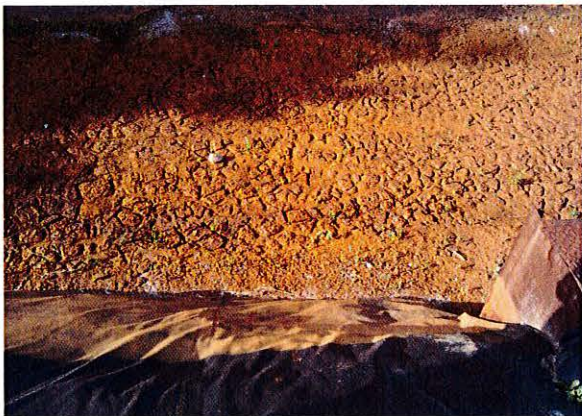

Umgang der LMBV mit Eisenhydroxidschlämmen (EHS)
im Sanierungsbereich Lausitz

EHS-Konzept der LMBV



Senftenberg, den 30.11.2014


Zschiedrich
Geschäftsführer


ppa. Scholz
Bereichsleiter Technik

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
1 Sachstand und Typisierung von EHS	4
2 Abschätzung der EHS-Mengen	6
3 Maßnahmen zum Umgang mit EHS	6
3.1 EHS-Vermeidung	7
3.1.1 Minderung Grundwasserzustrom	7
3.1.2 Untergundwasserbehandlung	8
3.1.3 Hydraulische Abfangmaßnahmen	9
3.2 EHS-Verwertung	11
3.2.1 EHS in der Rohstoffwirtschaft	11
3.2.2 EHS im Umweltbereich (bergbauferne Anwendungen)	13
3.2.3 EHS im Umweltbereich (bergbaunahe Anwendungen)	14
3.3 EHS-Verspülung in Bergbaufolgeseen	16
3.4 EHS-Deponierung	18
3.4.1 Öffentliche Deponie	19
3.4.2 LMBV-Monodeponie für EHS	19
4 LMBV-Strategie beim Umgang mit EHS	21
5 Behördenstellungen	23
6 Quellenverzeichnis	24
6.1 Studien der LMBV	24
6.2 Fachliteratur	25

Vorwort

Die LMBV mbH hat als bergrechtlich Verantwortliche die Wiedernutzbarmachung der vom Braunkohlenbergbau beanspruchten Flächen, die Abwehr von Gefahren zur Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit sowie die Sanierung des beeinträchtigten Wasserhaushaltes durchzuführen. Dies schließt auch die Wiederherstellung eines ausgeglichenen, sich weitgehend selbst regulierenden Wasserhaushalts nach Wassermenge und Wasserbeschaffenheit mit ein.

Infolge des Anstieges des Grundwassers in den ehemaligen Braunkohlebergbau-gebieten und deren Exfiltration in Seen und Fließgewässern kommt es zum Eintrag von Eisenfrachten, die zu den bekannten Verockerungserscheinungen der Fließgewässer und Verschlammungen der Gewässersohlen führen.

Zur Bewältigung dieser Aufgabe wurden umfangreiche Studien erarbeitet sowie technische und naturräumliche Wasserbehandlungsanlagen geplant und teilweise bereits realisiert. Zum Betrieb solcher Anlagen gehört auch die gesicherte Verbringung der dort anfallenden Eisenhydroxidschlämme.

In den verockerten Fließgewässern ist eine Beräumung der eisenhaltigen Sedimente oft unerlässlich, um eine Verschlechterung des Gewässerzustandes zu verhindern. Auch die in diesen Bereichen anfallenden Eisenhydroxidschlämme sind einer gesicherten Verbringung zuzuführen.

Aufgrund der anfallenden großen Mengen von Eisenhydroxidschlämmen müssen aus Sicht der LMBV zukünftig neue Wege gegangen werden. Vor diesem Hintergrund hat die LMBV auf Grundlage der Prüfung möglicher technisch und wirtschaftlich umsetzbarer Maßnahmen zur Entnahme, zur Behandlung, zum Transport und zur sicheren Verbringung ein Konzept zum Umgang mit den Eisenhydroxidschlämmen im Sanierungsbereich Lausitz aufgestellt.

Im Rahmen der Erarbeitung des Konzeptes erfolgte die Prüfung möglicher technisch und wirtschaftlich umsetzbarer Maßnahmen zur Vermeidung, Verwertung und sicheren Verbringung des anfallenden Eisenhydroxidschlammes entsprechend dem derzeitigen Stand der Technik.

Das Konzept soll als Grundlage für weitere untersetzende Planungen dienen, auf deren Basis dann konkrete Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden können.

1 Sachstand und Typisierung von EHS

Im Sanierungsbergbau der LMBV fallen beträchtliche Mengen an EHS und eisenhaltigen Schlämmen an (Kapitel 3).

Tabelle1: Typisierung von EHS

Typ	Entstehungsort	Charakterisierung	Feststoffgehalt
1	Fließgewässer EHS aus Gewässerberäumung	<ul style="list-style-type: none"> - eisenhaltige inhomogene Gewässersedimente - geringe Reinheit (hoher Anteil klastischer und organischer Stoffe) - gute Entwässerbarkeit - TOC 10-30 % - nach Eindicken/Entwässern transportfähig (LKW) 	hoch je nach Technologie und Zusammensetzung ca. 20-40 M%
2	naturräumliche Wasserbehandlungsanlagen EHS aus Absetzanlagen	<ul style="list-style-type: none"> - eisenhaltige inhomogene Gewässersedimente - Absetzanlagen ohne Flockungshilfsmittel und Neutralisationsmittel - mittlere Reinheit (hohe Anteile organischer Stoffe) - Wassergehalt abhängig von Entnahmetechnologie - nach Eindicken/Entwässern transportfähig (LKW) 	verschieden je nach Technologie ca. 15-30 M%
3	technische Wasserbehandlungsanlagen für Flusswasser EHS aus WBA bei Flusswasser	<ul style="list-style-type: none"> - EHS in Form von AEW mit FHM und NM - Vergleichsweise hohe Reinheit (hoher organischer Anteil) - schlechte Entwässerbarkeit - AEW nach Abzug pumpfähig 	sehr gering ca. 0,5-1,5 M%
4	technische Wasserbehandlungsanlagen für GW EHS aus WBA bei GW	<ul style="list-style-type: none"> - EHS in Form von AEW mit FHM, NM und Calcit - hohe stoffliche Reinheit - nach Abzug pumpfähig - ggf. Schlammichten bis 20 M% bei entsprechender Aufbereitung in GWRA 	sehr gering ca. 0,5-1,5 M%
5	chemische In-lake-Wasserbehandlung	<ul style="list-style-type: none"> - chemische Wasserbehandlung durch Einsatz mobiler Konditionierungsschiffe - Initialneutralisation bzw. Pufferung von Bergbaufolgeseen - hohe stoffliche Reinheit - nachträgliche Vermischung mit klastischen und organischen Stoffen durch seeinterne Prozesse 	gering 4-6 M%

AEW = alkalisches Eisenhydroxidwasser; FHM = Flockungshilfsmittel; NM = Neutralisationsmittel; GWRA = Grubenwasserreinigungsanlage; WBA = Wasserbehandlungsanlage; GW = Grundwasser

Die Schlämme fallen bei der Gewässerberäumung, in naturräumlichen Wasserbehandlungsanlagen, in technischen Wasserbehandlungsanlagen für Flusswasser oder für Grundwasser sowie bei der chemischen In-lake-Wasserbehandlung an. Nach der Entstehung können die EHS gemäß Tabelle 1 in nachfolgende 5 Typen kategorisiert werden /1/, /2/, welche sich in ihrer Zusammensetzung und dem Feststoffgehalt wesentlich unterscheiden.

Aus technologischer Sicht ist es sinnvoll, zwischen einem Eisenhydroxidwasser (EHW) und einem Eisenhydroxidschlamm (EHS) zu unterscheiden. Das EHW enthält weniger als 2 Masse-% Feststoffe und ist uneingeschränkt pumpbar. Stammt das EHW aus technischen Behandlungsanlagen mit Bekalkung, wirkt es aufgrund seiner Kalkbestandteile alkalisch und wird alkalisches Eisenhydroxidwasser (AEW) genannt. Der Feststoffgehalt und die stoffliche Zusammensetzung der Eisenschlämme sind sehr stark differenziert (Tabelle 1). Im Folgenden wird der Einfachheit halber von Eisenhydroxidschlämmen (EHS) gesprochen.

