

Neubau der Bundesautobahn A 20

Von Bau-km **7+415,000** bis Bau-km **22+650,000**

von NK 2222 112-0,563 km nach NK 2123 027+0,926 km

Nächster Ort: **Glückstadt**

Baulänge: **15,235 km**

Planfeststellung

A 20 – Nord-West-Umfahrung Hamburg

Abschnitt
B 431 bis A 23

Verwendung von Aushubböden mit Torf und Klei für die Errichtung eines Gestaltungswalls

Das vorliegende Deckblatt
stellt eine neue Unterlage dar, die für die
3. Planänderung ausgearbeitet wurde.

BERICHT

Titel: **Neubau der A 20 – Nord-West-Umfahrung
Hamburg - Abschnitt 7, B 431 bis A 23**

**Untersuchungen zur Bewertung der Besorgnis
einer schädlichen Boden- und Grundwasserver-
änderung bei Verwendung von Aushubböden
mit Torf und Klei für die Errichtung eines Gestal-
tungswalls im Bereich der geplanten Autobahn**

Datum: 25.05.2020
Auftraggeber: DEGES - Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH
Auftrag vom: 14.10.2016
Ansprechpartner: Herr Dr. B. Zierke
Herr Stein
Herr Pripnow

Auftragnehmer: BWS GmbH
Aktenzeichen: 16.P.64 / A20-TO
Projektleitung: Herr Dipl.-Geol. R. Dési
Projektbearbeitung: Herr Dipl.-Geol. R. Dési
Herr M.Sc. Geogr. F. Gröger
Frau M.Sc. Geogr. J. Sucher

Ausfertigung Nr.:

INHALT

Text

1	Anlass und Aufgabenstellung	1
2	Verwendete Unterlagen	3
3	Durchgeführte Untersuchungen	5
3.1	Methodik	5
3.2	Geländearbeiten	6
3.3	Laboruntersuchungen	8
4	Ergebnisse	13
4.1	Geologischer Untergundaufbau im Bereich des Gestaltungswalls Hohenfelde	13
4.2	Laborergebnisse	14
5	Bewertung der Laborergebnisse	23
6	Handlungsempfehlungen	25

Tabellen

Tab. 1:	Tiefe der durchgeführten Bohrungen	7
Tab. 2:	Übersicht über die durchgeführten Laborversuche	8
Tab. 3:	Differenz Schwefel gesamt zu Säureneutralisationskapazität	22

Abbildungen

Abb. 1:	Zusammenhang zwischen Schwefel gesamt und Humusgehalt der untersuchten Proben	19
---------	---	----

Anlagen

Anl. 1:	Lage des geplanten Walls und der durchgeführten Bohrungen
Anl. 2:	Tabellarische Zusammenstellung der Analyseergebnisse - Torf
Anl. 3:	Tabellarische Zusammenstellung der Analyseergebnisse - Klei
Anl. 4:	Grafische Auswertung für Torf
Anl. 5:	Grafische Auswertung für Klei

Dokumentation

- Dok. 1: Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile der durchgeführten Bohrungen
- Dok. 2: Laborprotokolle der Bodenuntersuchungen
- Dok. 3: Kornverteilungskurven

Abkürzungsverzeichnis

A	Autobahn
AS	Anschlussstelle
B	Bundesstraße
BAB	Bundesautobahn
GFS	Geringfügigkeitsschwelle der LAWA (2016)
ggf.	gegebenenfalls
GOK	Geländeoberkante
K	Klei
L	Landesstraße
LAGA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LBV-SH	Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein
m	Meter
m NN	Meter bezogen auf Normalnull
m u. GOK	Meter unterhalb der Geländeoberkante
OK	Oberkante
PWC	(-Anlage) Parkplatz- und WC-Anlagen an einer Autobahn
rd.	rund
SB	Speicherbecken
T	Torf
TIC	gesamter anorganischer Kohlenstoff
TOC	gesamter organischer Kohlenstoff
W	Gestaltungswall
W/F	Wasser-Feststoff-Verhältnis
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

1 Anlass und Aufgabenstellung

Im Rahmen der Planung zum Neubau der A 20 in Schleswig-Holstein ist im Planungsabschnitt zwischen der B 431 und der A 23 vorgesehen, auszuhebende Torfe und ggf. Kleie aus der Bau- maßnahme für die Errichtung eines Gestaltungswalls im nordöstlichen Quadranten des Auto- bahnkreuzes der A 20 mit der A 23 sowie für die Errichtung eines Lärmschutzwalles bei Grön- land zu verwerten. Gemäß Abstimmung mit dem Umweltministerium Schleswig-Holstein (MELUR) vom 30.11.2015 [2] ist hierzu nachzuweisen, dass von dem geplanten Bauwerk nicht die Besorgnis einer schädlichen Boden- und Grundwasserveränderung abzuleiten ist.

Hierzu sind das Stoffaustragspotenzial und die Gesamtfracht in das Grundwasser unter Berück- sichtigung der zeitlichen Komponente und der damit einhergehenden Reaktionen im Klei und insbesondere im Torf zu untersuchen. Es sind die Auswirkungen des geplanten Gestaltungs- walls insbesondere auf das Grundwasser und auf den Boden darlegen. Hierbei sind insbeson- dere die Auswirkungen des erhöhten Abbaus organischer Substanzen aus den torfhaltigen Ma- terialien sowie das Auswaschungspotential von Nährstoffen zu beurteilen. Die Beurteilung des potenziellen Nährstoffaustrags soll hierbei nicht nur anhand der gemessenen Eluatkonzentrationen erfolgen, da erst durch den unter Sauerstoffbedingungen erhöhten Humusabbau eine ver- stärkte Nährstofffreisetzung zu erwarten ist.

Die BWS GmbH wurde daher vom Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein, Niederlassung Itzehoe beauftragt, die Untersuchung und Bewertung der umwelttechnischen Auswirkungen auf den Boden und das Grundwasser durchzuführen. Das Untersuchungskon- zept wurde am 30.06.2016 mit dem MELUR (heute MELUND) abgestimmt und umfasst sowohl Untersuchungen auf anorganische Schadstoffe als auch auf Nährstoffe aus der möglichen geo- genen Hintergrundbelastung der Materialien.

Nach Übernahme der Planungen zur A 20 durch die DEGES - Deutsche Einheit Fernstraßen- planungs- und -bau GmbH 2018 wurde die BWS GmbH durch die DEGES beauftragt, die Arbei- ten weiterzuführen.

Aufgrund von Planungsänderungen ist nunmehr nur noch vorgesehen, die im Rahmen des Au- tobahnbaus auszuhebenden Torfe in den geplanten Gestaltungswall Hohenfelde im Bereich des Autobahnkreuzes A 20/A 23 einzubauen. Für die auszuhebenden Kleiböden ist eine Nut- zung im Rahmen von externen Hochwasserschutzmaßnahmen durch den Landesbetrieb Küs- tenschutz vorgesehen. Der im Bereich des geplanten Walls vorhandene Oberboden soll zur Stabilisierung der Aufstandsfläche des Walls vor Ort verbleiben.

