



Geofakten 29

■ **Boden, Wasser**

Untersuchung von Öl- und Bohrschlammgruben

Engeser, B., Basedow, H.-W. & Lietzow, A.

unter Mitwirkung von Klatt, J., Hollnagel, N.-A., Jäger, C., Engelhardt, G., Scherer, E.,
Stahlhut, N., Delling, N., Simoneit, R., Nitsche, V. & Habighorst, M.

Juni 2015

Die Arbeitshilfe Geofakten 29 soll die Untersuchungen von Öl- und Bohrschlammgruben in Anlehnung an das Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) beinhalten bis hin zur Gefährdungsabschätzung und einer Feststellung, ob eine Gefahr für die zu betrachtenden Wirkungspfade vorliegt oder ausgeschlossen werden kann.

Erfassung, historische Erkundung, Plausibilitätsprüfung, betroffene Wirkungspfade, Gefahrenverdacht, Feststellung/Ausschluss einer Gefahr/eines Schadens.

1. Veranlassung

Im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz (03/2015) hat das LBEG unter Mitwirkung der Unteren Bodenschutzbehörden der Landkreise Diepholz, Rotenburg (Wümme) und Celle sowie des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung e. V. (WEG), unterstützt durch Vertreter der Mitgliedsunternehmen, eine Arbeitshilfe zur Untersuchung von Öl- und Bohrschlammgruben erstellt. Die Arbeitshilfe soll den Unteren Bodenschutzbehörden fachliche Hinweise zur Durchführung einer Gefährdungsabschätzung für die im Auftrag des Umweltministeriums erfassten Standorte (s. Kap. 2) bezüglich der relevanten Wirkungspfade Boden–Mensch, Boden–Nutzpflanze und Boden–Grundwasser geben. Die Gefährdungsabschätzung wird mit dem Ziel durchgeführt, für die erfassten Standorte eine Gefahr bzw. einen Schaden für die relevanten Schutzgüter entweder festzustellen oder auszuschließen.

2. Aktueller Stand der Erfassung von Bohr- und Ölschlammgruben

Im Rahmen einer Recherche der Landesarbeitsgruppe „Bohrschlamm“ wurden durch Umfragen bei (vormaligen) Betreibern und den Unteren Bodenschutzbehörden sowie durch interne Recherchen ca. 1300 potenzielle Standorte gemeldet (einschließlich aller Doppelnennungen). Nach Abgleich und Prüfung der Daten wurden 558 Verdachtsflächen (Stand 08.05.2015) ermittelt. Die Informationen können in „Phase 1: Historische Erkundung/Erstbewertung“ (s. Kap. 4.2) genutzt werden.

3. Charakterisierung von Bohr- und Ölschlammgruben

3.1 Kategorisierung

In Niedersachsen werden Kohlenwasserstoffe (Erdöl und Erdgas) seit den 1850er Jahren gefördert. Schon damals wurden einfache Gruben zur Ablagerung von Grabungs- oder Bohrrückständen genutzt. Abhängig von Tiefe und Bohrlochdurchmesser fallen pro Tiefbohrung ca. 1000–8000 m³ (DÖRHÖFER & DARGEL 1998) Bohrschlämme an. Anfangs war es gängige Praxis, neben jeder Tiefbohrung eine oder mehrere kleine „Schlammgruben“ anzulegen, sofern die Rückstände nicht sofort verwertet wurden. Aufgrund gestiegener Anforderungen an die Qualität der Ablagerung wurde später zunehmend dazu übergegangen, die Grabungs- oder Bohrrückstände auf größeren Zentralschlammgruben mit mehreren Kammern einzulagern. Fallweise wurden die Rückstände auch gemeinsam mit anderen Abfällen entsorgt und in Bauschutt- oder Siedlungsabfalldeponien eingelagert (Mischgruben).

Bohr- und Ölschlammgruben können hinsichtlich ihres Stoffinventares in drei Kategorien eingestuft werden:

Bohrschlammgruben sind Einrichtungen, in denen hauptsächlich nicht oder nur gering mineralöhlhaltiger Bohrschlamm (< 5 %), der beim Niederbringen von Bohrungen anfiel, abgelagert wurde. Als Bohrschlamm werden verbrauchte, nicht wiederverwertbare Bohrspülungen, Bohrspülungsreste und Bohrklein bezeichnet. Unter Bohrklein werden die erbohrten und vom Spülungskreislauf abgetrennten Feststoffe verstanden, die in ihrer Zusammensetzung den durchbohrten Gesteinsfor-

mationen entsprechen und, bedingt durch die anhaftende Spülung, Anteile an Spülungschemikalien enthalten.

In den Anfangsjahren wurden bei einigen Gruben die kammerseitigen Böschungen und die Sohle mit Ton-Süßwasserspülungen abgedichtet. Aufgrund ihres Bentonitgehaltes sollten Ton-Süßwasserspülungen einen Dichtungseffekt gewährleisten. Später wurden bei der Neuerrichtung von Grubenkammern i. d. R. verschweißte Kunststoffdichtungsbahnen für die Böschungsabdichtung verwendet.

Nach Stilllegung wurden die Bohrschlammgruben anfangs durch Stabilisierung (ggf. auch mit Vlies) und einfacher Überdeckung mit Boden für die Rekultivierung vorbereitet. Später wurden zunehmend Oberflächenabdichtungen mit mineralischer Dichtung und/oder Kunststoffdichtungsbahnen aufgebracht.

Ölschlammgruben sind Einrichtungen, in denen Öl und ölhaltige Rückstände aus der Exploration und Produktion von Erdöl und Erdgas gelagert und/oder feste von flüssigen Bestandteilen getrennt wurden. Für einige Gruben bestanden Vereinbarungen über die Einlagerung von ölhaltigen Abfällen aus anderer Herkunft (beispielsweise ölverschmutzte Böden und Wässer nach Unfällen).

Bei Ölschlammgruben wurde wegen des höheren Gefährdungspotenzials in einigen Fällen eine Basisabdichtung mit Verwendung von Kunststoffdichtungsbahnen und/oder mineralischer Dichtung eingebaut.

Ölschlammgruben werden seitens der Bergbehörde seit 1987 (OBERBERGAMT CLAUSTHAL-ZELLERFELD 1987) nur noch als zeitlich befristete Einrichtungen angesehen, die in der Regel spätestens mit Ende des Betriebes vollständig zu entfernen sind.

In **Mischgruben** wurden neben siedlungstypischen Abfällen wie Bodenaushub, Bauschutt, Hausmüll, Gewerbeabfällen, park- und forstwirtschaftlichen Abfällen auch Öl- und Bohrschlamm eingebracht. Mischgruben wurden seit 1985 im Rahmen des Altlastenprogramms als Altablagerungen erfasst, bewertet und teilweise untersucht.