Die Sedimente unterscheiden sich entsprechend der Entstehungsart und dem Entstehungsort in ihrer Zusammensetzung. Wesentliche Bestandteile sind Eisenverbindungen. Unter neutralen Bedingungen dominieren Eisenhydroxide. In sauren Gewässern treten Schwertmannit und Jarosit als saure Eisenverbindungen auf. Die Schlämme in Fließgewässern und in naturräumlichen Wasserbehandlungsanlagen sind mit natürlichen organischen Stoffen vermengt. Bei der Beräumung von Fließgewässern werden in der Regel auch beträchtliche Mengen klastischen Materials mit erfasst. Die klastischen Bestandteile können die Zusammensetzung auch dominieren. Beim Einsatz von Neutralisationsmitteln (Kalk) enthalten die Eisensedimente neu gebildete Karbonate infolge begleitender Entcarbonisierungsreaktionen /2/.

Ein wesentliches Merkmal der Eisensedimente ist ihre schlechte Entwässerbarkeit. Eisenhydroxidschlamm erreicht durch gravitative Setzung unter Wasser über lange Zeiträume lediglich einen Trockenrückstand von etwa 4 bis 6 Masse-%. Durch Zwischenlagerung in Trockenbeeten werden ohne Einsatz von Flockungshilfsmitteln Trockenrückstände zwischen 12 und 18 Masse-% erreicht. Technische Verfahren der Schlammbehandlung, wie Geotubes[®], Schnecken-, Band- oder Kammerfilterpressen, können für Eisenschlämme Trockenrückstände von 20 bis 30 Masse-% erreichen. Der Schlamm kann in pumpfähiger oder stichfester Form vorliegen. Mit geeigneten Trocknungsmethoden ist es auch möglich, ihn in eine granulierten, pelletierten oder pulverigen Form zu bringen. Der Energieaufwand zur Trocknung der Schlämme ist jedoch sehr hoch /1/-/2/.

Bereits seit 2002 liegen umfangreiche Studien zur Zusammensetzung und zum Alterungsverhalten von EHS aus GWRA im Auftrag von LAUBAG bzw. Vattenfall-Europe Mining AG (V-EM) vor /10/-/13/, welche seit 2010 durch Untersuchungen im Auftrag der LMBV ergänzt wurden /1/-/8/. Letztere befassen sich aufgrund der spezifischen Problemlage auch mit anderen Schlammtypen, zum Beispiel mit eisenhaltigen Fließgewässersedimenten. Schließlich wurden die vorhandenen Informationen Anfang 2014 im Auftrag des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit durch die Projektgruppe Bergbausanierung und Flächenrecycling Ost des Staatlichen Baumanagement Hannover zusammengefasst und bewertet /15/.

Aus diesen Untersuchungen können grundlegende Hinweise zu Beschaffenheit und Nutzungsmöglichkeiten der Schlämme sowie den technischen und wirtschaftlichen Randbedingungen abgeleitet werden.

Die bisherigen Untersuchungen zeigten aber auch, dass die anfallenden EHS beträchtlich unterschiedliche chemische Zusammensetzungen aufweisen und damit deren Verwendung projektbezogen zu bewerten ist.

Während bei den anfallenden EHS der Typen 1 und 2, welche vorwiegend aus Fließgewässern stammen, ein wirtschaftlicher Transport im festen Zustand möglich ist, fallen bei den technischen Wasserbehandlungsanlagen vorwiegend schwer entwässerbare, pumpfähige Schlämme an, deren Verbringung über Rohrleitungen wirtschaftlich begrenzt ist und hohe Stapelräume erfordert.

Zur Verwertung der EHS gibt es in der Literatur sowie bei den Bergbauunternehmen LMBV, V-EM und MIBRAG Nutzungsbeispiele, deren Erfahrungen im EHS-Konzept berücksichtigt werden.

2 Abschätzung der EHS-Mengen

Für eine subhydrische Verbringung (Verspülung) in einen Bergbaufolgesee von teil-entwässerten eisenhaltigen Fließgewässersedimenten des Nordraumes ist nach aktuellen Schätzungen in /2/ ein Stapelraum von etwa 72.000 m³ im Jahr erforderlich. Als Deponieraum wären für die gleichen Sedimente nach maschineller Entwässerung etwa 30.000 m³ Stapelraum erforderlich. Nicht berücksichtigt hierbei ist, dass durch die langfristig erforderliche In-lake-Neutralisation im Schlabendorfer See jährlich ein Volumen von etwa 240.000 m³ für die Sedimentablagerung in Anspruch genommen wird.

Bei der vollständigen Umsetzung des Barrierenkonzeptes im Südraum der LMBV mit bevorzugter Fassung des Grundwassers vor dem Eintritt in die Fließgewässer wird unabhängig davon, ob das Wasser in einer zentralen Grubenwasserbehandlungsanlage behandelt oder in einen Bergbaufolgesee eingeleitet und hier einer In-lake-Wasserbehandlung unterzogen wird, mittelfristig ein jährlicher Stapelraum von ca. 143.000 m³ erforderlich /2/. Die technische Alternative einer maschinellen Schlammentwässerung erfordert mittelfristig Deponieräume von ca. 33.000 m³ pro Jahr /2/.

3 Maßnahmen zum Umgang mit EHS

Die Maßnahmen zum Umgang mit den EHS können allgemein folgendermaßen unterteilt werden:

- Vermeidung
- Verwertung
- Verspülung
- Deponierung.

In einigen Fällen ist die Zuordnung der Maßnahmen nicht ganz eindeutig, da sie je nach Blickwinkel bzw. Schutzgut unterschiedliche Aspekte aufweisen. So ist beispielsweise die Vermeidung von EHS durch hydraulische Abfangmaßnahmen mit anschließender Einleitung in einen Bergbaufolgesee (siehe Kapitel 4.1.3) zwar eine Vermeidung bezogen auf das Schutzgut Fließgewässer, jedoch bildet sich dafür EHS im Seewasserkörper, was wiederum aus Sicht des Sees mit einem In-lake-Verfahren oder einer Verspülung von EHS (Kapitel 4.3) vergleichbar ist.

3.1 EHS-Vermeidung

Für die Fließgewässer sind aus ökologischer Sicht Verfahren von Vorteil, welche den Zufluss von eisenhaltigem Grundwasser und damit die Entstehung von EHS verhindern oder zumindest minimieren. Die Verringerung der Eisenfracht aus dem Grundwasser bis hin zur vollständigen Vermeidung kann durch eine Verringerung des Grundwasserzustroms, eine Verringerung der Eisenkonzentration im Grundwasser durch eine Untergrundwasserbehandlung oder durch das Abfangen und Ableiten des eisenhaltigen Grundwassers geschehen.

3.1.1 Minderung Grundwasserzustrom

Die Minderung des Zustroms von eisenhaltigem Grundwasser wird durch Änderung der Strömungsrichtung bzw. eine Reduzierung der Durchströmung des Grundwasserleiters erreicht. Hierfür kommen folgende Maßnahmen in Betracht:

Hydraulische Barriere (Dichtwand)

Bei der Errichtung einer hydraulischen Barriere (Dichtwand) wird der Grundwasserzustrom in das Fließgewässer unterbunden oder, falls die Barriere weiter vom Fließgewässer entfernt liegt, durch die Reduzierung des hydraulischen Gefälles verringert.

Aufgrund der hydrogeologischen und geohydraulischen Randbedingungen können Dichtwände nicht überall eingesetzt werden. Außerdem sind dabei mögliche nachteilige Folgen für andere Bereiche durch die Umleitung, Aufstau und Absenkung des Grundwassers zu berücksichtigen. Bei langen und tiefen Dichtwänden entstehen zwar sehr hohe Investitionskosten, dafür fallen keine Betriebskosten an.

Hydraulische Barrieren können entweder punktuell zur Sicherung eines lokalen Schutzgutes oder als Flächenmaßnahme eingesetzt werden.

Maßnahme in Prüfung	<u>Maßnahme 9 der Eisenstudie Spreegebiet Südraum</u> - Errichtung einer 8 bis 11 km langen Dichtwand entlang der nördlichen Grenze des Speichersystems Lohsa II /9/
---------------------	---

Reduzierung Grundwasserneubildung

Die Durchströmung eines Grundwasserleiters kann auch durch eine Reduzierung der Grundwasserneubildung vermindert werden. Dies kann durch nachträgliche Herstellung einer oberflächennahen Dichtschicht oder durch eine gezielte Flächenbewirtschaftung mit wasserzehrenden Pflanzen zur Erhöhung der Verdunstung erfolgen.