Da die Planungsänderungen zur Verwertung der Kleiböden erst während der Durchführung der Untersuchungen erfolgten, werden im vorliegenden Bericht zusätzlich zu den Ergebnissen aus den Torfuntersuchungen auch die Ergebnisse zu den Kleiuntersuchungen vorgestellt.

Nach den derzeitigen Planungen werden ca. 36.700 m³ Torf (mündliche Mitteilung des LBV-SH) ausgehoben. Aufgrund der erforderlichen Bauabläufe ist der Torf überwiegend zu Beginn der Baumaßnahme in den ersten 1,5 Jahren auszuheben und vor der Verwendung in dem Wall, über einen Zeitraum von bis zu 6 Jahren, zwischenzulagern. Als Zwischenlager für den Torf ist die jetzige PWC-Anlage Steinburg an der A 23 vorgesehen.

2 Verwendete Unterlagen

Folgende Unterlagen wurden vom Auftraggeber für die Erstellung des vorliegenden Gutachtens zur Verfügung gestellt:

- [1] GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER GbR (2019):
A20, Nord-West-Umfahrung Hamburg, Abschnitt 7 von der B 431 bis zur A 23, Ingenieur-geologisches Streckengutachten - Band 1 - Baugrundbeurteilung.
- [2] Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein - MELUR (2015):
Planfeststellungsverfahren Neubau A20, Abschnitt B431-A23, 2. Planänderung, hier: Ergebnisprotokoll zu der Besprechung vom 30.11.15 mit LBV und MELUR.
- [3] BWS GmbH (2018):
Neubau der A 20 – Nord-West-Umfahrung Hamburg - Abschnitt B 431 bis A 23 - Entnahme von Wasser- und Sedimentproben aus Oberflächengewässer zur Ermittlung des phys.-chem. Zustandes.

Regelwerke

- [4] Bundes-Bodenschutzgesetz (1998):
Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG) vom 17.03.1998.
- [5] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (1999):
Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12.07.1999.
- [6] Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (2010):
Verwendung von torfhaltigen Materialien aus Sicht des Bodenschutzes. Per Erlass als Informationsblatt bei den unteren Bodenschutzbehörden zur Anwendung eingeführt.
- [7] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) (2004):
Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Allgemeiner Teil (Endfassung 06.11.2003) und Teil II: Technische Regeln für die Verwertung - 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), Stand 05.11.2004.

- [8] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (2016):
Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. Aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016.
- [9] Bundesrepublik Deutschland (2016):
Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGewV), Juni 2016.
- [10] Bundesrepublik Deutschland (2017):
Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung – GrwV), Fassung 04.05.2017.
- [11] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2017):
Merkblatt über Bauweisen für Technische Sicherungsmaßnahmen beim Einsatz von Böden und Baustoffen mit umweltrelevanten Inhaltsstoffen im Erdbau (M T S E). FGSV 559, Arbeitsgruppe „Erd- und Grundbau“, Ausgabe 2017.
- [12] LLUR (2018): Merkblatt Sulfatsaure Böden in Schleswig-Holstein - Verbreitung und Handlungsempfehlung. Flintbek: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume.
- [13] Heumann, S., Gehrt, E., Gröger-Trampe, J. (2018): Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten: Entstehung, Vorerkundung und Auswertungskarten - Überarbeitete Fassung. Hannover: LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen (Geofakten 24, Novellierung).
- [14] Schäfer, W., Pluquet, E., Weustink, A., Blankenburg, J., Gröger, J. (2010): Handlungsempfehlungen zur Bewertung und zum Umgang mit Bodenaushub aus (potenziell) sulfat-sauren Sedimenten. Hannover: LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen (Geofakten 25).

3 Durchgeführte Untersuchungen

3.1 Methodik

An den in einem ersten Schritt gewonnenen Torf- und Kleiprobe wurden folgenden Laboruntersuchungen durchgeführt:

- Feststoff- und Eluatuntersuchungen in Anlehnung an LAGA-Untersuchungen nach der Technischen Richtlinie Boden. Die Untersuchungen wurden um nährstoffrelevante Parameter ergänzt (siehe Kap. 1).
Der Parameterumfang gemäß LAGA TR Boden stellt zum einen die Grundlage für eine entsorgungstechnische Bewertung von Böden dar, zum anderen (im vorliegenden Fall relevant) ist dieser Parameterumfang aufgrund der Vielzahl der verschiedenen Parameter auch geeignet, sowohl natürliche als auch anthropogen beeinflusste Böden chemisch zu charakterisieren.
- Perkolationsversuche nach DIN 19528.
Der ausführliche Säulenversuch nach DIN 19528 ist im aktuellen Entwurf der Ersatzbaustoffverordnung als Elutionsverfahren für die Untersuchung von mineralischen Ersatzbaustoffen genannt. Gemäß DIN dient dieser Versuch der „grundlegenden Charakterisierung“ von Stoffen. Der Versuch soll daher genutzt werden, „um Informationen über das kurz- und langfristige Elutionsverhalten von Feststoffen zu gewinnen“ Damit sollen die in Kap. 1 genannten Anforderungen des MELUR zur Ermittlung der Auswirkungen ermöglicht werden.
- Mehrfach-Elution (3-fach) nach DIN EN 12457.
Die Mehrfach-Elution dient, wie die Perkolationsversuche, der Ermittlung möglicher langfristiger Auswirkungen. Durch die mehrfache Elution werden, gegenüber der einfachen Elution, lösungslimitierte Prozesse sichtbar und damit das langfristige Auslaugungsverhalten beurteilbar.
- Mehrfache Elution im Säulenversuch nach Gerth (2007).
Die Mehrfache Elution nach Gerth dient wie die Perkolationsversuche und Mehrfach-Elutionen nach DIN EN 12457 der Ermittlung möglicher langfristiger Auswirkungen. Das Verfahren nach Gerth wurde im Rahmen des KORA-Forschungsprojektes (Forschungsverbund Sickerwasserprognose) zur Ermittlung der Quellstärke von kontaminierten Böden und Neumaterialien entwickelt.

Hinsichtlich der Aufgabenstellung (Kap. 1) ist insbesondere der Stofftransport mit dem Sickerwasser unter Berücksichtigung des Vorsorgegedankens relevant. Aus Sicht des vorsorgenden Grundwasser- und Bodenschutzes sind insbesondere die Vorsorgewerte der BBodSchV und des ergänzenden Informationsblattes „Torf“ [6] sowie die Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) der LAWA zur Bewertung heranzuziehen. Hierbei markiert der Schwellenwert die Stoffbelastung oberhalb dessen eine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit vorliegt. Eine Gefährdung ist jedoch hieraus noch nicht abzuleiten. Dies ist erst oberhalb der Prüfwerte der BBodSchV gegeben.

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind in den Anl. 3 bis 5 in Tabellenform und grafisch dargestellt. Zur Beurteilung der Werte erfolgen Vergleiche mit folgenden Wertelisten:

Hinsichtlich des Vorsorgegedankens:

- Orientierungswerte der LAGA-M20 – TR Boden [7].
- Vorsorgewerte der BBodSchV [5].
- Informationsblatt zur Verwendung von torfhaltigen Materialien in Schleswig-Holstein [6].
- Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) der LAWA (2016) [8].
- Messwerte zur chemischen Vorbelastung benachbarter Gräben [3].