3.2 Stoffinventar

Das Stoffinventar von Bohr- und Ölschlammgruben wird durch die Art der eingelagerten Rückstände bestimmt (Tab. 1). Mengenmäßig von besonderer Relevanz sind Bohrschlämme bzw. Bohrspülungen.

Tab. 1: Rückstandsarten (DÖRHÖFER & DARGEL 1998).

Art der Rückstände	Inhaltsstoffe
Bohrspülungen: Ton-Süßwasser-, Ton-Salzwasser-, Ton-Kreidespülungen	wasserbasierte Spülungen mit Spülmittelzusätzen (Beschwerungsmittel, Viskositätsregulatoren, pH-Regulatoren, Tenside, Entschäumer, Verflüssiger zur Feststoffdispersion, Biozide)
Bohrklein	erbohrte, vom Spülmittelkreislauf abgetrennte Feststoffe aus dem durchbohrten Gestein
Bohrschlamm	verbrauchte Spülungen, Spülmittelreste und Bohrklein
Zementschlamm	aus der Zementation von Rohrtouren oder Verfüllung von Bohrungen
Polymerabfälle	Spülmittelreste und Flutungswässer mit polymeren Zuschlagstoffen
Ölschlamm	Gemisch aus > 5 % bis max. 50 % Rohöl und Sand/Schluff
Ölsand, Ölboden, rohölverunreinigter Boden	Sand/Schluff mit < 5 % Rohöl, (enthalten PAK, BTXE, Phenole, Aldehyde, Alkylbenzole)
Salz- und Schmutzwasser	mit Öl, Salzen und anderen Stoffen verunreinigte Wässer (Lagerstättenwässer, Tenside, Öle, Fette)
Kondensat	leichtes, niedrig viskoses Öl aus der Gasförderung
Eisenschlamm	Ausfällungen mit bis zu 20 % FeOOH; enthalten u.a. Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , Na, K, Mg, Mn
Säurewasser	nach Säuerung aus dem Bohrloch geförderte Flüssigkeit (anorganische und organische Säuren, NaI, N ₂ und CO ₂)

3.2.1 Bohrspülungen

3.2.1.1 Definition

Bohrspülungen sind fließfähige Suspensionen aus einer flüssigen Phase (Wasser oder Öl bzw. Wasser-in-Öl-Emulsion und einer Feststoffphase (Tone, Beschwerungsmittel, Bohrklein), deren Eigenschaften entsprechend den bohrtechnischen Anforderungen durch spezielle Additive gezielt eingestellt werden. Bohrspülungen sind daher in der Regel komplexe Vielstoffsysteme. Entsprechend der Art der Flüssigphase werden wasserbasierte und ölbasierte Spülungen unterschieden.

Bohrspülungen werden im Kreislauf gefahren und an der Bohranlage aufbereitet. Zielsetzung der Aufbereitung ist es, das erbohrte Gesteinsmaterial abzutrennen und die Spülung wiederzuverwenden. Hierzu werden so genannte Feststoffkontrollrichtungen (Schüttelsiebe, Hydrozyklone und Zentrifugen) eingesetzt. Bohrklein und verbleibende, anhaftende Flüssigkeitspartikel werden dann als Bohrschlamm entsorgt.

Ölspülungen wurden ebenfalls bereits in den 60er Jahren zur Wiederverwendung aufbereitet. Seit den 80er Jahren werden Ölspülungen von Spezial-

firmen angeliefert, abgeholt und wieder aufbereitet bzw. entsorgt. Auf Grund der hohen Kosten (gegenüber anderen Spülungstypen) wurden Ölspülungen nur eingesetzt, wenn dies technisch zwingend erforderlich war.

3.2.1.2 Wasserbasierte Spülungen

Seit jeher und bis heute unverändert kommt den wasserbasierten Spülungen die weitaus größte Bedeutung zu. Wasserbasierte Bohrspülungen bestehen zu 65 bis 95 % aus Wasser und zu 5 bis 35 % aus Feststoffen (hauptsächlich Bohrklein, Tone und Beschwerungsmittel). Die Hauptzusatzstoffe (Additive) in Bohrspülungen haben sich in dem für den Betrieb von Bohrschlammgruben maßgeblichen Zeitraum grundsätzlich kaum geändert und umfassen bis heute im Wesentlichen Tone, Polymere, Beschwerungsmittel (Einstellung der Dichte), Dispergiermittel und Verflüssiger (s. Tab. 2). Bei wasserbasierten Spülungen werden Ton-Süßwasserspülungen und Ton-Salzwasserspülungen unterschieden (STRUCKMEYER-MÖLLER & SCHREER 1994). Wasserbasierte Bohrspülungen werden in der Regel auf einen alkalischen pH-Bereich von 8 bis 11 eingestellt.

Tab. 2: Additive für wasserbasierte Bohrspülungen (Hauptkomponenten, keine vollständige Auflistung).

Gruppe/Funktion	chemische Komponente
Einstellung des Fließverhaltens, Einstellung des Filtrationsverhaltens (Filterkuchenbildung)	Bentonit, Attapulgit, Sepiolith, MgO, Kieselsäure
Polymere (Schutzkolloide und Einstellung des Fließverhaltens)	Stärke, Carboxymethylcellulose (R-CH ₂ COOH), PAC, Polyacrylamide, Vinylsulfonat/Vinylamid u. a.
Beschwerungsmittel	BaSO ₄ , Fe ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄ , Pb ₃ O ₄ , FeTiO ₃
Verflüssiger	Tannate, Phosphate, Lignosulfonate
Salze	NaCl, KCl, MgCl ₂ , CaCl ₂
Entschäumer	Polyalkohole, Silikone
Korrosionsinhibitoren	Amine
pH-Regulatoren	NaOH, KOH, Ca(OH) ₂ , Na ₂ CO ₃ , K ₂ CO ₃
abdichtende Stoffe	Sägemehl, Holzspäne, Torf, Nussschalen, Muschelschalen, Glimmer
Sauerstoffentferner	Na ₂ SO ₃
H ₂ S-Binder	Zn-Verbindungen
Biozide	

Additive für wasserbasierte Spülungen

Tone

Nahezu jede Bohrspülung enthält Tone mit Gehalten von bis zu 5 Gew.-%. Am häufigsten eingesetzt wird Bentonit; insbesondere bei höheren Lagerstättentemperaturen sind Attapulгите und Sepiolithe geeignete Alternativen, ebenso wie Magnesiumoxide und hochdisperse Kieselsäure.

