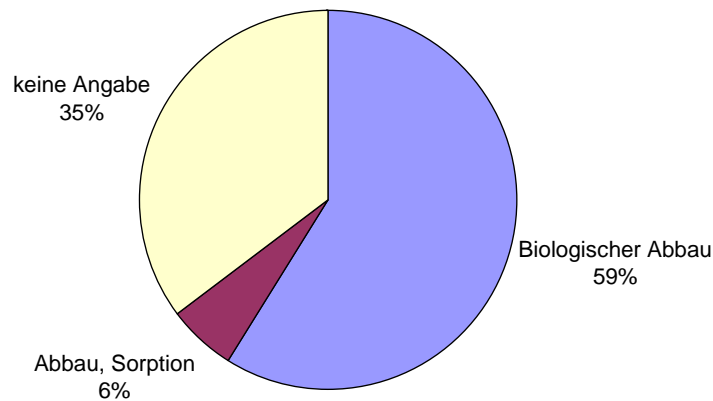


Abb. 5: Darstellung der relevanten Prozesse bei MNA-Konzepten
(Datengrundlage: 17 Fälle)

3.3.3 Sonstige Ergebnisse der Bestandsaufnahme von MNA-Konzepten

MNA-Konzepte werden erst seit wenigen Jahren geplant oder umgesetzt. Da es sich um lang laufende Maßnahmen handelt, liegen noch keine abgeschlossenen Fälle vor. In Nordrhein-Westfalen wurden neben 10 laufenden Fällen mit MNA-Konzepten 7 geplante MNA-Konzepte erfasst.

Der große Anstieg der MNA-Konzepte 2009 gegenüber 2007 lässt sich auch mit dem Abschluss und den inzwischen vorliegenden Leitfäden des KORA-Förderschwerpunktes KORA erklären.

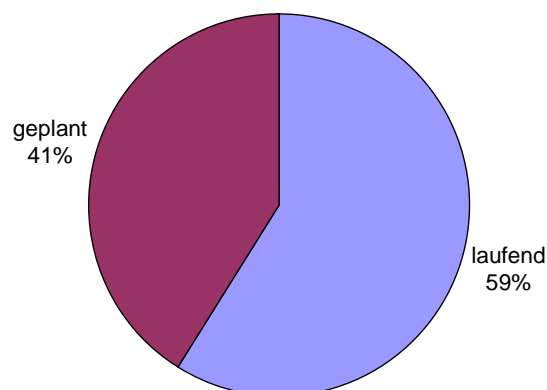


Abb. 6: Darstellung des Anwendungsstandes bei MNA-Konzepten
(Datengrundlage: 17 Fälle)

Laut Positionspapier der LABO ist es für ein MNA-Konzept in der Regel notwendig, die Schadstoffmenge in und/oder den Austrag der Schadstoffe aus der Quelle durch Sanierungsmaßnahmen zu reduzieren (Quellensanierung). Damit sollen Gefahren für das bisher unbelastete Grundwasser oder für weitere Schutzgüter abgewendet werden und/oder der Zeitraum der Existenz des Grundwasserschadens maßgeblich verkürzt werden. Bei den im Rahmen dieser Bestandsaufnahme erfassten 17 Fällen wurde in 14 Fällen eine Quellen- bzw. Teilquellensanierung durchgeführt oder vorgesehen (Abb. 7). Dabei werden unterschiedliche Verfahren geplant bzw. angewendet, z. B. Auskoffnung, Abdichtung, In-situ-Sanierung, Pump-and-Treat.

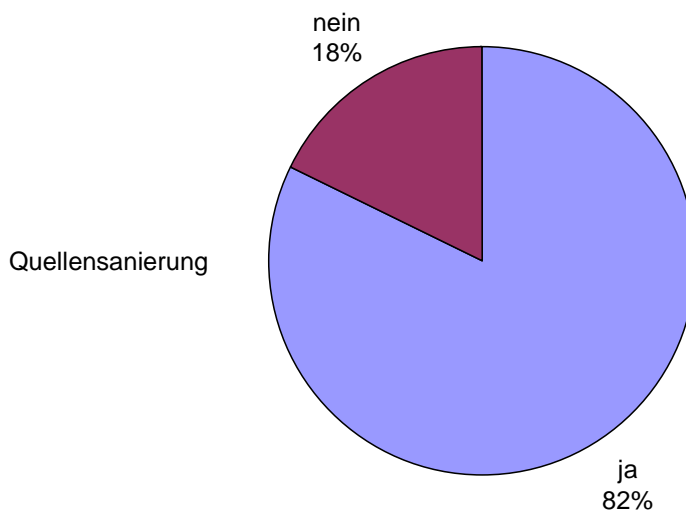


Abb. 7: Darstellung des Anteils von MNA-Konzepten mit und ohne Quellensanierung (Datengrundlage: 17 Fälle)