Hinsichtlich einer möglichen Gefahrenabwehr als Ergänzung:

- Prüfwerte der BBodSchV (Pfad Boden – Grundwasser) [5].

3.2 Geländearbeiten

Die Geländearbeiten zur Entnahme der Torf- und Kleiprobe sowie die Untersuchung der Aufstandsfläche des geplanten Gestaltungswalles wurden von der BWS GmbH an vier Tagen (8.11. und 8.12.2016, 15. bis 16.12.2016) durchgeführt. Es wurden insgesamt fünf Kleinrammbohrungen und drei Handschürfe abgeteuft. Die fünf Kleinrammbohrungen setzen sich aus zwei Bohrungen im Bereich geplanter Torfentnahmen (T1 und T2) und drei Bohrungen im Bereich geplanter Kleientnahmen (K1, SB1, SB2) zusammen. Die Handschürfe (W1, W2, W3) wurden im Bereich des geplanten Gestaltungswalls bis zur ersten wasserführenden Schicht abgeteuft. Die Tiefe der jeweiligen Bohrung sowie der Handschürfe kann nachfolgender Tabelle entnommen werden:

Tab. 1: Tiefe der durchgeführten Bohrungen

Proben	Endteufe (m u. GOK)
T1	3,0
T2	2,0
K1	2,0
SB1	2,0
SB2	3,0
W1	1,6
W2	1,2
W3	1,2

Die Lage der Ansatzpunkte ist in Anl. 1 dargestellt. Aufgrund von bereichsweise sehr geringen Torfmächtigkeiten (< 0,5 m) musste der ursprünglich geplante Bohrpunkt T2 in die Nähe von Bohrpunkt T1 verlegt werden. Die Ergebnisse der Bohrungen sind in Form von Schichtenverzeichnissen und Bohrprofilen in Dok. 1 wiedergegeben.

Aus den Kleinrammbohrungen und den Handschürfen wurden bohrbegleitend meterweise oder bei Schichtwechsel Bodenproben entnommen. Angesichts einer Vielzahl an durchzuführenden Laborversuchen erfolgte die Probenahme in luftdicht verschließbare 20 l PE-Eimer. Für die Bodenproben aus der Aufstandsfläche des Gestaltungswalles erfolgte die Probenahme in 800 ml luftdicht verschließbare Gläser.

Insgesamt wurden 24 Bodenproben (fünf Torfproben, fünf Kleiproben und 14 weitere Bodenproben) entnommen.

3.3 Laboruntersuchungen

Die durchgeführten Laborversuche an dem gewonnenen Probenmaterial sind in Tab. 2 dargestellt.

Tab. 2: Übersicht über die durchgeführten Laborversuche

Proben	Perkulationsversuche nach DIN 19528, mit L/S Verhältnis 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0	LAGA Feststoff und Eluat ohne organ. Schadstoffe und ohne Cyanide	3-fach-Elution nach DIN EN 12457-4	Mehrfache Elution im Säulenversuch nach Gerth (2007)	Korngrößenanalysen nach DIN 18123
T1 (Torf) (0,5 – 1,3 m)	X	X	X		
T1 (Torf) (1,3 – 2,2 m)	X	X	X	X	
T1 (Torf) (2,2 – 2,6 m)	X	X	X	X	
T2 (Torf) (0,3 – 1,0 m)	X	X	X	X (Mischprobe)	
T2 (Torf) (1,0 – 1,5 m)	X	X	X		
K1 (Klei) (0,45 – 1,4 m)	X	X	X		
SB1 (Klei) (0,3 – 1,0 m)	X	X	X	X	
SB1 (Klei) (1,2 – 2,0 m)	X	X	X		
SB2 (Klei) (0,4 – 1,3 m)	X	X	X		
SB2 (Klei) (2,1 – 3,0 m)	X	X	X	X	
W1 (Sand) (0,15 – 0,3 m)		X			
W1 (Sand, h) (0,3 – 0,9 m)					X
W1 (Sand) (0,9 – 1,1 m)					X
W1 (Sand) (1,4 – 1,6 m)					X
W2 (Sand) (0,15 – 0,4 m)					X
W2 (Torf) (0,4 – 0,9 m)		X			
W3 (Sand, h) (0,15 – 0,6 m)		X			X
W3 (Sand) (0,6 – 0,9 m)					X
W3 (Sand) (0,9 – 1,2 m)					X

Nachfolgend werden die chemischen Laboruntersuchungen kurz erläutert:

Feststoff- und Eluatuntersuchungen nach LAGA

Die durchgeführten Untersuchungen erfolgten gemäß LAGA-Merkblatt M20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von Abfällen ohne Analyse der organischen Schadstoffparameter und ohne Cyanid. Ergänzt wurden diese Untersuchungen mit den Parametern:

im Feststoff:

pH-Wert, TOC, TIC, Humusgehalt, Schwefel gesamt, Sulfid, Stickstoff gesamt, Kalium, ortho-Phosphat, basisch wirksame Stoffe, Säureneutralisationskapazität,

im Eluat:

Säurekapazität bis 4,3, Basekapazität bis 8,2, Ammonium-Stickstoff und Nitrat-Stickstoff.

Perkolationsversuche nach DIN 19528

Die DIN 19528 beschreibt ein Perkolationsverfahren im Aufwärtsstrom zur Bestimmung des Elutionsverhaltens von Stoffen aus Bodenmaterialien. Zur Perkolation wird eine Glassäule mit einem Innendurchmesser von 5 – 10 cm verwendet. Die Säulenhöhe muss mindestens das 4-fache des Innendurchmessers der Säule aufweisen. Zum Packen wird die Säule zunächst um 180° gedreht, so dass das Befüllen erleichtert wird. Im ersten Schritt wird Quarzwolle vor die Ablaufleitungsöffnung gelegt und mit einer Quarzsand-Filterschicht ($2,0 \pm 0,5$ cm) bedeckt. Darauf wird das zu untersuchende Material lagenweise (ca. 5 cm) eingefüllt. Jede Lage wird leicht verdichtet und geglättet. Das Probenmaterial wird, wenn es eine Korngröße von 32 mm aufweist, zerkleinert. Um die Perkolation von bindigen Böden (hier die Kleiprobe) zu erleichtern, wird vor dem Säuleneinbau/Perkolation der Klei mit einem Anteil von 80 % Quarzsand vermischt. Auf das Probenmaterial kommt eine Quarzsand-Filterschicht bis zur Kante der Säule, so dass kein Totvolumen in der Säule verbleibt. Anschließend kann die Säule gedreht werden und die Zu- und Ablaufleitungen montiert werden.

Der zu untersuchende Feststoff in der Säule ist von unten nach oben mit deionisiertem Wasser (max. Leitfähigkeit 0,5 mS/m) zu sättigen. Die Aufsättigungszeit beträgt 2 h. Nach der Aufsättigung wird die eigentliche Perkolation durchgeführt. Die Kontaktzeit während der Perkolation beläuft sich auf 5 h. Das gesamte Eluat ist in einer Sammelflasche aufzufangen und für die Bestimmung von anorganischen Stoffen über eine 0,45 µm-Membrane zu filtrieren.