Polymere

Polymere sind praktisch in allen wasserbasierten Spülungen zur Einstellung der Fließeigenschaften und des Filtrationsverhaltens enthalten. Man unterscheidet native (natürliche) Polymere wie Stärke, Guar Gum oder Biopolymere wie Xanthan, halbsynthetische (chemisch modifizierte) Polymere wie Carboxymethylcellulose (CMC), Carboxymethylhydroxyethylcellulose (CMHEC) oder Hydroxyethylcellulose (HEC) und vollsynthetische Polymere wie Polyacrylate, Polyacrylamide, Vinylsulfonat/Vinylamide und verschiedene Copolymere. Insbesondere CMC dient auch als Schutzkolloid zur Aufrechterhaltung der kolloidalen Eigenschaften der Spülung und zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegenüber Temperatur und Salzwasser.

Beschwerungsmittel

Eine wesentliche Aufgabe der Bohrspülung besteht darin, den Gebirgs- bzw. Lagerstättendruck zu kompensieren, um das Eindringen von Gas oder Flüssigkeit aus dem Gebirge in das Bohrloch zu verhindern. Die dazu notwendige Dichte der Spülung wird durch die Zugabe von inerten, feindispersen Beschwerungsmitteln erreicht. Insbesondere bei erforderlichen hohen Dichten wird dazu häufig Schwerspat (BaSO_4) verwendet, alternativ kommen Eisenoxide (Fe_2O_3 , Fe_3O_4) und Ilmenit (FeTiO_3) zum Einsatz, früher zum Teil auch Bleimennige (Pb_3O_4).

Verflüssiger

Bei hochbeschwerten Spülungen müssen Dispergiermittel zugegeben werden (max. 1 Gew.-%), um die Suspension fließfähig zu halten. Früher wurden dazu auch Tannate und Phosphate eingesetzt, seit etwa den 1960er Jahren verdrängt durch die temperaturbeständigeren Lignosulfonate (früher auch chromhaltige Salze der Ligninsulfonsäure, einem wasserlöslichen, anionischen Polymer).

Salze

Ton-Salzwasser-Spülungen werden eingesetzt, wenn Salzformationen oder salzwasserführende

Gesteinsschichten zu durchbohren sind. Die notwendige Salzkonzentration – u. U. bis zur Sättigungsgrenze – wird durch Zugabe von NaCl, ggf. auch KCl, MgCl_2 oder Kalziumsalzen erreicht.

Sonstige Additive

Neben den genannten Hauptzusatzstoffen gibt es für spezielle Anwendungsfälle weitere Additive, um bestimmte Eigenschaften der Spülung zu erreichen. Diese Komponenten kommen jedoch nur individuell und zumeist in sehr geringen Konzentrationen unter 0,1 Gew.-% vor. Hierzu gehören Entschäumer (Polyalkohole, Silikone, Tributylphosphat), Korrosionsinhibitoren (Amine), pH-Regulatoren (NaOH, KOH, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, Natriumkarbonat, Pottasche), Biozide, Sauerstoffentferner (Natriumsulfit) und früher auch H_2S -bindende Mittel bei Sauggasbohrungen (Zinkverbindungen). Zur Vermeidung von Spülungsverlusten können zudem situationsbedingt mechanisch wirkende Abdichtmaterialien zum Einsatz kommen (Sägemehl, Holzspäne, Torf, Nusschalen, Muschelschalen, Glimmer u. ä.).

3.2.1.3 Ölbasierte Spülungen

Unter bestimmten Bedingungen können wasserbasierte Spülungen nicht eingesetzt werden. Derartige Anwendungsfälle sind z. B. das Durchbohren wasserempfindlicher, stark quellender Tonformationen, Bohrungen mit hohen Drücken oder hohen Temperaturen sowie das Durchteufen von massiven Salzformationen. In diesen Fällen werden ölbasierte Spülungen verwendet. Bei ölbasierten Spülungen besteht die Flüssigphase aus Öl bzw. in den meisten Fällen aus einer Emulsion aus Öl und Wasser, wobei das Öl die äußere Phase der Emulsion bildet und das Wasser im Öl emulgiert ist (sogenannte Invert-Emulsionen). Ölbasierte Spülungen können bis zu 70 % emulgiertes Wasser enthalten. Ölbasierte Emulsionssysteme erfordern spezielle Chemikalien zur Stabilisierung der Emulsion (Emulgatoren, Fettsäuren) und speziell behandelte Bentonite (ölbenetzt) zur Einstellung der rheologischen Eigenschaften. Die Bentonite werden dazu mit speziellen Chemikalien (quartäre Amine) vorbehandelt. Als Basisöle wurden früher hauptsächlich Mineralöl und Diesel verwendet. Aufgrund der höheren Anforderungen an die Umweltverträglichkeit werden seit den 1980er Jahren zunehmend aromatenarme oder aromatenfreie paraffinbasierte Öle oder auch synthetische Öle (beispielsweise Ester oder Äther) eingesetzt.

Tab. 3: Additive für ölbasische Bohrspülungen (Hauptkomponenten, keine vollständige Auflistung).

Gruppe/Funktion	Chemische Komponente
Öl-Spülung: 50–90 % (üblicherweise Emulsion von Wasser in Öl)	<ul style="list-style-type: none"> • früher Mineralöl, Diesel, Lagerstättenöl; Aromaten-Anteil < 5 %, • heute Paraffine, Ester oder synthetische Öle mit einem Aromaten-Anteil bis nahezu 0 % (WGK 1).
Ölemulsionsspülung: 5–25 % in gut aufbereitete Tonspülung (findet heute keine Anwendung mehr)	<ul style="list-style-type: none"> • Gasöl
Einstellung des Fließverhaltens, Einstellung des Filtrationsverhaltens	Bentonit (vorbehandelt mit quartären Aminen) u. a. (s. wasserbasierte Komponenten)
Polymere (Schutzkolloide und Einstellung des Fließverhaltens)	Fettsäurederivate, Carboxymethylzellulose (CMC)
Salze	NaCl, CaCl ₂
Emulgatoren	Fettsäurederivate, Salze von Fettsäuren, z. B. Talkölseife, Amine, andere Emulgatoren
Beschwerungsmittel	Schwerspat, Bariumsulfat (BaSO ₄), Kalziumkarbonat (CaCO ₃)
Benetzungsmittel	Fettsäurederivate, Emulgatoren/oberflächenaktive Substanzen
pH-Regulatoren	NaOH, KOH, Ca(OH) ₂ , Na ₂ CO ₃ , K ₂ CO ₃

4. Bearbeitungsablauf

4.1 Vorgehensweise

Ausgangspunkt der Bearbeitung ist die im Rahmen der Erfassung (Phase 0) erstellte Liste (s. Kap. 2).