In der überwiegenden Anzahl (13 Fälle) der 17 Fälle mit MNA-Konzepten liegen gut durchlässige Poren-Grundwasserleiter vor (Abb. 8). In zwei Fällen wird versucht, einen biologischen Abbau u. a. mittels Isotopenfraktionierung in einem Kluftaquifer nachzuweisen.

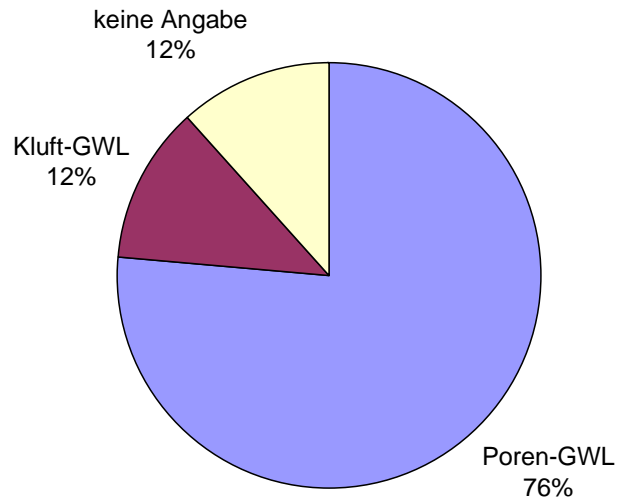


Abb. 8: Darstellung des Aquifertyps bei Fällen mit MNA-Konzepten (Datengrundlage: 17 Fälle)

Da der Nachweis der Wirksamkeit von Natural Attenuation bei der Entscheidung für ein MNA-Konzept noch nicht erbracht ist, wurden in 9 der 17 Fälle im Vorfeld ausdrücklich Rückfalloptionen im Falle des Versagens von MNA formuliert (Abb. 9). Dabei handelt es sich in der Regel um hydraulische Maßnahmen. In den meisten der übrigen Fälle wurden dazu noch keine abschließenden Überlegungen angestellt bzw. Festlegungen getroffen.

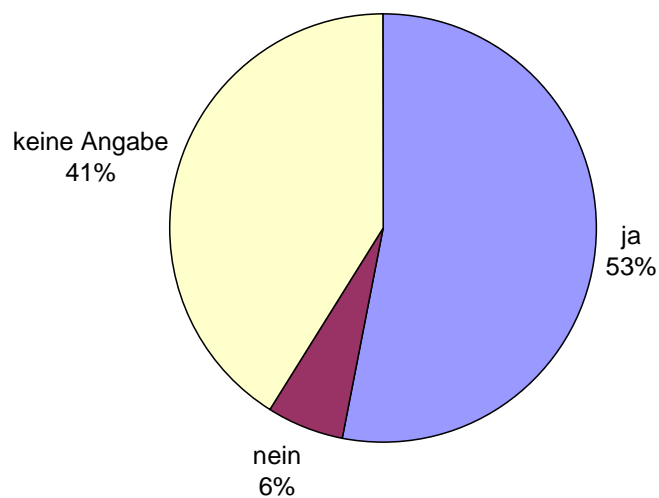


Abb. 9: Darstellung des Anteils von MNA-Konzepten mit und ohne Festlegung von Rückfalloptionen (Datengrundlage: 17 Fälle)

4 Fazit und Perspektiven

Die Entwicklung der Fälle zwischen den Bestandsaufnahmen 2007 und 2009 deutet darauf hin, dass auch in Zukunft mit einem verstärkten Einsatz von In-situ-Verfahren und MNA-Konzepten zu rechnen ist.

Um bei der Konzeption von Maßnahmen Fälle mit ähnlichen Randbedingungen identifizieren und gezielt Erfahrungen erfragen und nutzen zu können, wurde durch den ALA eine bundesweite Bestandsaufnahme von Fällen mit einer Anwendung von In-situ-Verfahren in der gesättigten Zone und MNA-Konzepten durchgeführt.