Maßnahme in Umsetzung	<u>Pilotversuch zur Reduzierung des Sickerwasserstromes aus der Kippe Witznitz zum Fließgewässer Pleiße (Mitteldeutschland)</u> <ul style="list-style-type: none"> - Durch gezielte Flächenbewirtschaftung (Dauergrünland-Luzerneanbau) wird die Grundwasserneubildung um 75% reduziert. - Die großflächige Umsetzung (ca. 250 ha) ist ab 2014 geplant.
-----------------------	---

Die Reduzierung der Grundwasserneubildung hat in den gut durchlässigen Sanden der Lausitz nur einen sehr geringen Effekt. In der Spreewitzer Rinne beispielsweise ist das hydraulische Gefälle zwischen den Speicherbecken des Wasserspeichers Lohsa II und den Fließgewässern Spree und Kleine Spree und nicht die Grundwasserneubildung die treibende Kraft für die Grundwasserströmung.

3.1.2 Untergrundwasserbehandlung

Eine Reduzierung der Eisenbelastung im Fließgewässer kann auch durch eine Verringerung der Eisenkonzentration im Grundwasser erreicht werden. Eine Untergrundwasserbehandlung führt dazu, dass das gelöste Eisen im Grundwasserleiter ausfällt, bevor es ins Fließgewässer übertritt.

Oxische Untergrundwasserbehandlung

In der Trinkwasseraufbereitung sind Verfahren zur unterirdischen Enteisung von Grundwässern geläufig, bei dem der Grundwasserleiter durch Reinfiltration eines sauerstoffangereicherten Teilstromes oder durch Gaslanzen belüftet wird. Dabei wird das Eisen als wenig voluminöses Eisen(III)oxidhydrat und Eisen(III)oxid direkt im Grundwasserleiter geochemisch festgelegt.

Dies funktioniert jedoch nur für Grundwasser, welches nach der Belüftung eine neutrale bis alkalische Wasserbeschaffenheit aufweist und scheidet damit für die Behandlung von stark eisenhaltigen Wässern aus, da diese in der Regel durch Belüftung versauern.

Darüber hinaus ist diese Maßnahme zum Schutz eines Fließgewässers nicht geeignet, da mit Einstellung der Belüftung das im Grundwasserleiter festgelegte Eisen wieder remobilisiert werden kann.

Anoxische Untergrundwasserbehandlung

Eine weitere Möglichkeit der Untergrundwasserbehandlung ist die Ausfällung von Eisensulfid. Die Eisensulfidbildung läuft sehr langsam auch natürlicherweise im Grundwasserleiter ab und stellt die Umkehrung der Pyritverwitterung, also der Ursache der Verockerung der Fließgewässer, dar. Die Eisensulfidbildung kann durch Zugabe einer organischen Kohlenstoffquelle und von Nährstoffen stimuliert und damit stark beschleunigt werden.

nigt werden. Hierzu wird am Standort Ruhlmühle derzeit ein Pilot- und Demovorhaben durchgeführt.

Gegenüber der oxischen Untergrundwasserbehandlung hat das anoxische Verfahren den Vorteil, dass das gebildete Eisensulfid auch nach Beendigung der Stoffzugabe im anoxischen Grundwasserleiter stabil bleibt.

Maßnahme in Umsetzung	<u>Pilot- und Demovorhaben Ruhlmühle</u> <ul style="list-style-type: none"> - Wasserhebung im Zustrom durch Grundwasserbrunnen - Mischung mit Nährstoffen in Dosierstation - Infiltration mit Lanzen auf Behandlungsbreite von 105 m
-----------------------	---

3.1.3 Hydraulische Abfangmaßnahmen

Hydraulische Abfangmaßnahmen dienen dem Ziel, den Zutritt eisenhaltiger Grundwässer in Oberflächengewässer zu verhindern. Dabei wird die Bildung von Eisenhydroxidschlämmen streng genommen nicht verhindert, jedoch belastet dieser nicht mehr das Fließgewässer, sondern wird an anderer Stelle gebildet.

Grundwasserfassung ohne Belüftung

Die dem Fließgewässer zuströmenden eisenreichen Grundwässer werden vor dem Eintritt in das Gewässer in Abfangriegeln (z. B. Brunnengalerie, Drainagen, Rigolen) gefasst, ohne dass es zu einer Belüftung und somit zu einem Ausfällen des Eisens kommen würde.

Das so gefasste Wasser kann dann über Rohrleitungen direkt in die tieferen Seengebiete von Bergbaufolgeseen eingeleitet werden. Das EHS bildet sich wie bei einer In-lake-Neutralisation erst im See. Falls erforderlich, kann die Maßnahme kurz vor der Einleitstelle oder parallel dazu, durch Zugabe von Neutralisationsmitteln und/oder durch eine Belüftung des Wassers ergänzt werden. Bevorzugt erfolgt die Einleitung grundnah in großen und tiefen Seen.

Alternativ dazu kann das Wasser in einer GWRA gereinigt werden. Der dabei anfallende EHS muss dann jedoch anderweitig verwertet bzw. beseitigt werden, wobei die Verwertung z. B. zur Neutralisation saurer Gewässer zu bevorzugen ist (siehe Kapitel 4.2 – Verwertung).

Maßnahmen in Planung:	<u>Gesamtkonzept Spreegebiet Südraum</u> <ul style="list-style-type: none"> - Hydraulischer Abfangriegel zwischen Neustadt und Ruhlmühle - Überleitung in das SB Lohsa II zusammen mit dem Wasser aus dem Altarm Ruhlmühle und des Entwässerungsgrabens Neustadt <u>Abfangriegel Burgneudorf / Kleine Spree</u> <ul style="list-style-type: none"> - Schutz Kleine Spree mit 15 Brunnen - Mittelfristig Aufbereitung in GWRA Schwarze Pumpe / Burgneudorf - Langfristig direkte Einleitung in einen Bergbaufolgesee
Maßnahmen in Prüfung:	<u>Hydraulischer Abfangriegel entlang des unteren Lorenzgrabens</u> <ul style="list-style-type: none"> - Brunnengalerie zum Schutz des Lorenzgrabens zwischen Schlabendorfer See und Egsdorf - Einleitung in den Schlabendorfer See

Abfanggräben

Abfanggräben dienen der Fassung eisenbelasteter Wässer in kleineren parallel zu den Hauptgewässern verlaufenden Gräben. Da diese Gewässer geringe Zuflüsse besitzen, können die nachfolgenden Behandlungskosten verringert werden. Hierfür kann man bereits vorhandene Gewässer verwenden oder als Alternative zu Brunnenriegeln eigens dafür konstruierte Abfanggräben anlegen.

Das so gefasste Wasser kann analog zu den Brunnenriegeln in GWRA gereinigt oder direkt in Bergbaufolgeseen eingeleitet werden. Im Gegensatz zu dem Wasser aus Brunnenriegeln, ist das Wasser aus Abfanggräben zumindest teilweise belüftet. Dies bedeutet, dass das Wasser neben gelöstem Eisen auch bereits einen Anteil an suspendierten Eisenhydroxidpartikeln enthält. Es handelt sich damit um EHW.

Maßnahmen in Planung	<u>Gesamtkonzept Spreegebiet Südraum</u> <ul style="list-style-type: none"> - Fassung des Altarms Ruhlmühle und des Entwässerungsgrabens Neustadt - Überleitung in das SB Lohsa II zusammen mit dem Wasser aus einer Brunnengalerie zwischen Neustadt und Ruhlmühle <u>Test Abfanggraben Burgneudorf / Kleine Spree</u> <ul style="list-style-type: none"> - 350 m Abfanggraben - Ableitung gefasstes Wasser zur GWRA Schwarze Pumpe
Maßnahme in Prüfung	<u>Abfanggraben entlang des unteren Lorenzgrabens</u> <ul style="list-style-type: none"> - Abfanggraben zum Schutz des Lorenzgrabens zwischen Schlabendorfer See und Egsdorf - Einleitung in den Schlabendorfer See

Fazit EHS-Vermeidung

Die Reduzierung der Grundwassermenge durch eine hydraulische Barriere (Dichtwand) wird für das Spreegebiet Südraum untersucht. Die Ergebnisse liegen jedoch noch nicht vor. Diese Maßnahme besitzt sehr hohe Investitionskosten und hat eine lange Bauzeit, so dass diese Maßnahme nur langfristig in Betracht kommt.