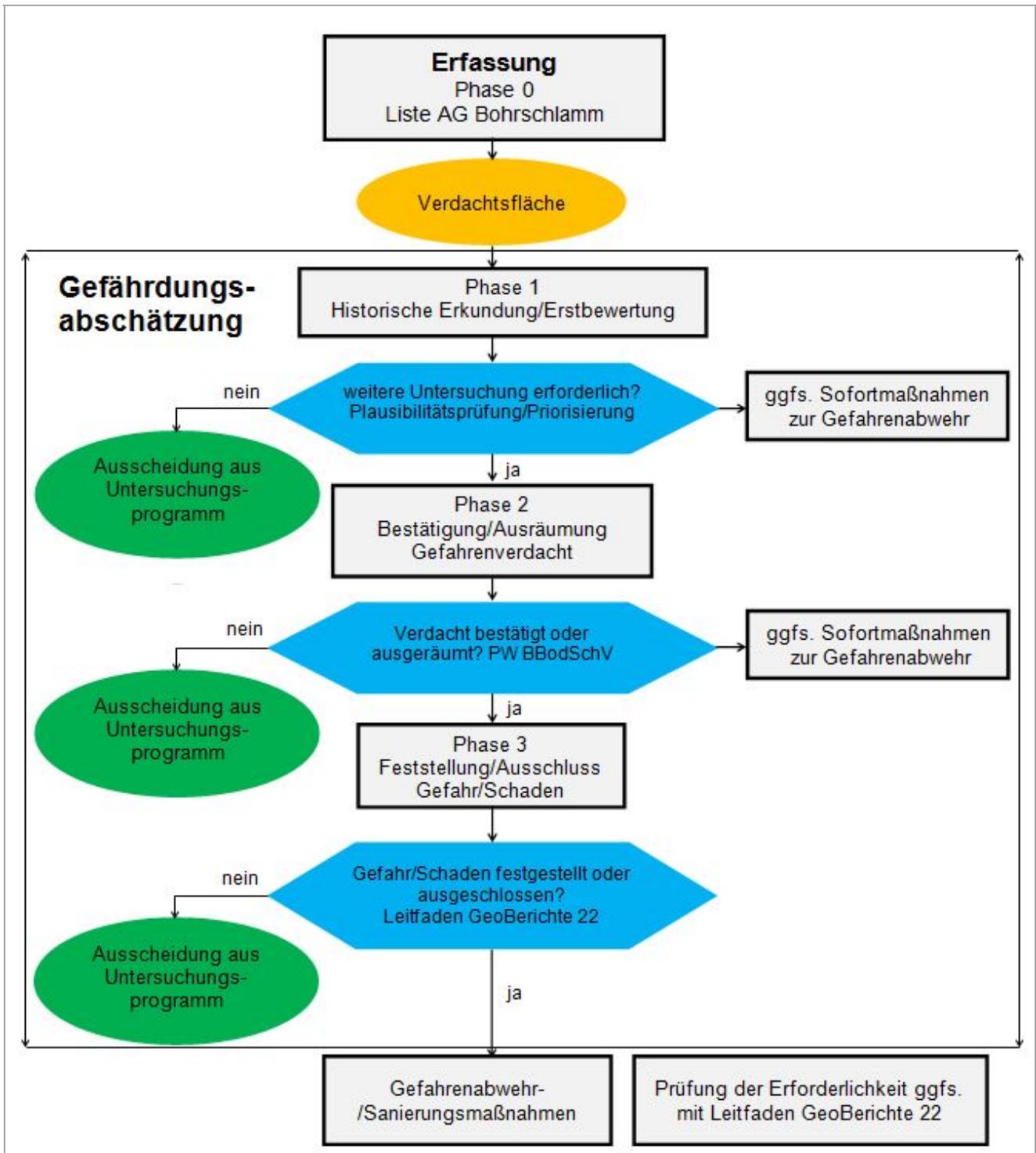


Abb. 1: Bearbeitungsablauf für Verdachtsflächen für Bohr- und Ölschlammgruben (Gefährdungsabschätzung).

Die Durchführung der Gefährdungsabschätzung für Verdachtsflächen für Bohr- und Ölschlammgruben erfolgt gestuft in drei Phasen:

- Phase 1: Historische Erkundung/Erstbewertung,
- Phase 2: Bestätigung/Ausräumung des Gefahrenverdacht,
- Phase 3: Feststellung/Ausschluss einer Gefahr.

Der generelle Bearbeitungsablauf für die einzelnen Standorte erfolgt in Anlehnung an das vom Umweltbundesamt (UBA o. J.) veröffentlichte Ablaufdiagramm (Abb. 1) Nach jeder Phase wird geprüft, ob ein weiterer Untersuchungsschritt notwendig ist.

4.2 Phase 1: Historische Erkundung/Erstbewertung

4.2.1 Zielsetzung

Die Erstbewertung dient einer ersten wirkungspfadbezogenen Risikoabschätzung und Gefahrenbewertung. Ergebnis der Erstbewertung sollte sein, ob die in der Erfassungsliste aufgeführten Standorte plausibel sind (ist die Grube z. B. überhaupt vorhanden oder bereits geräumt), ob ausreichende Anhaltspunkte für einen Gefahrenverdacht i. S. v. § 3 Abs. 1 und 2 Bundesbodenschutzverordnung (BBODSCHV 1999) vorliegen, so dass weitere Untersuchungen zur Bestätigung bzw. Ausräumung des Gefahrenverdacht (Phase 2) oder Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr erforderlich sind. Liegen keine ausreichenden Anhaltspunkte vor, kann der Standort aus der weiteren Bearbeitung ausgeschieden werden.

4.2.2 Historische Erkundung

Die historische Erkundung wird nach Aktenlage ohne Durchführung technischer Untersuchungen (Beprobung/Analytik) durchgeführt. Die Ergebnisse werden in einem Bericht dokumentiert. Im Anschluss erfolgt die Erstbewertung.

Die historische Erkundung umfasst die nachfolgend aufgeführten Arbeitsschritte. Sofern Informationen bereits im Rahmen der Erfassung (s. Kap. 2) erhoben wurden, können diese berücksichtigt werden. Detaillierte fachliche Hinweise zu den einzelnen Schritten können dem Merkblatt Altlasten 3 „Historische Erkundung von Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen“ des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz (LFU 2002) entnommen werden.

Aktenrecherche zur Nutzungsgeschichte

Ziel ist die möglichst detaillierte Darstellung der Nutzungsgeschichte der Verdachtsfläche (Eigentums-/Besitzverhältnisse, Vornutzung vor Nutzung als Bohr- bzw. Ölschlammgrube, Einlagerungshistorie/Stoffinventar, Maßnahmen nach Stilllegung der Grube, Nachnutzung bzw. aktuelle Nutzung). Bereits vorliegende objektspezifische Gutachten, aber auch ggf. vorhandene Einzeluntersuchungsergebnisse oder Prüfberichte sind auszuwerten.

Bodenkundliche, geologische, hydrogeologische und hydrologische Standortgegebenheiten

Zur Erhebung der bodenkundlichen, geologischen, hydrogeologischen und hydrologischen Standortgegebenheiten können zunächst die vorhandenen Kartenwerke herangezogen werden. Sofern verfügbar, sind darüber hinaus standortbezogene Untersuchungen und Gutachten auszuwerten.