Da in Deutschland bislang nur vereinzelt über In-situ-Verfahren publiziert wurde und die Ergebnisse und Erfahrungen aus der Anwendung von Verfahren nur in einzelnen Fällen veröffentlicht wurden, hat die LABO im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms folgende Projekte beauftragt:

- Auswertung internationaler Fachliteratur zu In-situ-Anwendungen in der gesättigten Zone bei der Altlastenbearbeitung¹
- Auswertung von Fällen mit In-situ-Anwendungen in der gesättigten Zone bei der Altlastenbearbeitung

Die Projekte wurden fachlich vom LANUV NRW konzipiert und begleitet. Das Projekt „Auswertung internationaler Fachliteratur“ ist abgeschlossen, der Bericht ist verfügbar; die Publikation der Fallauswertung ist für Anfang 2010 vorgesehen.

Die bisherigen Praxiserfahrungen lassen allerdings erkennen, dass sich der Sanierungserfolg nicht immer im gewünschten Maße einstellt. Die Erfolgsaussichten sind abhängig von den Standortrandbedingungen im Einzelfall. Nicht jeder Standort eignet sich für eine In-situ-Sanierung und auch die Art des möglichen Verfahrens ist stark von den Standortrandbedingungen abhängig. Die unterschiedlichen Möglichkeiten und Grenzen der zur Verfügung stehenden Verfahren sind in Verbindung mit den Standortinformationen maßgebliche Kriterien für die Entscheidung über In-situ-Verfahren und die Auswahl eines geeigneten Verfahrens im Einzelfall. Eine sorgfältige Standorterkundung, Sanierungsplanung und Durchführung sind für eine erfolgreiche Anwendung eines In-situ-Verfahrens und den Einsatz eines MNA-Konzeptes erforderlich. Geeignete Instrumente zur Vermittlung dieser Spezialkenntnisse an Sachverständige und zuständige Behörden im Lande sind Fachpublikationen und Fortbildungsmaßnahmen.

¹ LABO (2008): Auswertungen internationaler Fachliteratur zur In-situ-Anwendungen in der gesättigten Zone bei der Altlastenbearbeitung.
http://www.laenderfinanzierungsprogramm.de/cms/WaBoAb_prod/WaBoAb/Vorhaben/LABO/B_1.07/LFP_1_07_Literaturstudie.pdf

Anlage

In der nachfolgenden Übersicht sind die in Nordrhein-Westfalen erfassten Fälle mit In-situ-Verfahren in der gesättigten Zone nach Hauptverfahrensprinzipien gegliedert (Gliederungspunkte 1 bis 3). Die erfassten MNA-Konzepte sind unter dem Gliederungspunkt 4 dargestellt.

Die Angaben spiegeln den Stand vom Mai 2009 wieder, wobei die laufenden Nummern der bundesweiten Zusammenstellung des ALA aus 2007 entnommen wurden. Die im Rahmen der Bestandsaufnahme 2009 neu erfassten Fälle sind unter der Bezeichnung „Neu“ enthalten.

1. Chemische In-situ-Verfahren

Nr.	Verfahren	Schadstoff	Status	Kreis/Stadt NW
1.2	Nanoeisen	LCKW	abgeschlossen	Rhein-Sieg-Kreis
1.3	In-situ-chemische Oxidation mit Natriumpermanganat	LCKW	abgeschlossen	Wesel
1.14	In-situ-chemische Oxidation mit Natriumpermanganat	LCKW	laufend	Bielefeld
Neu3	In-situ-chemische Oxidation mit Kaliumpermanganat	LCKW	laufend	Soest
Neu9	In-situ-chemische Oxidation mit Permanganat	LCKW	laufend	Recklinghausen

2. Physikalische In-situ-Verfahren

Nr.	Verfahren	Schadstoff	Status	Kreis/Stadt NW
2.6	Air-Sparging	KW/BTEX	abgeschlossen	Düsseldorf
2.7	Air-Sparging	BTEX	abgeschlossen	Düsseldorf
2.15	Air-Sparging	LCKW	laufend	Düsseldorf
2.42	Infiltration pH-Wert erhöhender Substanzen, Immobilisierung	Zink	laufend	Düren
2.43	Tenside (physikalisch), anschließend reduktive Dechlorierung (biologisch)	LHKW	laufend	Steinfurt
Neu7	Immobilisierung, Dämmersuspension in Kluft-Aquifer	PAK (EPA + Methylnaphthaline), BTEX, Phenole	abgeschlossen	Bochum
Neu8	Tenside	LHKW	abgeschlossen	Recklinghausen