In der Untersuchung wurden vier Wiederholungen angesetzt. Jede Wiederholung erfolgte mit einem anderem Wasser-/Feststoffverhältnis. Dieses beträgt im 1. Schritt 0,3, im 2. Schritt 1,0, im 3. Schritt 2,0 und im 4. Schritt 4,0. Je Torf- und Kleiprobe wurden insgesamt vier Eluate gewonnen.

Bei jedem Elutionsschritt wird frisches Wasser zugegeben, so dass jeweils Sauerstoff als Elektronenakzeptor für Abbauvorgänge zugeführt wird. Darüber hinaus wird bei jedem Elutionsschritt ein sich ggf. eingestelltes Stoffgleichgewicht zwischen Feststoffphase und Wasserphase gestört, so dass es zur weiteren Mobilisierung von Stoffen kommen kann.

3-fach-Elution nach DIN EN 12457-4

Bei dem Analyseverfahren der Elution nach DIN EN 12567-4 wird die feldfrische Probe (100 g) mit der 10-fachen Menge an destilliertem Wasser versetzt und über einen Zeitraum von 24 h in einer Rotationsapparatur ständig durchmischt. Die Raumtemperatur soll dabei $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ betragen. Anschließend werden die suspendierten Feststoffe für 15 ± 5 min abgesetzt. Im nächsten Schritt wird die flüssige von der festen Phase durch Zentrifugation und Membranfiltration getrennt. Im Anschluss kann das gewonnene Eluat analysiert werden.

Um Informationen über das langfristige Elutionsverhalten der Stoffe zu gewinnen, wurde für die vorliegenden Untersuchungen für jede Probe der oben beschriebene Vorgang drei Mal mit jeweils frischem Wasser wiederholt, so dass am Ende für alle Torf- und Kleiprobe drei Eluate gewonnen wurden. Zu berücksichtigen ist, dass das Probematerial für alle Wiederholungen in der Flasche verbleibt.

Wie bei der Perkolation, wird bei jedem Elutionsschritt frisches Wasser zugegeben, so dass jeweils Sauerstoff als Elektronenakzeptor für Abbauvorgänge zugeführt wird. Darüber hinaus wird bei jedem Elutionsschritt ein sich ggf. eingestelltes Stoffgleichgewicht zwischen Feststoffphase und Wasserphase gestört, so dass es zur weiteren Mobilisierung von Stoffen kommen kann.

Mehrfache Elution im Säulenversuch nach Gerth (2007)

Die mehrfache Elution im Säulenversuch basiert auf einer Entwicklung von GERTH (2007) und dient der Ermittlung der Schadstoff-Quellstärke von Bodenmaterial in gestörter Lagerung unter wassergesättigten Bedingungen.

Der Aufbau der Säulenapparatur besteht aus einem Bodensegment, das an der Unterseite mit einem Schlauchanschluss versehen ist. Über diesen kann Wasser als Elutionsmittel ein- und abgepumpt werden. In das Bodensegment wird eine 100 µm-Kunststoffmembrane eingelegt und darüber ein Cellulose-Acetat-(CA)-Filter (Porosität 0,1 µm-Membrane) eingespannt. Fixiert wird das Filterelement von oben durch einen mit dem Unterteil der Apparatur verschraubbaren Kunststoffring. Dieser Kunststoffring dient gleichzeitig als Fixierung für das durchsichtige Säulengefäß (ID 10 cm, Länge 40 cm), so dass die Membrane und das Gefäß luftdicht verschlossen werden können.

Der obere Abschluss der Apparatur bildet ein Deckelsegment, vergleichbar mit dem Bodensegment. Jedoch besitzt das Deckelsegment zwei Schlauchanschlüsse. Mithilfe einer Pumpe können definierte Druckverhältnisse über die eine Öffnung erzeugt werden. Die andere Öffnung dient als Austrittspunkt für die verursachten Druckverhältnisse.

Das zu prüfende Substrat wird zunächst durch Probenteilung in 5 Einzelproben (Torf à 300 g, Klei à 200 g) geteilt und im feldfrischen Zustand ins Säulengefäß eingebaut. Nach Einfüllen einer Portion wird das Material zur Beseitigung eventueller Hohlräume mit einem Stempel kräftig angedrückt. Zur Verdichtung wird ein Fallgewicht eingesetzt. Die Füllhöhen der Säulen liegen zwischen 20 – 30 cm.

Das Verfahren beinhaltet einen 3-fachen konsekutiven Bodensättigungsextrakt. Dazu wird das Substrat durch Einpumpen von demineralisiertem Wasser (el. Leitfähigkeit 2 µS/cm) über das Bodensegment aufgesättigt. Die Aufsättigung ist abgeschlossen, wenn sich der Wasserspiegel vollständig über der Oberfläche der Schüttung ergießt. Um eine Volumenzunahme des Substrates, die durch den erzeugten Unterdruck beim Einpumpen des Wassers erzeugt wird, zu verhindern, wird auf das Substrat eine 100 µm-Membrane gelegt, die mit Hilfe eines Kunststoffrohres über das Deckelsegment an ihrer Position gehalten wird.

Die Sättigungsphase umfasst 24 Stunden bei 8 °C bzw. 20 °C. Anschließend wird die Lösung mittels Saugflaschen, über ein Druckregelungssystem (0,52 bar Unterdruck in der Saugflasche) von unten abgesaugt. Zusätzlich wird ein Überdruck von 0,7 bar in dem Säulengefäß erzeugt, um möglichst viel Eluat zu gewinnen. Die Beprobung der Säulen wird nach 24 Stunden beendet.

Je Torf- und Kleiprobe wurden insgesamt drei Eluate gewonnen. Wie bei den anderen Elutionsverfahren wurde Sauerstoff und frisches Wasser zugegeben. Darüber hinaus wurden mit den unterschiedlichen Versuchstemperaturen von 8 °C und 20 °C unterschiedliche Einflüsse der mikrobiellen Aktivität erwartet.

4 Ergebnisse

4.1 Geologischer Untergrundaufbau im Bereich des Gestaltungswalls Hohenfelde

Der Gestaltungswall Hohenfelde ist im nordöstlichen Quadranten des Autobahnkreuzes A 23 / A 20 zwischen Bau-km 21+600 und Bau-km 22+400 geplant.

Auf Grundlage von drei Handschürfen, die im Bereich des Gestaltungswalls von der BWS GmbH durchgeführt wurden, lässt sich der Aufbau des Untergrunds am Gestaltungswall wie folgt beschreiben. Der Oberboden weist eine Mächtigkeit von rd. 0,15 m auf und besteht zu meist aus Fein- und Mittelsanden mit hohem organischen Anteil. Darunter folgen humose Sande, bzw. in Bohrung W2 Torfe, mit einer Mächtigkeit von 0,8 m. Bestätigt wird der Nachweis von Torf in diesem Bereich durch Bohrungen in [1], in denen die Mächtigkeit der Torfschichten mit 0,5 m angesprochen wurde.