Besonders relevante Informationen sind z. B.:

Bodenkunde

Beschreibung der Böden, räumliche Abgrenzung von Bodeneinheiten (Bodenkarte), Charakterisierung der Bodeneinheiten mittels Profil- und/oder Legendenbeschreibung durch Angaben zu/zur/zum Bodentyp, Bodenart, Horizontierung, Humusgehalten, Kationengehalten.

Geologie

Beschreibung der Topographie, Überblick über die regionale Geologie, Profile von Bohrungen und Sondierungen.

Hydrogeologie/Hydrologie

Allgemeine hydrogeologische und hydrologische Verhältnisse, Bestandsaufnahme zu bestehenden Grundwassermessstellen und -untersuchungen, Grundwasseraufschlüssen auf und im Umfeld des Standorts, Informationen zu Grundwasserflurabstand, Grundwasserfließrichtung, Aquiferparameter, Grundwasserstockwerksgliederung, Lage des Standortes zum Vorfluter oder stehenden Gewässern, Lage des Standortes bezüglich Schutz- oder Vorranggebieten bzw. sonstigen Grundwassernutzungen.

Karten und Luftbilder

Die Auswertung von Karten aus unterschiedlichen Zeiträumen (multitemporale Auswertung) kann wertvolle Hinweise auf Veränderungen im Landschaftsbild oder bauliche Veränderungen im Bereich der Verdachtsfläche erbringen.

Besonders geeignet und oft die einzige Information zu Lage und Verfüllungszeitraum ist die Luftbildauswertung. Sofern verfügbar, sollten Luftbilder kurz vor Beginn und nach Abschluss der Verfüllung in die Auswertung einbezogen werden. Der Zeitpunkt der Einrichtung einer Bohrschlammgrube lässt sich gut ermitteln, wenn bekannt ist, welcher Bohrung sie zuzuordnen ist. Soweit diese Bohrung in der Bohrdatenbank des LBEG erfasst ist, kann der Zeitpunkt des Abteufens ermittelt werden. So ist wiederum eine gezielte Suche nach geeigneten Luftbildern möglich. Soweit das betreffende Erdölfeld in den dreißiger bis fünfziger Jahren des 20. Jahrhunderts erschlossen wurde, bieten sich alliierte Luftbilder, insbesondere des JARIC-Bestandes (Joint Air Reconnaissance Intelligence Center) (CARLS & MÜLLER 2004) an. Die Beschaffung ist über das Ingenieurbüro Carls, Würzburg-Estenfeld, www.luftbilddatenbank.de, leicht möglich. Über einen brauchbaren Bestand von Luftbildern verfügt darüber hinaus das Bundesarchiv Koblenz (Bestand des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR-Bestand)); Luftbilder jüngeren Datums können über das Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (LGLN) bezogen werden.

Weitere fachliche Hinweise zur Luftbildauswertung können dem LANUV-Arbeitsblatt 23 „Digitale Luftbildauswertung zur einzelfallbezogenen Erfassung von Altlastverdachtsflächen“ (LANUV 2014) entnommen werden.

Erforderlich ist auch die Prüfung, ob der Standort durch andere Nutzungen in räumlicher Nähe beeinflusst sein könnte (z. B. Industrie, Gewerbe, Altlasten). Besonderes Augenmerk ist auf eine möglicherweise praktizierte, kombinierte Nutzung mit Ablagerung von Siedlungs- oder Gewerbeabfällen oder Bauschutt zu legen.

Zeitzeugenbefragung

Mit der Zeitzeugenbefragung können ggf. neue Erkenntnisse gewonnen sowie bestehende Daten vervollständigt oder bestätigt werden. Als mögliche Zeitzeugen kommen in Frage: ehemalige oder langjährige Mitarbeiter der Betreiberfirmen und Behörden, ehemalige und/oder derzeitige Eigentümer/Pächter, langjährige Anwohner, Archivare, Heimatpfleger, Hobbyhistoriker, ehemalige Forstbeamte und Jäger.

Ortsbegehung

Die Ortsbegehung ist eines der wichtigsten Elemente der historischen Erkundung. Sie wird meist mit Ortskundigen, Eigentümern, Nutzern, Betriebs-

leitern oder auch Zeitzeugen durchgeführt. Die Begehung hat die Aufgabe, die im Rahmen der Archivrecherche und der Zeitzeugenbefragung gewonnenen Erkenntnisse zu verifizieren bzw. zu ergänzen sowie den gegenwärtigen Geländezustand zu erfassen und zusätzlich Informationen, die nicht aus den Akten hervorgehen, aufzunehmen. Relevante Informationen sind insbesondere: Allgemeinzustand des Standorts, Bewuchs und Vegetation, Gewässer, Grundwassermessstellen, aktuell betroffene Schutzgüter, aktuelle Nutzung des Geländes und Nutzung im unmittelbaren Umfeld, Zugänglichkeit des Geländes und der einzelnen Verdachtsbereiche (z. B. Umzäunung), Hinweise auf oberflächlich wahrnehmbare offensichtliche Verunreinigungen oder abgelagerte Stoffe, Hinweise auf Emissionen, z. B. Geruchsemissionen, Sickerwasseraustritte, Mächtigkeit und laterale Ausdehnung der Verdachtsfläche.

Dokumentation

Die Ergebnisse der historischen Erkundung sind in einem Bericht zu dokumentieren. Darin sollen alle bewertungsrelevanten Informationen zu einer Verdachtsfläche oder Teilfläche zusammengefasst und die Informationen aus verschiedenen Quellen abgeglichen und auf Plausibilität geprüft werden. Dies betrifft insbesondere den Vergleich von Plan- oder Kartendarstellungen mit schriftlichen Quellen und Zeitzeugenaussagen.

4.2.3 Erstbewertung Phase 1

Aufgabe der Erstbewertung ist eine einheitliche, transparente und nachvollziehbare Bewertung, ob für eine Verdachtsfläche ausreichende Anhaltspunkte für einen Gefahrenverdacht i. S. v. § 3 Abs. 1 und 2 BBodSchV vorliegen, und damit weitere Untersuchungen zur Bestätigung bzw. Ausräumung des Gefahrenverdacht (Phase 2) erforderlich sind oder nicht.

Kriterien für ein Ausscheiden aus dem Untersuchungsprogramm (gemäß Abb. 1) sind:

- die Schlammgrube ist nicht existent,
- die Schlammgrube wurde geräumt,
- für die Schlammgrube liegt im Ergebnis der Phase 1 ein einzelfallbezogener Gefahreausschluss nachvollziehbar und belegbar vor, z. B. aus vorhandenen Altgutachten und Aktenaufzeichnungen.