Die Reduzierung der Grundwasserneubildung ist in den betroffenen Gebieten der Lausitz keine geeignete Maßnahme, da dort die Grundwasserneubildung für die Grundwasserströmung nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Die Untergundwasserbehandlung ist zurzeit in der Erprobungsphase. Aus Sicht der LMBV kann mit der Planung und Realisierung wirksamer Maßnahmen jedoch nicht bis zum Abschluss des Tests (2016/17) gewartet werden. Bei positivem Testergebnis kann die Untergundwasserbehandlung jedoch weniger geeignete Maßnahmen ersetzen bzw. die vorhandenen Maßnahmen ergänzen.

Die LMBV sieht vor allem im Spreegebiet Südraum die hydraulischen Abfangmaßnahmen mit anschließender Einleitung der gefassten Wässer in einen Bergbaufolgesee als erfolgversprechende Maßnahme. Hierbei steht vor allem das Speicherbecken Lohsa II und der Spreetaler See im Fokus der Betrachtungen. Die Reinigung in einer GWRA ist aufgrund des Schlammanfalls nur als vorübergehende Lösung sinnvoll.

3.2 EHS-Verwertung

Bereits 2002 wurde durch die LAUBAG eine Studie für die Nutzungsmöglichkeiten von EHS aus GWRA in Auftrag gegeben /10/-/11/. Diese wurde seitdem durch V-EM /12/-/13/ und die LMBV /1/-/8/ durch weitere Studien ergänzt.

EHS kann in der Rohstoffwirtschaft und im Umweltbereich eingesetzt werden. Beim Umweltbereich kann man nochmals zwischen bergbauferner und bergbaunaher Verwertung unterscheiden.

3.2.1 EHS in der Rohstoffwirtschaft

Eisenhydroxid kann in der Rohstoffwirtschaft außerhalb des Braunkohle- und Sanierungsbergbaus industriell verschiedentlich genutzt werden. Die wichtigsten Einsatzmöglichkeiten sind:

- Abwasser- und Schlammbehandlung
- Entschwefelung von Biogasanlagen
- Geruchsminderung in Kanälen und technischen Anlagen
- Adsorptionsmittel zur Arsenelimination in der Trinkwasseraufbereitung
- Nutzung als Farbstoffpigmente (z. B. in der Ziegel- und Zementindustrie)

Abwasser- und Schlammbehandlung

Anwendungen in der kommunalen und landwirtschaftlichen Abwasser- und Schlammbehandlung sind in Deutschland umweltpolitisch akzeptiert. Der Einsatz erfolgt jedoch in vergleichsweise kleinen Mengen und dezentral. Hierfür werden häufig die Filtrückspülschlämme aus der Trinkwasseraufbereitung verwendet.

Entschwefelung von Biogasanlagen

Eine erfolgreich laufende Maßnahme ist die Herstellung von Ferrosorp®-Eisenhydroxidpellets aus dem EHS der GWRA Tzschelln (V-EM) durch die P.U.S. GmbH in Lauta. Der mit Abstand größte Teil der Ferrosorp®-Produkte wird für die Gasreinigung in Biogasanlagen verwendet. Auch die LMBV ist seit 2010 im Gespräch mit der P.U.S. über die Abnahme von EHS. Bisher waren die EHS der LMBV (z. B. aus der GWRA Rainitza) jedoch aufgrund Ihrer Zusammensetzung (z. B. erhöhte Schwermetallgehalte) für die P.U.S nicht wirtschaftlich verwertbar.

Geruchsminderung in Kanälen und technischen Anlagen

EHS kann auch zur Geruchsminderung in Kanälen und technischen Anlagen, in denen Schwefelwasserstoffe und andere Geruchsstoffe entstehen, eingesetzt werden. Auch hierfür stellt die Firma P.U.S. GmbH in Lauta ein Produkt her. Dabei handelt es sich um eine Eisenhydroxid-Suspension mit dem Produktnamen GoSil®.

Adsorptionsmittel zur Arsenelimination in der Trinkwasseraufbereitung

Um den Arsengrenzwert von 10 µg/L im Trinkwasser einhalten zu können, wird in geogen vorbelasteten Regionen EHS-Granulat auch in Wasserwerken als Adsorptionsmittel zur Arsenelimination eingesetzt. Für diesen Einsatz ist jedoch eine spezielle Zulassung für den Trinkwasserbereich erforderlich.

Nutzung als Farbstoffpigmente

Der Einsatz von Eisenpigmenten in der Zement- und Ziegelindustrie ist dort erforderlich, wo die natürlichen Rohstoffe unzureichende Zusammensetzungen aufweisen. Speziell, wenn eine naturrote Farbgebung der Brennprodukte erreicht werden soll, muss Eisen als Farbräger den Ausgangsstoffen zugefügt werden. Auch hier sind die benötigten Mengen begrenzt.

Grundsätzlich ist zur stofflichen Verwertung anzumerken, dass dabei der Rohstoff EHS in möglichst hoher Reinheit vorliegen muss. Dies ist in der Regel nur bei der Abtrennung in technischen Anlagen der Fall (Typ 4 und ggf. Typ 3). Des Weiteren ergibt sich aus dem eher begrenzten Mengenbedarf und den sehr spezifischen Anforderungen an die stoffliche Zusammensetzung der EHS die Erkenntnis, dass für die LMBV die Rohstoffwirtschaft nur als eine projektbezogene Teillösung betrachtet werden kann.

3.2.2 EHS im Umweltbereich (bergbauferne Anwendungen)

Anwendungen von EHS im Umweltbereich außerhalb des aktiven oder Sanierungsbergbaus sind zum Beispiel wie folgt möglich:

- Seensanierung (Sedimentstabilisierung und Nährstoffelimination in stark eutrophen Binnengewässern)
- Verfüllung von Hohlräumen bei der Rohstoffgewinnung
- Schadstoffelimination an Altlastenstandorten
- Baustoff zur Herstellung der Endkontur von Altlasten und Deponien.

Seensanierung

Das Einbringen von Eisenpräparaten ist ein erprobtes Verfahren zur Sedimentstabilisierung in Seen mit hohen Faulschlammanreicherungen. Eisenhydroxid reagiert mit dem toxischen Schwefelwasserstoff unter Bildung von Eisensulfid. Überschüssiges Eisen bindet Nährstoffe (Phosphor) im Sedimentbereich des Sees. So wurde der Rummelsburger See, eine Ausbuchtung der Spree in Berlin, mit EHS aus der GWRA Schwarze Pumpe (V-EM) erfolgreich saniert.

Verfüllung von Hohlräumen bei der Rohstoffgewinnung

Bei der Gewinnung von Erdrohstoffen bleiben Hohlformen auf Grund der Massendifferenz übrig. Zur Herstellung der öffentlichen Sicherheit und einer nachhaltigen Nachnutzung dieser ehemaligen Lagerstätten müssen diese entstandenen Hohlformen mit Fremdmassen verfüllt werden. Das anfallende EHS wird hierfür so aufbereitet bzw. mit anderen Massen gemischt, dass Mindestanforderungen an die Plastizität erfüllt werden und eine Rückverflüssigung ausgeschlossen wird. Danach erfolgt der Einbau in die Hohlform und die Abdeckung mit kulturfähigem Oberboden. Grundsätzlich muss durch diese Verfahrensweise geklärt sein, dass die bergrechtliche Verpflichtung zur Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit nach der Verfüllung dauerhaft gewährleistet werden kann.

Maßnahme in Prüfung:	<u>Verfüllung der Keraton - Tongrube in Plessa</u> – Geplante Verfüllung von stillgelegter Keraton-Tongrube durch EHS der geplanten Wasserbehandlungsanlage Plessa
----------------------	---

Schadstoffelimination an Altlastenstandorten

EHS-Granulat kann auch zur Schwermetallbindung an Altlastenstandorten eingesetzt werden. So wurde ein Ferrosorp[®]-Produkt der P.U.S., Lauta beispielsweise zur Arsenelimination in der Abwasserreinigung der Urangrube Pöhla eingesetzt /14/.

Baustoff zur Herstellung der Endkontur von Altlasten und Deponien

Die Ansprüche an die Reinheit des EHS sind bei der Herstellung der Endkontur von Altlasten und Deponien geringer als bei den Anwendungen in der Rohstoffwirtschaft oder bei der Seensanierung. Von den Wasser- und Bodenverbänden wurde in den vergangenen Jahren immer wieder EHS aus der Fließgewässerberäumung an die Rest-

stoffverwertungs- und Altlastensanierungs GmbH (RVS) zur Herstellung der Endkontur der Rotschlammhalden in Lauta gebracht. Da die Sanierung der Rotschlammhalden inzwischen jedoch größtenteils abgeschlossen ist, ist die Aufnahmekapazität in Lauta für EHS beinahe erschöpft.