Unterhalb der humosen Sande wurden überwiegend Mittelsande und vereinzelt Feinsande mit z.T. geringen Humus-, Feinkies-, Grobsand- und Schluffanteilen angetroffen.

Gemäß den weiteren Bohrungen in [1] nahe des geplanten Gestaltungswalls sind unterhalb der Sand- und Torfschichten Geschiebemergelhorizonte erbohrt worden. Vereinzelt wurden diese in Wechsellagen mit Sandschichten vorgefunden. Die Mächtigkeit des Geschiebemergels liegt im Bereich zwischen 3,0 m bis 3,7 m. Weitere Schichten wurden nicht erbohrt.

In den von der BWS GmbH durchgeführten Bohrungen liegen die Grundwasserstände bei 1,15 m bis 1,6 m u. GOK.

4.2 Laborergebnisse

Die Analysenergebnisse der in Kap. 3.3 genannten Laboruntersuchungen sind in Anl. 2 tabellarisch zusammengestellt. Die Laborprotokolle sind in Dok. 2 aufgeführt.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der ausgewählten Parameter Arsen, Blei, Kupfer, Nickel, Zink, pH-Wert, Chlorid, Sulfat, Ammonium-Stickstoff und Kalium kurz beschrieben. Die grafischen Darstellungen der Ergebnisse dieser Parameter sind für Torf in Anl. 4 und für Klei in Anl. 5 zusammengestellt. Hierbei erfolgt auch ein Vergleich mit den Vorsorge- und Prüfwerten der Bundesbodenschutzverordnung, den Geringfügigkeitsschwellen (GFS) der LAWA sowie der Vorbelastung in den benachbarten Gräben.

Arsen

Die Feststoffgehalte an Arsen liegen in den Kleiprobe zwischen 9,9 mg/kg und 19 mg/kg. In den Torfproben sind die Arsengehalte mit 1,3 mg/kg bis 3,2 mg/kg deutlich niedriger. Auch im Bereich des geplanten Gestaltungswalls werden niedrigere Arsengehalte zwischen 2,0 mg/kg und 5,8 mg/kg gemessen. Damit wird in allen untersuchten Proben der in [6] genannte Vorsorgewert zu Arsen (20 mg/kg) für Bodenmaterial mit Humusgehalten von > 8 % unterschritten.

In den Elutionsversuchen werden in den Kleiprobe unabhängig vom Elutionsverfahren ähnliche Ergebnisse, überwiegend mit Werten zwischen 1 µg/l und 3,5 µg/l gemessen, so dass die Geringfügigkeitsschwelle in der Regel in den Eluaten eingehalten wird. Tendenziell werden in den Mehrfachelutionen und in der Perkolation steigende Arsenkonzentrationen gemessen. In den Säulenversuchen werden konstante Konzentrationen um 0,7 µg/l bzw. 2,2 µg/l gemessen. Die Messwerte aus den Versuchen mit 20 °C liegen geringfügig höher als die Ergebnisse aus den bei 8 °C durchgeführten Versuchen.

In den Torfproben werden überwiegend konstant niedrige Arsenkonzentrationen um 1 µg/l gemessen. Nur in den Perkulationsversuchen wurden deutliche Schwankungen mit einem Spitzenwert von 9,7 µg/l festgestellt.

Fazit:

Der Vorsorgewert für Arsen wird bei Torf und Klei im Feststoff unterschritten. Im Eluat ist aus dem Torf nur mit konstanten und sehr geringen Freisetzungen von Arsen deutlich unterhalb der GFS zu rechnen. Eine Grundwassergefährdung durch Arsen ist daher nicht zu befürchten. Im Klei zeigen sich Hinweise auf etwas höhere und leicht steigende Freisetzungsraten bis in den Bereich der GFS.

Blei

Die Feststoffgehalte an Blei liegen in den Kleiprobe n zwischen 8,5 mg/kg und 22 mg/kg. In den Torfproben sind die Bleigehalte mit 1,7 mg/kg bis 3,2 mg/kg deutlich niedriger. Auch im Bereich des geplanten Gestaltungswalls werden niedrigere Bleigehalte zwischen 6,2 mg/kg und 14 mg/kg gemessen. Damit werden in allen untersuchten Proben die in [5] und [6] genannten Vorsorgewerte zu Blei (100 mg/kg) für Ton und für Bodenmaterial mit Humusgehalten von > 8 % unterschritten.

In den Elutionsversuchen werden in den Kleiprobe n, unabhängig vom Elutionsverfahren, überwiegend Ergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenze von 1 µg/l gemessen. Für Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze wird in den Grafiken die halbe Bestimmungsgrenze verwendet. Nur bei den Perkolationsversuchen der Kleiprobe n aus SB 2 werden bis zu 4,2 µg/l gemessen, wodurch es bei den W/F-Verhältnissen 1,0 und 2,0 zu Überschreitungen der GFS kommt.

In den Torfproben werden bei dem 3-fach-Eluat im Versuchsverlauf leicht steigende Bleikonzentrationen bis etwa zum 2-fachen der GFS gemessen. Ursache ist vermutlich die mechanische Störung der Bodenmatrix in jedem Versuchsdurchgang. Bei den übrigen Elutionsverfahren, ohne Störung der Bodenmatrix während des Versuches, sinken die Bleikonzentrationen.

Auffällig sind die Torfproben T2 aus den Tiefenbereichen 0,3 - 1,0 m u. GOK bzw. 0,3 - 1,5 m u. GOK. Sowohl im Säulenversuch bei 20 °C als auch im Perkolationsversuch werden im 1. Elutionsschritt hohe Bleikonzentrationen von 28 µg/l bzw. 53 µg/l gemessen, die den Prüfwert der BBodSchV von 25 µg/l überschreiten. Im Feststoffgehalt, beim LAGA-Eluat und beim Mehrfach-Eluat sind diese Proben unauffällig. Die Untersuchungen zur Versauerungsgefahr zeigen jedoch für die Probe T2 (0,3 - 1,0 m) nur einen geringen Überschuss der Säureneutralisationskapazität und für die Probe T2 (1,0 - 1,5 m) nur ein ausgeglichenes Verhältnis des Säurebildungspotenzials gegenüber der Säureneutralisationskapazität. Die pH-Werte in den Eluaten dieser Proben sind unauffällig und zeigen keine Versauerung an.

Fazit:

Der Vorsorgewert für Blei wird bei Torf und Klei im Feststoff unterschritten. Im Eluat ist aus dem Torf bei einigen lokalen Chargen, aufgrund eines nur geringen Überschusses der Säureneutralisationskapazität gegenüber dem Säurebildungspotenzial zu Beginn einer Entwässerung, mit erhöhten Bleikonzentrationen zu rechnen. Langfristig ist bei Blei keine Gefährdung des Grundwassers zu erwarten. Im Klei sind die Bleikonzentrationen im Eluat unauffällig.

Kupfer

Die Feststoffgehalte an Kupfer liegen in den Kleiprobe n zwischen 13 mg/kg und 25 mg/kg. Auch in den Torfproben mit 15 mg/kg bis 21 mg/kg und im Bereich des geplanten Gestaltungswalls mit 7,4 mg/l bis 21 mg/kg liegen die Kupfergehalte in der gleichen Größenordnung. Damit werden in allen untersuchten Proben die in [5] und [6] genannten Vorsorgewerte zu Kupfer (60 mg/kg) für Ton und für Bodenmaterial mit Humusgehalten von > 8 % unterschritten.