4.3 Phase 2: Bestätigung/Ausräumung des Gefahrenverdacht

4.3.1 Zielsetzung

Die Phase 2 beinhaltet i. d. R. standortspezifische technische Erkundungs- und Untersuchungsmaßnahmen (Grundwasser- und Bodenbeprobungen). Zielsetzung der Untersuchungen in Phase 2 ist die Erhebung konkreter Anhaltspunkte für den hinreichenden Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast nach § 3 Abs. 4 BBodSchV. Als Kriterien sind die Prüfwerte der BBodSchV heranzuziehen. Die Untersuchungen sind daher für die Wirkungspfade Boden–Mensch, Boden–Nutzpflanze und Boden–Grundwasser durchzuführen. Ergebnis der Phase 2 ist entweder die Bestätigung des Verdacht und damit die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen (Phase 3) bzw. die Einleitung von Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr oder die Ausräumung des Verdacht und damit die Ausscheidung aus der Bearbeitung, bezogen auf die relevanten Wirkungspfade.

4.3.2 Wirkungspfad Boden – Mensch

Sofern ein Standort hinreichend abgedeckt ist, kann ein Gefahrenverdacht ggf. bereits verbal-argumentativ ohne weitere Untersuchung/Beprobung ausgeschlossen werden. Als Mindestanforderung für eine hinreichende Mächtigkeit einer Abdeckung können 10–35 cm aus Anh. 1 Nr. 2.1 Tab. 1 BBodSchV abgeleitet werden. Auch eine Umzäunung zur Verhinderung unbefugter Zutritte kann für eine verbal-argumentative Bewertung relevant sein.

4.3.3 Wirkungspfad Boden – Nutzpflanze

Sofern ein Standort hinreichend abgedeckt und rekultiviert ist, kann ein Gefahrenverdacht ggf. bereits verbal-argumentativ ohne weitere Untersuchung/Beprobung ausgeschlossen werden. Die Mindestanforderung für die Mächtigkeit einer Abdeckung ist abhängig von den kulturspezifischen Gegebenheiten (Grünland, Ackerbau, Nutzgarten) und der damit korrespondierenden Durchwurzelungstiefe (s. a. Anh. 1 Nr. 2.1 Tab. 1 BBodSchV).

4.3.4 Wirkungspfad Boden – Grundwasser

Nach § 4 Abs. 3 BBodSchV ist für die Bewertung der von Verdachtsflächen ausgehenden Gefahren für das Grundwasser eine Sickerwasserprognose durchzuführen. Diese kann auf Untersuchungen nach Anhang 1 Nr. 3.3 BBodSchV gestützt werden. Für Bohr- und Ölschlammgruben wird insbesondere der Rückschluss oder die Rückrechnung aus Untersuchungen im Grundwasser als geeignete

Verfahren angesehen, da damit schnell und kostengünstig eine Bestätigung oder Ausräumung des Verdacht erreicht werden kann. Im günstigsten Fall genügt bereits eine Grundwasserprobe (beispielweise aus einer Direct-Push-Sondierung oder eines Rammfilterbrunnens), um den Verdacht zu bestätigen oder auszuräumen. In Fällen, bei denen auf Grund der Einlagerungshistorie (vergleichsweise junge Standorte, die erst in den 70er und 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts angelegt wurden) und der Standortbedingungen (großer Flurabstand) das Sickerwasser möglicherweise noch nicht die Grundwasseroberfläche erreicht hat, ist für die Bewertung ggf. eine verbal-argumentative oder quantitative Sickerwasserprognose auf Grundlage einer Quellterm-/Transportbetrachtung (gemäß den Arbeitshilfen LABO OU und DU/ALTEX-1D (LABO o. J.)) durchzuführen.

Die Methode der Grundwasseruntersuchung hat den Vorteil, dass auch eine integrale Bewertung für Standorte (Zusammenfassung von Einzelflächen zu einem Feld bei großer Anzahl von Bohrschlammgruben auf kleiner Fläche) möglich ist, bei denen die Zuordnung zu einzelnen Flächen nicht oder nur mit unverhältnismäßigem Aufwand durchgeführt werden kann.

Für den Rückschluss/die Rückrechnung aus dem Grundwasser ist mindestens eine Beprobung des Grundwassers im unmittelbaren Abstrom eines Standortes möglichst nahe an der Grundwasseroberfläche erforderlich (s. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), Arbeitshilfe OU (LABO o. J.)). Die Untersuchung kann durch einmalige Beprobung mittels temporärer Messstellen (Direct-Push-Verfahren) oder regulärer Messstellen erfolgen.

Voraussetzung für die Anwendung der Methode sind Kenntnisse zur Lage der Grundwasseroberfläche, zur Grundwasserfließrichtung, zu Aquiferdaten (kf-Wert/hydr. Gefälle) und ggf. zur Hintergrundbelastung im Anstrom (erforderlichenfalls durch entsprechende Untersuchungen zu klären). Das in Bohr- und Ölschlammgruben enthaltene Stoffinventar kann bei Durchsickerung mit Niederschlagswasser Stoffe freisetzen, die mit dem Sickerwasser in das Grundwasser gelangen und eine schädliche Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit bewirken können. Bei Anwesenheit von freier fließfähiger Ölphase kann es, abhängig von den Standortbedingungen (Flurabstand, Ölphasenmenge), auch zu einer Verlagerung der Ölphase bis zur Grundwasseroberfläche und zur Ausbildung einer auf dem Grundwasser auf-

schwimmenden Ölphase kommen. Die löslichen Bestandteile der Ölphase können in das Grundwasser übertreten.

Das wesentliche Stoffaustragspotenzial bei Schlammgruben mit ölhaltigen Inhaltsstoffen besteht aus den darin enthaltenen Mineralölkomponenten und den Emulgatoren. Bei den Schlammgruben mit wasserbasierten Spülungen geht das wesentliche Stoffaustragspotenzial von den Salzen, den Polymeren und den pH-Regulatoren aus.

Die GW-Untersuchung in der Phase 2 sollte neben den üblichen Vor-Ort-Parametern (Temperatur, pH-Wert, Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt) daher folgende Leitparameter umfassen:

**Chloride, MKW, BTEX, PAK,
gelöste organische Stoffe (DOC)**

Zielsetzung ist zunächst die Gewinnung von zuverlässigen Hinweisen, ob das Grundwasser im Abstrom einer Verdachtsfläche durch Stoffausträge beeinflusst ist oder sein könnte.

Allerdings lässt sich allein über Untersuchungen des Grundwassers ein abschließender Verdachtsausschluss aus prinzipiellen Gründen nicht in jedem Fall führen. Mögliche Gründe für einen fehlenden Nachweis im Grundwasser sind hohe Verdünnungsfaktoren, Überlagerung mit Belastungen aus dem Anstrom, große Flurabstände oder ein im Vergleich mit der Transportzeit in der ungesättigten Zone zu geringes Alter, so dass Inhaltsstoffe das Grundwasser noch gar nicht erreicht haben. Bei der Untersuchung von Bohrschlammgruben, in denen ton-/salzwasserbasierte Bohrspülrückstände eingelagert wurden, ist besonders zu beachten, dass Sickerwässer mit hoher Chlorid-Salinität entstehen können, die aufgrund der erhöhten Dichte zu einer schnellen Verlagerung der Belastung in die Tiefe führen können.