Maßnahme in Umsetzung:	<u>Abdeckung der Rotschlammhalden in Lauta mit EHS aus Fließgewässern</u> <ul style="list-style-type: none"> - durch Wasser- und Bodenverbände aus Fließgewässern ausgehobener EHS wurde zur Reststoffverwertungs- und Altlastensanierungs GmbH (RVS) in Lauta gebracht - Verwendung zur Herstellung der Endkontur der Rotschlammhalden
------------------------	---

3.2.3 EHS im Umweltbereich (bergbaunahe Anwendungen)

Innerhalb des Sanierungsbergbaus sowie auch für den aktiven Bergbau gibt es eine Reihe von möglichen Nutzungen, welche wie folgt zusammengefasst werden können:

- Gewinnungsstättenverfüllung
- Säurekompensation in Braunkohleabraumkippen
- Gewässerneutralisation.

Gewinnungsstättenverfüllung

Die Anforderungen an die Sortenreinheit der Schlämme und an die Aufwendungen zur Rohstoffvorbereitung sind bei den bergbaunahen Anwendungen im Allgemeinen gering. Bei der Gewinnungsstättenverfüllung liegt das Hauptaugenmerk auf den bodenmechanischen Eigenschaften. Eine Rückverflüssigung muss durch Aufbereitung oder Mischung mit anderen Erdstoffen sicher ausgeschlossen werden.

Säurekompensation in Braunkohleabraumkippen

Die Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH (MIBRAG) verbringt pumpfähigen EHS aus der GWRA Vereinigtes Schleenhain zur Säure-Kompensation in der Kippe des gleichnamigen Tagebaus. Dort wird der EHS in Polder gespült und später mit Abraummassen überkippt.

Für die Verbringung von stichfesten EHS aus einer Fließgewässerberäumung unter Bergrecht existiert ein Musterbeispiel in Form des Wasserüberleitungsvertrages „Haselbacher See“ von 2011 zwischen dem aktiven Bergbau der MIBRAG und dem Sanierungsbergbau der LMBV. Hier wurde die Verkippung genehmigt, da es zu einer Umlagerung des bergbaubürtigen Stoffes Eisen im Ortsbereich des Abschlussbetriebsplanes gekommen ist. Die stoffliche Verwertung des EHS als Feststoff zur Säurekompensation der Kippe durch das im EHS vorhandene Neutralisationspotential kann hier zusätzlich mit angeführt werden.

Maßnahme in Umsetzung	<u>Einbau von EHS aus der Fließgewässerberäumung in eine Kippe</u> <ul style="list-style-type: none"> - EHS aus der Beräumung des Zulaufgrabens zum Haselbacher See - Einbau durch die MIBRAG in die Kippe des Tagebaus Vereinigtes Schleenhain
-----------------------	---

Gewässerneutralisation

Die chemischen Eigenschaften AEW aus der Grubenwasserbehandlung gestatten eine Nutzung im Umweltbereich, bevorzugt zur Neutralisation saurer Bergbaufolgeseen. Die „Frischschlämme“ der Grubenwasserreinigung wirken durch den darin enthaltenen Calcit als Säurepuffer. Auch in Stapelräumen abgelagerte „Altschlämme“ haben mitunter noch beträchtliche Puffereigenschaften, die potentiell nutzbar gemacht werden können.

Pumpfähige AEW aus Grubenwasserreinigungsanlagen (GWRA) der LMBV (Rainitza, Pössnitz und Lichterfeld) und der V-EM (Schwarze Pumpe) wurden bzw. werden in die Tiefenlagen nahe gelegener Tagebauseen eingeleitet und tragen dort zur Neutralisation der Seewasserkörper bei.

Maßnahmen in Umsetzung:	<u>Spreetaler See</u> <ul style="list-style-type: none"> - chemische Neutralisation durch carbonathaltige AEW aus der GWRA Schwarze Pumpe <u>Sedlitzer See</u> <ul style="list-style-type: none"> - chemische Neutralisation durch carbonathaltige AEW aus der GWRA Rainitza <u>Wildschweinteich</u> <ul style="list-style-type: none"> - chemische Neutralisation durch carbonathaltige AEW aus der GWRA Pössnitz
Maßnahme abgeschlossen:	<u>RL Heidesee</u> <ul style="list-style-type: none"> - chemische Neutralisation durch carbonathaltige AEW aus der GWRA Lichterfeld

Mit Ausnahme der Gewinnungsstättenverfüllung, welche analog zur Verfüllung von Hohlformen von Dritten zu betrachten ist, werden für diese Anwendungen jedoch alkalische EHS bzw. EHW benötigt. Die alkalischen Schlämme und Wässer fallen wiederum nur bei den EHS-Typen 3 und 4 aus technischen Anlagen an. Der EHS aus dem Zulaufgraben des Haselbacher Sees stellt einen Sonderfall dar. Die Lausitzer Schlämme aus Fließgewässern (Typ 1) und Absetzanlagen (Typ 2) besitzen geogen bedingt in der Regel kein relevantes Neutralisationspotenzial. Gegebenenfalls ist es möglich diese Schlämme vor der Verwertung mit Kalk zu konditionieren.

Fazit EHS-Verwertung

Die Verwertung von EHS und EHW sollte, wo immer wirtschaftlich vertretbar, erfolgen. Die meisten Verwertungswege benötigen jedoch relativ reine Schlämme oder einen relevanten Kalkanteil für Ihre Verwertung.

Solche Schlämme fallen nur in technischen Anlagen (Typ 3 und 4) an. Vor allem die Verbringung von EHS aus Fließgewässern und naturräumlichen Absetzanlagen, welche bisher in der Regel deponiert werden müssen, stellen jedoch die größte Herausforderung dar.

Fazit EHS - Verwertung

Gegebenenfalls kann eine Auftrennung der Mischschlämme (Typ 1 und 2) deren Verwertung erleichtern. Hierzu besteht jedoch noch Forschungsbedarf.

LMBV und V-EM haben vertraglich vereinbart, sowohl gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsprojekte zur Verwertung von EHS aus Fließgewässern zu unterstützen bzw. durchzuführen als auch die Verwertung von EHS aus Fließgewässern zur Gewinnungsstättenverfüllung bei V-EM zu prüfen.

3.3 EHS-Verspülung in Bergbaufolgeseen

Die Verspülung von EHW aus technischen Anlagen in Bergbaufolgeseen wird bereits seit Jahren durch die Bergbauunternehmen LMBV (Rainitz, Pößnitz und Lichterfeld) und der V-EM (Schwarze Pumpe) praktiziert. Der Schlamm wird bzw. wurde dabei über Rohrleitungen in die Tiefenlagen nahegelegener Bergbaufolgeseen eingeleitet und trägt dort zur Neutralisation des Wasserkörpers bei. Daher handelt es sich hierbei auch um eine Verwertung des EHW zur Gewässerneutralisation (siehe Kapitel 4.2.3).

Darüber hinaus entsteht bei jeder In-lake-Neutralisation EHS (Typ 5), welcher sich am Gewässergrund absetzt. Beispiele hierfür sind das Speicherbecken Burghammer, der Scheibensee, der Geierswalder See, der Lichtenauer See, der Drehnaer See und der Schlabendorfer See.

EHS aus Fließgewässern wurde am Drehnaer See im Zuge der Renaturierung der Schrage in den Jahren 2006 bis 2007 in den Drehnaer See eingespült. Hierbei handelte es sich um eine Sedimentumlagerung von einem Gewässer in ein anderes. Während und nach der Umlagerung der Gewässersedimente wurde durch das Monitoring keine Veränderung der Wasserbeschaffenheit im Drehnaer See festgestellt, die auf die Umlagerung der Gewässersedimente zurückzuführen gewesen wäre /2/.

Maßnahme abgeschlossen	<p><u>EHS-Verspülung aus der Schrage</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Beräumung auf ca. 10 km Fließlänge - Schlammanfall von 36.000 m³ - keine zusätzliche Konditionierung - am Ufer verbaut und mittels einer mobilen Spülkanone direkt vom Ufer ins Wasser gespült
------------------------	---

Um die Folgen einer Verspülung von EHS aus Fließgewässern (Typ 1) und naturräumlichen Anlagen (Typ 2) zu prüfen, wurde von IWB und von der BTU Cottbus-Senftenberg ein Gutachten /2/ erstellt. Die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Die chemische Verschlechterung der Wasserqualität von Seen durch Einleitung von neutralen EHS ist gemäß /2/ sehr gering und liegt häufig im Bereich der Nachweisgrenze.
- Die ökologische Beeinflussung durch Trübstoffe kann nur minimiert, aber nicht vollständig verhindert werden.
- Neutrale Wasserkörper verhindern eine Rücklösung von Schlammbestandteilen.
- Großvolumige und tiefe Seen sind aus ökologischer Sicht zu bevorzugen.
- Die EHS-Einleitung sollte grundnah erfolgen.