In den Säulenversuchen wird in den Kleiprobe n die GFS von 5,4 µg/l teilweise mit Werten bis zu 21 µg/l überschritten. In den übrigen Elutionsverfahren wird die GFS deutlich unterschritten.

In den Torfproben wird die GFS mit Ausnahme der Perkolationsversuche häufig mit Werten bis zu 35 µg/l überschritten. Gegen Ende der Versuche nehmen die Konzentrationen hierbei ab. In den Perkolationsversuchen dagegen liegen die Ergebnisse naher der GFS und darunter. Die Kupferkonzentrationen nehmen mit zunehmendem Wasser/Feststoff-Verhältnis leicht ab.

Fazit;

Der Vorsorgewert für Kupfer wird bei Torf und Klei im Feststoff unterschritten. Im Eluat ist aus dem Torf in der ersten Entwässerungsphase mit schwankenden Kupferkonzentrationen zu rechnen, die vermutlich oberhalb der GFS liegen werden. Langfristig ist jedoch keine Gefährdung des Grundwassers zu erwarten. Im Klei dagegen sind die Freisetzungsraten geringer und unterhalb der GFS.

Nickel

Die Feststoffgehalte an Nickel liegen in den Kleiprobe n zwischen 14 mg/kg und 24 mg/kg. In den Torfproben sind die Nickelgehalte mit 2,7 mg/kg bis 11 mg/kg deutlich niedriger. Auch im Bereich des geplanten Gestaltungswalls werden niedrigere Nickelgehalte unter 7 mg/kg gemessen. Damit werden in allen untersuchten Proben die in [5] und [6] genannten Vorsorgewerte zu Nickel (70 mg/kg) für Ton und für Bodenmaterial mit Humusgehalten von > 8 % unterschritten.

In den Eluaten der Kleiprobe n liegen die Nickelkonzentrationen in der Regel unterhalb der GFS von 7 µg/l und auch unterhalb der Vorbelastung in den Gewässern. In den Säulenversuchen werden im ersten Eluat erhöhte Konzentrationen bis zu 19 µg/l gemessen, die aber im weiteren Versuchsverlauf abfallen.

In den Torfproben liegen die Ergebnisse in allen Elutionsverfahren zunächst unterhalb der GFS. In den Säulenversuchen steigen die Konzentrationen dann im letzten Elutionsschritt an.

Fazit:

Der Vorsorgewert für Nickel wird bei Torf und Klei im Feststoff unterschritten. In den Elutionsversuchen sind die Ergebnisse gegensätzlich. Während in den Perkulationsversuchen und Mehrfachelutionen die GFS unterschritten wird, steigen die Konzentrationen in den Säulenversuchen bis über die GFS an. Im Klei dagegen sind die Freisetzungsraten geringer und werden voraussichtlich unterhalb der GFS verbleiben.

Zink

Die Feststoffgehalte an Zink liegen in den Kleiprobe zwischen 45 mg/kg und 83 mg/kg. In den Torfproben sind die Zinkgehalte mit 9 mg/kg bis 15 mg/kg deutlich niedriger. Auch im Bereich des geplanten Gestaltungswalls werden mit Gehalten zwischen 17 mg/kg und 29 mg/kg niedrigere Werte gemessen. Damit werden in allen untersuchten Proben die in [5] und [6] genannten Vorsorgewerte zu Zink (200 mg/kg) für Ton und für Bodenmaterial mit Humusgehalten von > 8 % unterschritten

In den Eluat der Kleiprobe liegen die Zinkkonzentrationen deutlich unterhalb der GFS von 60 µg/l. Lediglich beim Perkulationsversuch der Probe SB 2 (0,4 - 1,3 m) steigt die Konzentration beim Wasser-Feststoff-Verhältnis von 4 auf 250 µg/l an.

In den Torfproben sind die Zinkkonzentrationen gegenüber denen der Kleiprobe erhöht, liegen aber in der Regel ebenfalls unterhalb der GFS. Insbesondere leicht steigende Konzentrationen bei den Mehrfach-Elutionen weisen darauf hin, dass möglicherweise langfristig erhöhte Zinkkonzentrationen bis etwa in den Bereich der GFS auftreten können.

Fazit:

Der Vorsorgewert für Zink wird bei Torf und Klei im Feststoff unterschritten. Im Eluat ist aus dem Torf mittel- bis langfristig mit leicht erhöhten Zinkkonzentrationen zu rechnen, die vermutlich im Bereich der GFS liegen. Im Klei dagegen sind die Freisetzungsraten geringer und werden voraussichtlich unterhalb der GFS verbleiben.

pH-Wert

In den Kleiprobe wurden im Feststoff Boden-pH-Werte zwischen 6,7 und 7,2 gemessen. In den Torfproben und im Bereich der Aufstandsfläche des Gestaltungswalls liegen die Boden-pH-Werte zwischen 5,2 und 5,7.

In den Eluaten der Kleiprobe werden bei den verschiedenen Verfahren ähnliche und konstante pH-Werte um pH 7 und pH 8 gemessen.

In den Torfproben liegen die pH-Werte etwas niedriger zwischen 5 und 7,1. Hierbei werden in den Perkolationsversuchen mit zunehmenden Wasseranteil absinkende pH-Werte gemessen.

Fazit:

Aus dem Torf sind leicht saure Wässer mit pH-Werten zwischen 5 und 6 zu erwarten. Im Klei dagegen werden die pH-Werte vermutlich zwischen 7 und 8 liegen.

Chlorid

Chloridkonzentrationen wurden nur in den Eluatproben gemessen.

Bei den Kleiprobe sind die Chloridkonzentrationen in den LAGA-Eluaten und in den Mehrfach-Elutionen mit Werten um 2 mg/l sehr gering. In den Säulenversuchen und Perkolationsversuchen kommt es zu Beginn zunächst zu einer erhöhten Freisetzung um 10 bis 20 mg/l, die im weiteren Verlauf auf Werte unter 5 mg/l absinken.

In den Torfproben sind die Chloridkonzentrationen zu Beginn der Elutionsverfahren mit ca. 4 mg/l - 8 mg/l ebenfalls höher als gegen Ende der Elutionsverfahren mit Konzentrationen um 2 mg/l.

Fazit:

Im Sickerwasser der Torfe und Kleiböden sind nur geringe Chloridkonzentrationen zu erwarten, die im weiteren Verlauf noch abnehmen.

Sulfat

Sulfatkonzentrationen wurden nur in den Eluatproben gemessen. In den Feststoffproben wurden die Gehalte an Schwefel gesamt gemessen. Hierbei liegen die Schwefelgehalte im Klei bei 3 Proben zwischen 200 mg/kg und 300 mg/kg. Bei 2 Kleiprobe werden dagegen hohe Schwefelgehalte von über 2.000 mg/kg gemessen (SB1 1,2-2,0 m und SB2 2,1-3,0 m). Dies sind auch die einzigen Kleiprobe in denen Sulfid nachgewiesen werden konnte. In den Torfproben liegen die Schwefelgehalte zwischen 3.500 mg/kg und 8.100 mg/kg. Im Bereich des geplanten Gestaltungswalls liegen die Schwefelgehalte, in Abhängigkeit vom Humusanteil, zwischen 180 mg/kg und 3.500 mg/kg.