Ist trotz eines begründeten Verdachts eine Grundwasserbeeinflussung nicht nachzuweisen, kann ggf. eine Sickerwasserprognose auf Grundlage einer Quellterm-/Transportbetrachtung (s. o.) erforderlich sein.

Liegt ein begründeter Verdacht vor und ist eine entsprechende Exposition für das Schutzgut Oberflächengewässer zu besorgen, ist der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) zu beteiligen.

4.3.5 Bewertung Phase 2

Als Bewertungsgrundlage für den Verdachtsausschluss oder die Verdachtsbestätigung sind die Prüfwerte nach Anhang 2 Nr. 3.1 BBodSchV heranzuziehen. Dabei ist die lokale Hintergrundsituation im Anstrom zu berücksichtigen. Für relevante Stoffe, die nicht in der Prüfwertliste enthalten sind, sind die Geringfügigkeitsschwellen (GFS) der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 2004) heranzuziehen. Der Parameter DOC, für den es weder einen Prüfwert noch einen GFS-Wert gibt, wird als Indikator für mögliche Austräge organischer Substanz betrachtet.

4.4 Phase 3: Feststellung/Ausschluss einer Gefahr

4.4.1 Zielsetzung

Die Phase 3 beinhaltet die abschließende Gefahrenbewertung. Das Ergebnis der Bewertung ist entweder die Feststellung oder der Ausschluss einer Gefahr. Die Feststellung einer Gefahr begründet nach § 4 BBodSchG im Grundsatz die Verpflichtung zu einer Gefahrenabwehr. Dabei wird den zuständigen Behörden im Einzelfall ein Ermessensspielraum eingeräumt. Die Prüfung und Bewertung im Hinblick auf die Erforderlichkeit von Gefahrenabwehrmaßnahmen ist nicht Bestandteil dieser Arbeitshilfe. Für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser kann eine Bewertung im Hinblick auf die Ausscheidung von Bagatellfällen (Verzicht auf aktive Sanierungsmaßnahmen trotz festgestellter Gefahr/Schaden) mit Hilfe des Leitfadens GeoBerichte 22 des LBEG „Ermessensleitende Kriterien bei der Bearbeitung altlastbedingter Grundwassergefahren und -schäden“ (ENGESER 2012) durchgeführt werden.

4.4.2 Wirkungspfad Boden – Mensch

Liegt aus Phase 2 ein begründeter Verdacht vor und ist eine entsprechende Exposition für das Schutzgut Mensch zu besorgen, ist das Niedersächsische Landesgesundheitsamt (NLGA) zu beteiligen.

4.4.3 Wirkungspfad Boden – Nutzpflanze

Liegt aus Phase 2 ein begründeter Verdacht vor und wird der Standort für Nutzpflanzen genutzt, können ggf. Untersuchungen von Futtermitteln oder Nutztieren erforderlich sein. In diesem Falle ist das Niedersächsische Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES) zu beteiligen.

4.4.4 Wirkungspfad Boden – Grundwasser

Die Beurteilung, ob für das Grundwasser eine Gefahr besteht oder bereits ein Schaden eingetreten ist, erfolgt nach wasserrechtlichen Maßstäben. Grundlage ist der Begriff der nachteiligen Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit nach § 48 Wasserhaushaltsgesetz (WHG 2009). Als Maßstab für eine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit können die Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS-Wert) der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 2004) herangezogen werden. Nach vorherrschender rechtlicher Auffassung ist aber nicht jede geringfügige, lokale und/oder einmalige Überschreitung der GFS-Werte als Gefahr oder Schaden einzustufen. Da es keine gesetzlich normierte Bewertungsbasis gibt, wurde im Rahmen der Erstellung des Leitfadens GeoBerichte 22 des LBEG „Ermessensleitende Kriterien bei der Bearbeitung atlastbedingter Grundwassergefahren und -schäden“ eine entsprechende Bewertungsgrundlage abgeleitet (ENGESER 2012). Danach liegt eine Gefahr bzw. ein Schaden vor, wenn die Gefahrenschwelle bzw. die Schadensschwelle überschritten ist. Die Kriterien für die Definition der Gefahrenschwelle bzw. der Schadensschwelle sind im o. g. Leitfaden beschrieben. Dabei wird auf das Prinzip der klenräumigen und kurzfristigen Mittelung Bezug genommen und in beschränktem Umfang auch die Verdünnung beim Eintritt von Sickerwasser in das Grundwasser berücksichtigt. Die Gefahrenschwelle ist relevant für Fälle, in denen noch keine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit eingetreten ist, die Sickerwasserprognose aber in überschaubarer Zukunft eine zu erwartende Überschreitung des Prüfwertes am Ort der Beurteilung (Grundwasseroberfläche) ergeben hat. Die Schadensschwelle ist relevant für die Fälle, in denen aufgrund von Grundwasseruntersuchungen bereits von einem Standort ausgehende Überschreitungen der GFS festgestellt wurden.

Voraussetzung für die Anwendung des Leitfadens GeoBerichte 22 (ENGESER 2012) ist im Falle der Gefahrenschwelle die Berechnung der maximal zu erwartenden Stoffkonzentration im Sickerwasser mit Hilfe einer quantitativen Abschätzung (beispielsweise ALTEX-1D) und die Ermittlung der relevanten Parameter (Länge der Fläche in Fließrichtung des Grundwassers, hydraulisches Gefälle und Durchlässigkeit des Aquifers, Sickerwasserrate, Stoffkonzentration im Grundwasseranstrom).

Wenn es um die Beurteilung der Schadensschwelle geht, ist zur Anwendung des Leitfadens GeoBerichte 22 (ENGESER 2012) die Einrichtung einer

Kontrollebene unmittelbar abstromseitig (max. 10 m Abstand) einer Fläche notwendig. Eine Kontrolleebene wird durch mindestens eine Messstelle im zentralen Abstrom definiert. In der Regel sind aber zur seitlichen Abgrenzung des Schadenszentrums i. d. R. mindestens drei Messstellen/Sondierungen erforderlich. Das Probenahmeintervall bzw. die Filterstrecke sollte möglichst kurz gehalten werden und nahe an der Grundwasseroberfläche liegen. Sofern Hinweise vorliegen, dass eine Kontamination des Grundwassers tiefer reicht (hohe Chlorid-Salinität), ist eine Abgrenzung zur Tiefe durch Mehrfachmessstellen mit unterschiedlichen Filterstrecken oder Sondierungen mit tiefendifferenzierten Probenahmen durchzuführen.