Die in /2/ vorgeschlagene Technologie zur Verspülung von EHS aus der Fließgewässerberäumung lässt sich wie folgt skizzieren:

- (1) Das Gewässersediment wird vor Ort stofflich separiert, indem organische Grobstoffe und klastisches Material durch einfache Technologien weitgehend abgetrennt werden.
- (2) Der Schlamm wird auf natürlichem Weg oder maschinell vorentwässert und mit einem Feststoffanteil von ca. 20% bis 30% in stichfester Form per LKW angeliefert.
- (3) Der Schlamm wird mit Seewasser resuspendiert (verflüssigt). Falls notwendig, erfolgt dabei eine weitere Separation grober organischer Schwimmstoffe (Zweige, Blätter...).
- (4) Gegebenenfalls wird der Schlamm mit Kalk konditioniert, um ein alkalisches Milieu zu gewährleisten. Dieses verhindert eine Rücklösung von Stoffen aus dem Sediment.
- (5) Das resuspendierte Sediment wird über eine Schlammleitung in Tiefenbereiche des Restloches eingespült, ohne große Verwirbelungen zu erzeugen.
- (6) Die Einspülung wird durch ein speziell konzipiertes Monitoringprogramm überwacht.

Im Ergebnis der Untersuchungen in /2/, in der zahlreiche Tagebauseen auf ihre Eignung für die Verspülung von EHS geprüft wurden, wurde die Eignung des Altdöberner Sees als länderübergreifende (Brandenburg und Sachsen) EHS-Verspülstelle aufgrund folgender Eigenschaften herausgearbeitet:

- Der Altdöberner See besitzt einen neutralen Wasserkörper ohne Versauerungsneigung, der nach vorliegenden Erkenntnissen als solcher auch dauerhaft beständig ist.
- Die große Tiefe von fast 70 m und die ebenfalls sehr hohe mittlere Tiefe von über 30 m gewährleisten, dass die besonders sensiblen Bereiche im oberen Seebereich nicht in Mitleidenschaft gezogen werden.

- Durch den großen Tiefenbereich besitzt der See ein sehr großes Aufnahmevermögen von über >200 Mio. m³ für eine potentielle EHS-Einspülung. Dieses große Volumen kann den gesamten EHS aus Fließgewässern (Typ 1) und naturräumlichen Absetzanlagen (Typ 2) aus dem Lausitzer Sanierungsgebiet dauerhaft aufnehmen und wird auch dabei anteilig nur gering in Anspruch genommen.
- Die Lösung konzentriert sich auf einen See und minimiert damit die Belastung der Ökosysteme.
- Der Altdöberner See besitzt eine zentrale Lage im Sanierungsgebiet und würde sich daher für eine solche zentraleerspülstelle auch aus Sicht der Transportwege gut eignen.
- Da der See noch nicht fertig geflutet ist, gibt es bisher auch keine Nutzung. Daher sind weniger Nutzungskonflikte als bei Seen zu erwarten, die bereits in der Zwischennutzung oder fertig gestellt sind.

Während eine Sedimentumlagerung von einem Gewässer in ein anderes möglich ist, ist eine Umlagerung von Schlämmen aus technischen Anlagen nur im Sinne einer Verwertung, beispielsweise durch Nutzung der Restalkalinität in den Schlämmen zulässig. Bei den naturräumlichen Absetzanlagen (Typ 2) ist im Einzelfall zu klären, ob es sich um ein Gewässer oder um eine technische Anlage handelt.

Fazit EHS-Verspülung

Dieerspülung von EHS aus Fließgewässern (Typ 1) und naturräumlichen Absetzanlagen (Typ 2) in einem Bergbaufolgesee wird von der LMBV als einzige echte Alternative zu einer Deponierung gesehen.

Die nachteiligen Auswirkungen auf das aquatische Ökosystem sind dabei durch die Nutzung einer geeigneten Einbringtechnologie so gering wie möglich zu halten.

Die Maßnahme ist auf so wenige Gewässer, wie nur möglich, zu begrenzen.

Ein weiterer Vorteil dererspülung in einem Bergbaufolgesee ist, dass eine Rückgewinnung des EHS künftig möglich ist, falls der technische Fortschritt eine wirtschaftliche Verwertung als Rohstoff ermöglicht.

Nach Abstimmung der grundsätzlichen Genehmigungsfähigkeit mit den Behörden soll für den Altdöberner See die standortkonkrete Planung einer technischen Anlage zumerspülen des EHS durchgeführt werden.

3.4 EHS-Deponierung

Bei der Lagerung von EHS muss man zwischen einer Zwischenlagerung, wie Sie beispielsweise in Schlammstapelbecken erfolgt, und der Endlagerung auf einer Deponie unterscheiden. Eine Zwischenlagerung von EHS wird immer notwendig sein. Diese dient in der Regel auch gleichzeitig der natürlichen Entwässerung der Schlämme.

Zurzeit ist für einen Großteil der Schlämme aus Fließgewässern (Typ 1) und naturräumlichen Absetzanlagen (Typ 2) die Verbringung auf öffentliche Deponien der einzig mögliche Entsorgungsweg. Während die LMBV bemüht ist, für einen Großteil der Schlämme einen alternativen Weg zum Umgang zu finden, bleibt dieser Weg für besonders belastete Schlämme, wie beispielsweise die sauren Schwertmannitschlämme, auch langfristig die einzige Entsorgungsoption.

Schwertmannitschlämme

Neben den üblichen neutralen Eisenhydroxidschlämmen aus Fließgewässern können unter sauren Bedingungen im Gewässer auch saure Schwertmannitschlämme anfallen. Diese entstehen bei pH-Werten bis 3 und besitzen teilweise erhöhte Arsen-, Zink-, und Nickelkonzentrationen. Der Großteil des Eisens bleibt in solchen Gewässern jedoch in Lösung, so dass davon nur geringe Mengen anfallen.

Eine Verspülung von Schwertmannitschlämmen in Tagebauseen ist zwar nicht grundsätzlich ausgeschlossen, aber kritischer als bei den neutralen EHS zu bewerten. Es wird deshalb empfohlen /2/, saure Schwertmannitschlämme wegen ihrer Inhaltsstoffe nicht in Tagebauseen einzubringen, sondern bevorzugt zu deponieren.

3.4.1 Öffentliche Deponie

Eine Deponierung beseitigt den anfallenden EHS in öffentlichen Entsorgungsanlagen. Eine dauerhafte Deponierung über diesen Weg ist für die große Masse der Schlämme wirtschaftlich nicht vertretbar. Die Kosten je Kubikmeter liegen derzeit im Mittel bei ca. 70 €

Darüber hinaus erfordert eine Deponierung des Materials auch eine entsprechende Deponiekapazität. Die Novellierung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) sowie die Deponieverordnung (DepV) bewirkten eine deutliche Reduzierung der Deponiekapazitäten.

Bei einer Deponierung auf einer öffentlichen Deponie ist eine spätere Wiedergewinnung als Rohstoff nahezu ausgeschlossen.

3.4.2 LMBV-Monodeponie für EHS

Als Monodeponie wird eine Deponie bezeichnet, welche nur einen Stoff, in diesem Fall EHS aufnimmt. Durch die LMBV wurde als Alternative zur Deponierung belasteter Schlämme auf externen Deponien die technische und genehmigungsrechtliche Machbarkeit einer LMBV eigenen EHS-Monodeponie geprüft /3/.

Maßnahme in Prüfung	<u>Errichtung einer EHS-Monodeponie am Standort Kostebrau</u>
	- Vorwiegend für EHS aus der geplanten Wasserbehandlungsanlage (WBA) Plessa
	<u>Errichtung einer EHS-Monodeponie am Standort Kraftwerk Vetschau</u>
	- Vorwiegend für EHS aus der Wasserbehandlungsanlage (WBA) am Eichower Fließ

Grundsätzlich ist eine Monodeponie der Deponieklasse 0 und 1 machbar, es sind jedoch weitere Prüfungen vor allem in Bezug auf die bodenmechanische Stabilität der EHS notwendig.