Der Zusammenhang zwischen Schwefelgehalt und Humusgehalt in den untersuchten Proben wird aus Abb. 1 ersichtlich.

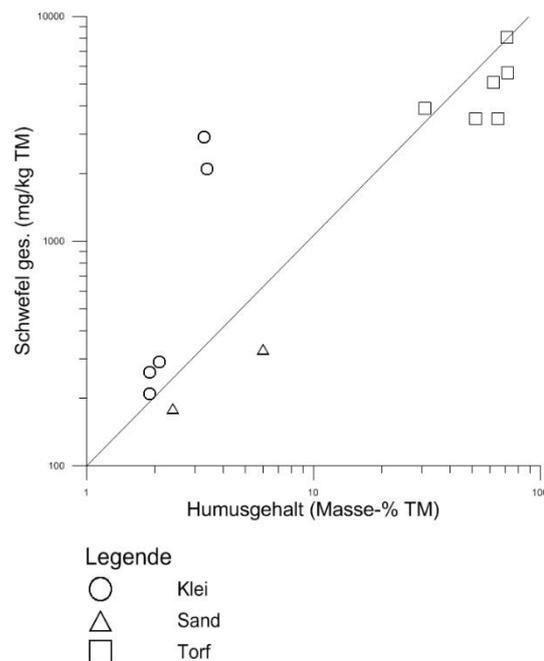


Abb. 1: Zusammenhang zwischen Schwefel gesamt und Humusgehalt der untersuchten Proben

Fazit:

Ähnlich wie bei Chlorid werden bei Sulfat sowohl bei den Kleiprobe als auch bei den Torfproben zu Beginn der Elutionsverfahren erhöhte Konzentrationen an Sulfat freigesetzt. Insbesondere bei den Torfproben mit hohen Gehalten an Schwefel gesamt werden hohe Konzentrationen bis ca. 1.300 mg/l Sulfat im Eluat gemessen. Im Verlauf der Elutionsversuche nehmen die Sulfatkonzentrationen ab. Mittel- bis langfristig sind sowohl im Klei als auch im Torf Sulfatkonzentrationen unterhalb der GFS zu erwarten.

Ammonium

Ammoniumkonzentrationen wurden nur in den Eluatproben gemessen. Gemessen wurde die Konzentration an Ammonium-Stickstoff (Ammonium-N).

Die Ammonium-N-Konzentrationen sind in den Kleiprobe n sehr gering und liegen überwiegend unterhalb der Bestimmungsgrenze. Wird Ammonium-N zu Beginn der Elutionsversuche gemessen, gehen die Werte aufgrund der Sauerstoffzufuhr mit dem Wasser (Eluent) auf die Bestimmungsgrenze zurück.

In den Torfproben sind die Ammonium-N-Konzentrationen gegenüber den Kleiprobe n erhöht, aber ebenfalls als gering zu bezeichnen. Mit Ausnahme eines Messwertes liegen alle Werte unterhalb der Vorbelastung in den benachbarten Gräben. Im Verlauf der Elutionsversuche ist im Torf ebenfalls ein Absinken der Konzentrationen durch die Sauerstoffzufuhr zu beobachten. Mit der Sauerstoffzufuhr wird Ammonium oxidiert und zu Stickstoff und Nitrat umgewandelt.

Fazit:

Im Sickerwasser der Torfe und Kleiböden sind eher geringe Ammoniumkonzentrationen zu erwarten, die im weiteren Verlauf während der Zwischenlagerung bei Sauerstoffzutritt noch abnehmen werden. Erfolgt durch Abdeckung des Materials kein Sauerstoffzutritt, sind aufgrund der verringerten Sickerwassermenge zwar erhöhte Ammoniumkonzentrationen, aber nur geringe Ammoniumfrachten zu erwarten.

Kalium

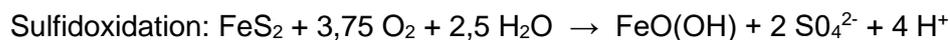
Kalium ist ein Düngeparameter und wurde im Feststoff als Kaliumoxid (K_2O) in der Einheit Masse-% gemessen. Die Feststoffgehalte liegen in den Kleiprobe n zwischen 0,33 Masse-% und 0,47 Masse-%. In den Torfproben und im Bereich des Gestaltungswalles liegen die Kaliumgehalte mit Werten zwischen 0,009 und 0,039 Masse-% etwa um eine Größenordnung niedriger.

Fazit;

Kalium ist ein mobiler Parameter. Entsprechend werden in den Elutionsverfahren zu Beginn die höchsten Konzentrationen gemessen, die dann im weiteren Verlauf der Versuche abnehmen. Ähnlich wie bei den Feststoffproben liegen auch in den Eluaten die Konzentrationen in den Torfproben gegenüber denen der Kleiprobe um etwa eine Größenordnung niedriger. In den Kleiprobe liegen die Werte etwa zwischen 1 und 5 Masse-%, in den Torfproben zwischen 0,1 und 1,6 Masse-%.

Säureneutralisationskapazität

Sowohl im Klei als auch im Torf liegen die Metalle (z.B. Eisen und Schwermetalle) voraussichtlich überwiegend in sulfidischen Bindungsformen vor. Die sulfidisch gebundenen Metalle sind unter reduzierenden Bedingungen immobil. Unter oxidierenden Bedingungen, wie sie z.B. nach dem Aushub von Torfen zu erwarten sind, werden die Sulfide zu Sulfat oxidiert. Dies macht sich durch ansteigende Sulfatkonzentrationen im Sickerwasser bemerkbar.



Damit werden bei der Sulfidoxidation aus 2 Mol Schwefel 4 Mol Protonen (als Säurebildner) gebildet. Die ehemals gebundenen Metalle werden zunächst mobilisiert und bei vorhandenen Karbonaten dann jedoch unmittelbar karbonatisch gebunden und wieder festgelegt. Die Protonen als Säurebildner werden z.B. mit Calciumkarbonat (CaCO_3) durch die nachfolgende Pufferreaktion neutralisiert. Dies zeigt sich in der Regel auch durch erhöhte Konzentrationen an Calcium im Sickerwasser. Die Festlegung der freigesetzten Metalle als Karbonate erfolgt so lange, wie Karbonat gegenüber Sulfid im Überschuss vorliegt.



Zur Neutralisation von 1 Mol Schwefel ist damit 1 Mol CaCO_3 erforderlich. Die Molmasse von Schwefel beträgt 32 g.

Die Pufferung der Protonen unter Berücksichtigung aller Basen inklusive Calciumkarbonat kann mit Hilfe der Säureneutralisationskapazität abgeschätzt werden.