Beim Parameterumfang sind neben den Leitparametern (s. Kap. 4.3.4) weitere schlammgruben- bzw. standortspezifische Einzelparameter, die im Rahmen der historischen Erkundung ermittelt wurden, zu berücksichtigen. Sofern eindeutige Hinweise auf Austräge organischer Substanz (gegenüber Anstrom/Hintergrund um mindestens 30 mg/l erhöhte DOC-Werte) und anaerobes Redox-Milieu (erhöhte Eisen- und Mangan-Konzentrationen) vorliegen, werden zusätzliche Untersuchungen empfohlen, um zu klären, ob möglicherweise eine Mobilisierung von geogenem Arsen vorliegt oder radiologische Auffälligkeiten existieren. Darüber hinaus sollte die Ursache der erhöhten DOC-Konzentrationen geklärt werden.

Liegt aus Phase 2 ein begründeter Verdacht vor und ist eine entsprechende Exposition für das Schutzgut Oberflächengewässer zu besorgen, ist der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) zu beteiligen.

4.4.5 Bewertung Phase 3

Als Bewertungsgrundlage für den Ausschluss oder die Bestätigung einer Gefahr können die im GeoBericht 22 (ENGESER 2012) dargelegten Maßstäbe angewendet werden. Dabei ist ggf. die lokale Hintergrundsituation zu berücksichtigen.

Literatur

- BBODSCHV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I: 1554), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 31 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I: 212) geändert worden ist. – <<http://www.gesetze-im-internet.de/bbodschv/>>.
- CARLS, H.-G. & MÜLLER, W. (2004): Die Aktualität der Vergangenheit – der Kriegsluftbildbestand „JARIC“ in der modernen Kampfmittelbeseitigung. – <http://www.munitionsbergung.at/upload/files/luftbildbestand_jaric.pdf>.
- DÖRHÖFER, G. & DARGEL, C. (1998): Bohr- und Ölschlammdeponien - Bestandsaufnahme und Stellungnahme zu Gefährdungsabschätzungen. – Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung; Hannover.
- ENGESER, B. (2012): Ermessensleitende Kriterien bei der Bearbeitung altlastbedingter Grundwassergefahren und -schäden. – GeoBerichte 22: 82 S., 61 Abb., 9 Tab., 6 Anh.; Hannover (LBEG) – <http://www.lbeg.niedersachsen.de/karten_daten_publicationen/publikationen/geoberichte/geoberichte_22/geoberichte-22-108123.html>.
- LABO – LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODEN (o. J.): Durchführung der Sickerwasserprognose bei Orientierenden Untersuchungen (OU). – Download (PDF, 588 KB): <<http://www.lbeg.niedersachsen.de/servlets/download?C=53203163&L=20>> und Detailuntersuchungen (DU) – Download (PDF, 6,9 MB): <<http://www.lbeg.niedersachsen.de/servlets/download?C=53203248&L=20>>; (s. auch LBEG: <http://www.lbeg.niedersachsen.de/boden_grundwasser/altlasten/arbeitshilfen/sickerwasserprognose/sickerwasserprognose-870.html>).
- LANUV – LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.) (2014): Digitale Luftbildauswertung zur einzelfallbezogenen Erfassung von Altlastverdachtsflächen. – LANUV-Arbeitsblatt 23; Recklinghausen. – Download (PDF, 8,08 MB): <<http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/arbeitsblatt/arbla23/arbla23.pdf>>.
- LAWA – BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (2004): Geringfügigkeitsschwellen (GFS). – <http://www.lawa.de/documents/GFS-Bericht-DE_a8c.pdf>.
- LFU – BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.) (2002): Historische Erkundung von Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen. – LfU-Merkblatt Altlasten 3; Augsburg. – Download (PDF, 1,0 MB): <http://www.stmuv.bayern.de/umwelt/boden/vollzug/doc/lfu_alt3.pdf>.
- OBERBERGAMT CLAUSTHAL-ZELLERFELD (1987): Neubau von Ölschlammgruben. – Az.: 21.2-7/87-BIll d 2.3-IV- vom 03.04.1987. [Unveröff.]
- STRUCKMEIER-MÖLLER, F. & SCHREER, W. (1994): Ölschlammdeponien in Niedersachsen Zusammenfassung von Voruntersuchungen und Bewertung der Standorte. – Studienarbeit im Ergänzungsstudiengang Abfallwirtschaft Fachhochschule Nordostniedersachsen; Suderburg.
- UBA (o. J.): Internetthema „Altlasten bearbeiten“: Ablaufdiagramm. – <<http://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/altlasten/altlasten-bearbeiten>>.
- WHG (2009): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz) vom 31. Juli 2009. – BGBl. I: 2585. – <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/whg_2009/gesamt.pdf>.

Impressum

Die Geofakten werden vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) herausgegeben und erscheinen unregelmäßig bei Bedarf.

Die bisher erschienenen Geofakten können unter <http://www.lbeg.niedersachsen.de> abgerufen werden.

© LBEG Hannover 2015

Version: 01.07.2015

Autoren

- Bernhard Engeser, Tel.: 0511/ 643-2497,
mail: Bernhard.Engeser@lbeg.niedersachsen.de
- Hans-Werner Basedow, Tel.: 0511/ 643-3568,
mail: hans-werner.basedow@lbeg.niedersachsen.de
- Axel Lietzow, Tel.: 0511/ 643-3512,
mail: Axel.Lietzow@lbeg.niedersachsen.de
Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
Stilleweg 2, 30655 Hannover
Internet: <http://www.lbeg.niedersachsen.de>

unter Mitwirkung von

- Jürgen Klatt
- Nils-Arne Hollnagel
Landkreis Celle
Amt für Umwelt und ländlichen Raum
Trift 27, 29221 Celle
- Christof Jäger
Landkreis Diepholz
FD 66 Umwelt und Straße
Niedersachsenstraße 2, 49356 Diepholz
- Gert Engelhardt
- Dr. Ellen Scherer
Landkreis Rotenburg (Wümme)
Amt für Wasserwirtschaft und Straßenbau
Hopfengarten 2, 27356 Rotenburg (Wümme)
- Norbert Stahlhut
Wirtschaftsverband Erdöl- und
Erdgasgewinnung e. V. (WEG)
Berliner Allee 26, 30175 Hannover
- Dr. Nikolai Delling
DEA Deutsche Erdoel AG
Überseering 40, 22297 Hamburg
- Reiko Simoneit
GDF SUEZ E&P Deutschland GmbH
Brietzer Weg 4, 29410 Salzwedel
- Dr. Volker Nitsche
ExxonMobil Production Deutschland GmbH
Riethorst 12, 30659 Hannover
- Marcus Habighorst
Wintershall Holding GmbH – Standort Barnstorf
Rechterner Straße 2, 49406 Barnstorf