Gegebenenfalls sind Zuschlagstoffe notwendig, um diese Stabilität zu gewährleisten.

Fazit EHS-Deponierung

Zurzeit ist für einen Großteil der Schlämme aus Fließgewässern (Typ 1) und naturräumlichen Absetzanlagen (Typ 2) die Verbringung auf öffentliche Deponien der einzig mögliche Entsorgungsweg.

Diese kann aufgrund der hohen Kosten und der begrenzten Deponiekapazität im Umfeld des Lausitzer Braunkohlereviere aus Sicht der LMBV keine langfristige Lösung darstellen.

Als Alternative dazu wird neben der Verspülung in Bergbaufolgeseen unter bestimmten Bedingungen auch die Errichtung einer LMBV-eigenen EHS-Monodeponie gesehen.

Die LMBV prüft die Errichtung einer solchen Deponie im Raum Lauchhammer, da für die Verspülung des EHS aus der geplanten WBA Plessa kein geeigneter Bergbaufolgesee in der Umgebung zur Verfügung steht.

Ein Vorteil einer EHS-Monodeponie ist, dass eine Rückgewinnung des EHS möglich ist, falls der technische Fortschritt eine wirtschaftliche Verwertung als Rohstoff ermöglicht.

Da die Errichtung einer Deponie viel Zeit in Anspruch nimmt, kann eine LMBV-eigene Deponie nur eine langfristige Lösung darstellen.

Schwertmannschlamm sind aufgrund ihrer Inhaltsstoffe vorerst ausnahmslos zu deponieren. Parallel ist zu untersuchen, ob durch Vorbehandlung des Schlammes ebenfalls eine gefahrlose Verspülung in einen Bergbaufolgesee möglich ist.

4 LMBV-Strategie beim Umgang mit EHS

Beim Umgang mit den anfallenden EHS können gemäß Abb. 1 nachfolgende 4 Hauptsäulen betrachtet werden.

Ausgehend von ökologischen und wirtschaftlichen Erwägungen ist der allgemeine Grundsatz beim Umgang mit EHS:

Vermeidung vor Verwertung vor Verspülung vor Deponierung.

Allgemein ist die LMBV daran interessiert, den Anteil der EHS, die einer Verwertung zugeführt werden, zu steigern. Da jedoch bei Verwertungen in der Regel keine kontinuierliche Abnahme auf Dauer gesichert werden kann, sind alternative Verbringungsmöglichkeiten grundsätzlich vorzuhalten.

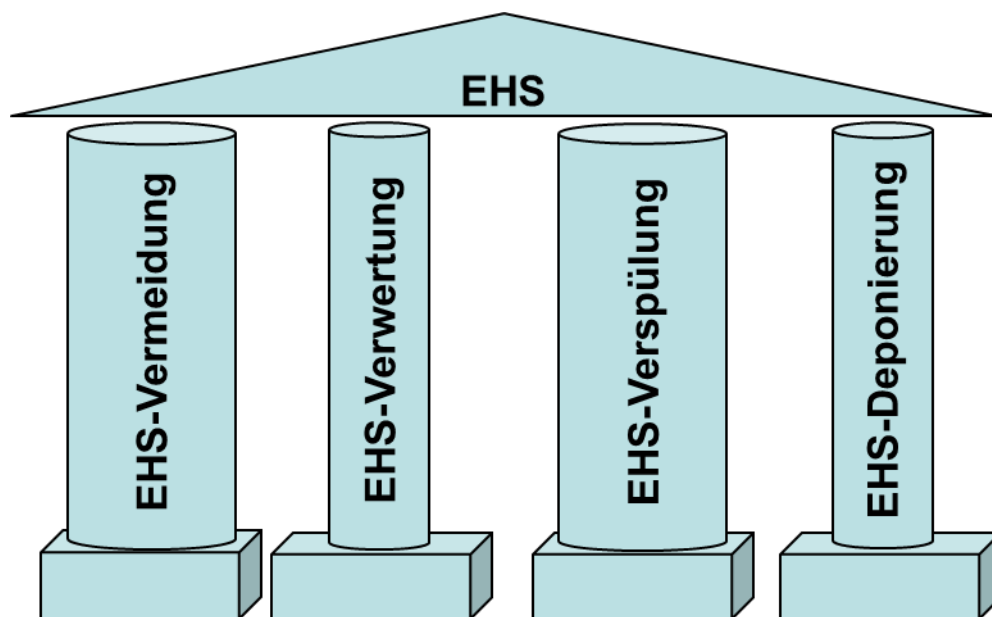


Abb. 1: Konzeptsäulen der LMBV beim Umgang mit EHS

Darüber hinaus muss klargestellt werden, dass die Komplexität der EHS-Problematik keine Einheitslösung für alle Schlammtypen und Entstehungsorte zulässt. Daher sieht die LMBV-Strategie für die verschiedenen Schlammtypen auch unterschiedliche Lösungswege vor:

EHS aus der In-lake-Behandlung (Typ 5)

Für den Typ 5 sind keine Maßnahmen notwendig, da das Eisensediment in den Tagebauseen anfällt, wo er auch verbleibt.

EHS aus technischen Reinigungsanlagen (Typ 3 und 4)

Die Verwertung von EHS bzw. EHW aus den bestehenden technischen Anlagen zur Reinigung von Oberflächenwasser (Typ 3) und Grundwasser (Typ 4) ist zurzeit durch die wasserrechtliche Erlaubnis zum Einleiten in Bergbaufolgeseen gesichert. Weiteren Verwertungswegen, beispielsweise für die Rohstoffwirtschaft, steht die LMBV offen gegenüber.

Für den EHS der geplanten WBA Plessa (Typ 3) ist noch keine endgültige Lösung gefunden worden. Derzeit wird die Verwertung des EHS als Verfüllungsmassen der nahe gelegenen Keraton-Tongruben und die Deponierung in einer EHS-Monodeponie geprüft. Auch eine Verwertung in der Rohstoffwirtschaft wird mit in Betracht gezogen. Da diese jedoch keine Abnahme garantiert, muss immer eine alternative Lösung vorgehalten werden.

EHS aus Fließgewässern (Typ 1) und naturräumlichen Absetzanlagen (Typ 2)

Die EHS aus Fließgewässern (Typ 1) stellen aufgrund ihrer heterogenen Zusammensetzung und die Ausbreitung über das weitverzweigte Gewässernetz die größte Herausforderung dar.

Dieser Herausforderung soll vor allem durch eine Kombination aus Vermeidung und Verspülung in Bergbaufolgeseen begegnet werden. Besonders belastete Schlämme, wie beispielsweise Schwertmannitschlämme werden unabhängig von ihrer Herkunft weiterhin auf öffentlichen Deponien entsorgt.

Spreegebiet Südraum

Im Spreegebiet Südraum soll im Rahmen eines Gesamtkonzeptes die Bildung von EHS durch hydraulische Abfangmaßnahmen weitgehend vermieden werden. Das gefasste Wasser soll in das Speicherbecken Lohsa II oder den Spreetaler See eingeleitet werden.

Derzeit wird noch geprüft, ob es sinnvoll ist, auch die Wässer aus dem Abfangriegel der Kleinen Spree in das Speicherbecken Lohsa II, das Speicherbecken Burghammer oder den Spreetaler See überzuleiten. Bis zur Fertigstellung dieser Variante wird das Wasser in der ertüchtigten GWRA Burgneudorf behandelt.

Die EHS, welche im Südraum trotzdem aus Fließgewässern beräumt werden müssen, sollen zu der zentralen Verspülstelle am Altdöberner See transportiert und dort eingespült werden.

Spreegebiet Nordraum

Im Spreegebiet Nordraum ist aufgrund der Vielzahl der betroffenen Fließgewässer ein Gesamtkonzept zur Vermeidung von EHS, wie im Südraum, nicht möglich. Jedoch ist für einzelne Gewässer, wie den unteren Lorenzgraben, auch hier eine Vermeidung durch ein Abfangen des zuströmenden Wassers mit anschließender Einleitung in einen Tagebausee möglich.

Dafür wird eine steigende Zahl von naturräumlichen Absetzanlagen (Typ 2) und das große Fließgewässernetz (Typ 1) auch langfristig die Verbringung von größeren EHS-Mengen notwendig machen. Diese sollen vor Ort entwässert und im Tiefenbereich des Altdöberner Sees verspült werden.