Tab. 3: Differenz Schwefel gesamt zu Säureneutralisationskapazität

Proben	Schwefel ges. [mg/kg TM]	Annahme: Schwefel ges. als Sulfid [mmol/kg TM]	Säure aus Sulfid- oxidation [mmol/kg]	SNK Säureneutrali- sationskapazität [mmol/kg]	Differenz [mmol/kg]
Torf					
T1 (0,5-1,3 m)	5600	175	350	1000	650
T1 (1,3-2,2 m)	3500	109	219	550	331
T1 (2,2-2,6 m)	3900	122	244	1000	756
T2 (0,3-1,0 m)	5100	159	319	500	181
T2 (1,0-1,5 m)	8100	253	506	500	-6
Klei					
SB1 (0,3-1,0 m)	290	9	18	175	157
SB1 (1,2-2,0 m)	2100	66	131	1000	869
SB2 (0,4-1,3 m)	210	7	13	250	237
SB2 (2,1-3,0 m)	2900	91	181	1000	819
K1 (0,45-1,4 m)	260	8	16	750	734
Aufstands- fläche					
W1 (0,15-0,3 m)	180	6	11	125	114
W2 (0,4-0,9 m)	3500	109	219	375	156
W3 (0,15-0,6 m)	330	10	21	250	229

Ist der Gehalt der Säureneutralisationskapazität größer als der Gehalt an potenziellen Säurebildnern (Differenz positiv), ist eine Versauerung des Bodens und Sickerwassers ausgeschlossen. Ist die Differenz negativ, ist potenziell eine Versauerung möglich.

Nur in der Probe T2 (1,0-1,5 m) mit -6 mmol/kg wurde eine sehr geringe negative Differenz ermittelt, so dass eine Versauerung hieraus noch nicht zwingend abgeleitet werden kann. Das Risiko einer Versauerung sollte jedoch bei den weiteren Planungen berücksichtigt werden.

5 Bewertung der Laborergebnisse

Die Besorgnis einer schädlichen Boden- und Grundwasserverunreinigung ergibt sich im Wesentlichen aus der Oxidation und dem Abbau der organischen Substanz im Boden (siehe auch Kap. 1). Hierbei werden sulfidisch gebundene Metalle, Protonen (Säurebildner), Sulfat, Stickstoffverbindungen und Nährstoffe mobilisiert. In der Folge können diese Stoffe mit dem Sickerwasser ausgewaschen werden. Die Protonen können zu einer Versauerung des Sickerwassers führen.

Die Feststoffuntersuchungen zeigen, dass die in der BBodSchV und im Informationsblatt des Landes Schleswig-Holstein zur Verwendung von Torf [6] genannten Vorsorgewerte bei allen untersuchten Parametern unterschritten werden. Die Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung ist daher nach den Feststoffuntersuchungen nicht gegeben.

In den durchgeführten Elutionsuntersuchungen werden zu Beginn vor allem Chlorid und Sulfat mobilisiert. Die Konzentrationen an Chlorid bleiben jedoch gering. Eine Besorgnis durch Chlorid scheint daher nicht gegeben

Die zu erwartenden Konzentrationen an Sulfat sind dagegen deutlich erhöht, sinken aber ebenfalls nach kurzer Zeit unter oder in den Bereich der Geringfügigkeitsschwelle ab (während der Lagerung auf dem Zwischenlager), so dass auch bei Sulfat langfristig keine Besorgnis einer schädlichen Boden- oder Grundwasserverunreinigung gegeben scheint.

Nährstoffe wie Stickstoffverbindungen, Phosphatverbindungen und Kalium wurden nur in geringen Konzentrationen festgestellt, so dass hier keine Besorgnis durch Überdüngung zu erwarten ist. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass der geplante Gestaltungswall Hohenfelde auf einem Untergrund mit hohen Anteilen an humosen Sanden und Torfen errichtet wird. Damit sind am geplanten Standort des Walls ähnliche Bodenbeschaffenheiten und ähnliche bodenchemische Verhältnisse zu erwarten wie in dem eingesetzte Bodenmaterial im Wall. Dies entspricht der Forderung des § 12 der BBodSchV bei Umlagerung, Böden möglichst auf vergleichbare Standortbedingungen umzulagern.

Bei den Metallen Blei, Kupfer, Nickel und Zink zeigt sich in den Elutionsuntersuchungen, in Abhängigkeit von den Elutionsverfahren, teilweise eine erhöhte Mobilität, die zu erhöhten und schwankenden Konzentrationen im Sickerwasser führen kann. Es wird erwartet, dass der überwiegende Teil der Fracht aufgrund der Umlagerung in den ersten Jahren der Zwischenlagerung auftreten wird, bis sich der Wasser- und Bodenlufthaushalt innerhalb der Mieten stabilisiert hat. Bei Untersuchungen an Deichkörpern und Dämmen in Hamburg, an denen die BWS beteiligt war, wurden etwa 2 Jahre nach Errichtung der Dämme weitgehend stabile chemische Verhältnisse im Sickerwasser gemessen.

Die in den organischen Böden durch Sulfidoxidation mobilisierten Metalle werden überwiegend wieder als Karbonate gefällt und immobilisiert. Voraussetzung hierzu ist ein ausreichendes Puffervermögen des Bodens. Die Untersuchungen zum Säurebildungspotenzial und zu Säureneutralisationspotenzial zeigen, dass dieses ausreichende Puffervermögen in der Regel vorhanden ist. Aufgrund kleinräumiger geologischer und geochemischer Inhomogenitäten ist jedoch nicht auszuschließen, dass auch untergeordnet Aushubchargen mit unzureichendem Puffervermögen anfallen werden.

6 Handlungsempfehlungen

Zur Minderung der Sickerwassermengen und damit möglicher Stofffrachten empfehlen wir, den Wall mit geringdurchlässigem Material in einer Mächtigkeit von ca. 50 cm abzudecken. Mögliche Bauweisen sind z.B. in [11] mit den Bauweisen A und C beschrieben.

Aufgrund der zu erwartenden Bauabläufe werden die für die Herstellung des Walls wiederverwertbare Böden über einen Zeitraum zwischen 2 und 6 Jahre zwischengelagert. Es wird empfohlen, das Zwischenlager auf einem gedichteten Untergrund zu errichten, das Sickerwasser zu fassen und ggf. aufzubereiten. Für die Zwischenlagerung bietet sich die jetzige PWC-Anlage Steinburg an der A 23 an, so dass eine Abdichtung zum Untergrund und eine Wasserfassung bereits vorhanden ist. Vorhandene unbefestigte Flächen sind vor Errichtung des Bodenlagers abzudichten.

Zur Minderung des Sickerwasseranfalls nach dem ersten Ausbluten der wassergetränkten Böden sind die Böden im Zwischenlager möglichst mit Folie abzudecken. Die dann langfristig verbleibende Restsickerwassermenge wird auf eine Größenordnung von ca. 50 m³/a bis 100 m³/a geschätzt.

Mit den beschriebenen Empfehlungen zur Errichtung des Walls, ist eine Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung und eine Beeinträchtigung der Gewässer auszuschließen.

Hamburg, 25.05.2020

Dipl.-Geol. R. Dési
(Projektleitung)

M.Sc. Geogr. J. Sucher
(Projektbearbeitung)

B.A. Geogr. F. Gröger
(Projektbearbeitung)