3. Biologische In-situ-Verfahren

Nr.	Verfahren	Schadstoff	Status	Kreis/Stadt NW
3.12	Einbringen von Sauerstoff und Nährstoffen über Lanzen, Aktivierung der Bodenbiologie mittels Wärme (Heizbrunnen)	MKW, BTEX	abgeschlossen	Oberhausen
3.15	Nitratzugabe	PAK, BTEX	abgeschlossen	Gelsenkirchen
3.16	Infiltration von Natriumnitrat	BTEX, PAK	abgebrochen	Düsseldorf
3.24	Methan-Biostimulation	LCKW	abgeschlossen	Mönchengladbach
3.82	Stimulierung des anaeroben LCKW-Abbaus durch Injektion von Melasse auf der Schadensfläche und Stimulierung des aeroben Abbaus durch Zugabe von Sauerstoff an der Grundstücksgrenze im Abstrom	LCKW	laufend	Borken
3.83	Nitratzugabe	BTEX	laufend	Gelsenkirchen
3.81	Biologische In-situ-Sanierung durch multiplen blasenfreien Gaseintrag (Methan-Biostimulation)	LHKW	laufend	Lippe
Neu1	Nitratzugabe	NH ₄	laufend	Viersen
Neu2	Biocrack	KW	abgebrochen	Viersen
Neu4	Sulfatzugabe	PAK, BTEX	geplant	Dortmund
Neu5	iSOC	BTEX, TBA, MTBE, MKW	laufend	Köln
Neu6	Aerobisierung des GWL	BTEX, MKW	geplant	Köln
Neu10	Zugabe von Sauerstoff	MKW, AKW u. PAK	laufend	Recklinghausen
Neu11	Zugabe von Luftsauerstoff (INSAAN-Verfahren)	BTEX, MTBE, TBA	laufend	Essen
Neu12	iSOC	KW, BTEX	laufend	Hamm
Neu23	Zugabe von H ₂ O ₂	Diphenyloxid und Diphenyl	laufend	Heinsberg
Neu24	Zugabe von H ₂ O ₂ und Nährsalzen	BTEX, PAK	laufend	Duisburg

4. MNA-Konzepte

Nr.	NA-Prozesse bzw. deren Nachweis	Schadstoff	Status	Kreis/Stadt NW
4.1	Biologischer Abbau in verschiedenen Redoxzonen, Sorption	CKW	laufend	Düsseldorf
4.2	Biologischer Abbau über Laborversuche und gutachterliche Beurteilung der Entwicklung der Abbauprodukte	CKW	laufend	Düsseldorf
4.3	Biologischer Abbau in verschiedenen Redoxzonen, sowohl reduktiv als oxidativ	BTEX, PAK	laufend	Düsseldorf
4.4	vollständiger Abbau des Ausgangsstoffes PER in das Abbauprodukt cis DCE	CKW	laufend	Düsseldorf
4.5	biologischer Abbau (im Labor nachgewiesen)	LCKW	laufend	Bocholt
4.6		PAK, BTEX	geplant	Aachen
4.7		PAK, BTEX	geplant	Rhein-Erft-Kreis
Neu13		PAK, Phenole, BTEX, KW	geplant	Viersen
Neu14	NA-Potenzial aufgrund biolog. Aktivität	BTEX	laufend	Köln
Neu15		BTEX	laufend	Köln
Neu16		PAK	geplant	Köln
Neu17	Biologischer Abbau, Verflüchtigung, erhöhte Grundwassertemperaturen (ca. 20 °C) im Hauptschadensbereich	PAK, NSO-Heterozyklen, BTEX	laufend	Bochum
Neu18		PAK (EPA), BTEX	geplant	Bochum
Neu19	Biologischer Abbau, Verflüchtigung	PAK (EPA), BTEX, Phenole	laufend	Bochum
Neu20	Anaerober biologischer Abbau	Monoaromatische (BTEX) und polyzyklische aromatische (PAK) Verbindungen	geplant	Dortmund
Neu21	Anaerober biologischer Abbau	Monoaromatische (BTEX) und polyzyklische aromatische (PAK) Verbindungen	laufend	Dortmund
Neu22	Anaerober biologischer Abbau	Monoaromatische (BTEX) und polyzyklische aromatische (PAK) Verbindungen	geplant	Unna