Da die EHS-Vermeidung vor allem für die Fließgewässer die ökologisch vorteilhafteste Lösung darstellt, sollen neue Erkenntnisse und der technische Fortschritt genutzt werden, um langfristig die EHS-Vermeidung für so viele Fließgewässerbereiche wie möglich als Vorzugsmaßnahme zu etablieren. Dabei sind die Untersuchungen zu Dichtwänden und das Pilot- und Demovorhaben zur Untergrundwasserbehandlung erste Schritte.

5 Behördenstellungennahmen

Die LMBV hat den Entwurf des EHS-Konzeptes der LMBV den Landesbehörden mit der Bitte um eine Stellungnahme vorgestellt und übergeben. Das Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) und das LBGR Landesamt für Bergbau Geologie und Rohstoffe (LBGR) aus Brandenburg sowie die Landesdirektion Sachsen (LDS), das Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) und das Sächsische Oberbergamt (OBA) sind dieser Bitte nachgekommen und somit haben alle Behörden eine Stellungnahme der LMBV übergeben.

Insgesamt wird das EHS-Konzept der LMBV als gute Grundlage für die weiteren Planungen angesehen. Die Behörden gehen weiterhin davon aus, dass die Maßnahmen grundsätzlich genehmigungsfähig sind, weisen aber darauf hin, dass über die Zulassung von Maßnahmen im Einzelfall geprüft und entschieden werden muss.

Die **brandenburgischen Behörden** sagen übereinstimmend, dass gegen eine Einspülung von EHS aus sächsischen Fließgewässern in einen brandenburgischen Bergbaufolgeseen keine grundsätzlichen rechtlichen Bedenken bestehen.

Bei den zahlreichen weiteren Hinweisen, in den vornehmlich positiven Stellungnahmen erkennt die LMBV vor allem zwei Punkte, welche bei der Umsetzung des Konzeptes einer Klärung bedürfen.

Der erste Punkt bezieht sich auf die kritische Haltung des LBGR gegen die langfristige Weiterführung der Einleitung von AEW aus technischen Wasserbehandlungsanlagen in Bergbaufolgeseen. Das LBGR geht davon aus, dass es sich hierbei um Abfall handelt und die positive Wirkung des AEW auf den Bergbaufolgeseen nicht mehr vorliegt, sobald eine gute Wasserbeschaffenheit erreicht wurde.

Die LMBV geht jedoch davon aus, dass die positive Wirkung von AEW in Form des darin enthaltenen Neutralisationspotentials in den betroffenen Bergbaufolgeseen noch für eine lange Zeit vorhanden ist, da diese einer ständigen Wiederversauerung unterliegen, welche durch die Einleitung von AEW zumindest teilweise kompensiert werden kann.

Auch wenn das AEW rechtlich als Abfall zu betrachten wäre, schließt dies die Verwertung des AEW durch Nutzung des Neutralisationspotentials, als Abfall zur Verwertung, nicht aus.

Der zweite Punkt bezieht sich auf die Anmerkungen des LUGV, dass Sediment von einem Gewässer in ein anderes nur mit Schiff oder Rohrleitung umgelagert werden kann. Falls derselbe Stoff per LKW umgelagert wird, handelt es sich um Abfall und darf nicht wieder in ein Gewässer gespült werden. Außerdem würde eine Teilentwässerung und eine Zugabe von Kalk, die der Milieustabilisierung dient, rechtlich eine genehmigungsbedürftige Abfallbehandlung darstellen.

Laut dem EHS-Konzept soll der Schlamm aus den Fließgewässern entnommen, teilentwässert, ggf. durch Zugabe von Kalk konditioniert und per LKW an einen Bergbaufolgeseen transportiert werden. Dort wird er dann wiederaufgeschlämmt und per Rohrleitung in die Tiefenbereiche der Seen eingeleitet. Ein Transport per Rohrleitung oder Schiff, sowie ein Verzicht auf eine Teilentwässerung sind aufgrund der technischen Randbedingungen nicht möglich.

Hier ist eine rechtliche Prüfung notwendig.

Die LMBV bedankt sich bei allen Behörden für Ihre Stellungnahmen.

6 Quellenverzeichnis

6.1 Studien der LMBV

/1/	Bergrechtlich bestimmter Umgang mit den in den Folgegebieten des Braunkohlenbergbaus anfallenden Eisenhydroxidschlämmen in Süd-Brandenburg GWZ Dresden, 09.07.2013
/2/	Untersuchung des Einflusses der Einlagerung von Eisenhydroxidschlämmen in Tagebauseen auf deren Wasserbeschaffenheit, (Leseexemplar 2. Entwurf) IWB Dr. Uhlmann, Dresden und BTU Cottbus-Senftenberg, September 2014
/3/	Tischvorlage zur Machbarkeitsrecherche EHS-Monodepot Kostebrau GEOS Freiberg, 2014
/4/	Maßnahmen zur Gefahrenabwehr infolge Grundwasserwiederanstieg VA IV §3 - Untersuchungen zu Entsorgungsmöglichkeiten von Eisenhydroxidschlamm (EHS) G.U.B. Ingenieur AG, Zwickau, 16. Juli 2010
/5/	Vorbereitung eines Verwertungskonzeptes für Eisenhydroxidrückstände aus der geplanten Wasserbehandlungsanlage Plessa GICON GmbH, Dresden, 23. Mai 2011
/6/	Aufbau einer Wasserbehandlungsanlage an Schwarzer Elster bei Plessa - Voruntersuchung zur Behandlung von Eisenhydroxidschlämmen / <i>Zwischenbericht</i> PROWA Ingenieure GmbH Dresden, 04. Mai 2012
/7/	Vorbereitung eines Verwertungskonzeptes für EHR-dominiertes Baggergut aus Verbindungsgräben vom Restloch 99 bis zur Mündung des Floßgrabens in die Schwarze Elster GICON GmbH Dresden, 31. Juli 2012
/8/	Verwertungskonzept für Sediment aus Fließgewässergräben BGD GmbH, Dresden, 2012
/9/	Weiterführende Untersuchungen zu den hydrochemischen und ökologischen Auswirkungen der Exfiltration von eisenhaltigem, saurem Grundwasser in die Kleine Spree und in die Spree - Projektphase 2: Präzisierung der Ursachen und Quellstärken für die hohe Eisenbelastung des Grundwassers IWB Dr. Uhlmann, Dresden, 30. September 2012

6.2 Fachliteratur

/10/	<p>Hydrochemische Klassifizierung von AEW/EHS aus Grubenwasserreinigungsanlagen und deren Einsatzmöglichkeiten im und außerhalb des Braunkohlebergbaus. Teil 1: Stoffliche Eigenschaften.</p> <p>Studie im Auftrag der LAUBAG</p> <p>Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann, Dresden, 13.09.2002</p>
/11/	<p>Hydrochemische Klassifizierung von AEW/EHS aus Grubenwasserreinigungsanlagen und deren Einsatzmöglichkeiten im und außerhalb des Braunkohlebergbaus. Teil 2: Nutzungsmöglichkeiten.</p> <p>Studie im Auftrag der LAUBAG.</p> <p>Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann, Dresden, 10.10.2002.</p>
/12/	<p>Wirkungen von Eisenhydroxidschlämmen aus der Grubenwasseraufbereitung auf die Gewässerchemie von Tagebauseen in der Lausitz.</p> <p>Uhlmann, W.; A. Gröschke, I. Arnold und W. Rolland:</p> <p>In: Vortragsband zum Workshop vom 22. - 23. Februar 2007 an der TU Bergakademie Freiberg, ISBN 978-3-86012-327-0, Seiten 109 – 121</p>
/13/	<p>Erarbeitung eines Vergleichs der am Markt verfügbaren Entwässerungstechnologien für AEW</p> <p>Studie im Auftrag der Vattenfall Europe Mining AG</p> <p>Institut für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und Ökologie (IWSÖ)</p>
/14/	<p>Kostengünstige passive Nachsorgelösung mit einem Constructed Wetland auf der Grundlage von Prognosen der Entwicklung des Flutungswassers der Grube Pöhla</p> <p>Kießig, G., Kunze, C., Küchler, A., Zellmer, A., Meyer, J., Kalin, M.</p> <p>In Wissenschaftliche Mitteilungen, 25 (2004): 113-118, 5 Abb., 1 Tab.; Freiberg.</p>
/15/	<p>Verwendung und Verbringung von Eisenhydroxidschlamm</p> <p>Memo der Projektgruppe Bergbausanierung und Flächenrecycling Ost des Staatlichen Baumanagement Hannover vom 10.01.2014</p> <p>Verfasser: Dr. S. Hahlbeck</p>