



Geofakten 24

■ Boden

Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten

Schäfer, W., Gehrt, E., Müller, U., Blankenburg, J. & Gröger, J.

Juli 2010

1. Einleitung und Problemstellung

Sulfatsaure Böden, mit einem pH-Wert $< 4,0$, entstehen bei Entwässerung und Belüftung pyrithaltiger Sedimente durch die Oxidation von Pyrit (FeS_2) und die Bildung von Schwefelsäure (H_2SO_4). Pyrit und andere Schwefelverbindungen sind typische Bestandteile mariner Sedimente. In Niedersachsen finden sie sich in den Watten und Marschen der Küstengebiete, außerdem in den marinogenen Ton- und Mergelsteinen des Erdmittelalters (LANGER, PLUQUET & LARM o. J.). Gegenstand der Betrachtung sind die potenziell sulfatsauren Böden im Küstengebiet Norddeutschlands.

Man unterscheidet zwischen den durch Pyritoxidation unter aeroben Bedingungen, d. h. durch Belüftung entstandenen, aktuell sulfatsauren Böden und den anaeroben, wassergesättigten, potenziell sulfatsauren Böden bzw. Sedimenten. Wenn bei potenziell sulfatsauren Böden das Säurebildungspotenzial die Säureneutralisationskapazität übersteigt, werden sie bei Belüftung und Pyritoxidation zu aktuell sulfatsauren Böden.

Das Gefährdungspotenzial sulfatsaurer Böden ergibt sich durch

- extreme Versauerung ($\text{pH} < 4,0$) des Bodens bzw. Baggergutes, die Pflanzenschäden verursacht (SCHÄFER, KUNTZE & BARTELS 1987),
- deutlich erhöhte Sulfatkonzentrationen im Bodenwasser bzw. Sickerwasser,
- erhöhte Schwermetallverfügbarkeit bzw. -löslichkeit und erhöhte Schwermetallkonzentrationen im Sickerwasser,
- hohe Gehalte an betonschädlichen Stoffen (SO_4^- , Säuren; vgl. GRÖGER, HAMER & SCHULZ 2008),
- hohe Korrosionsgefahr für Stahlkonstruktionen.

Insgesamt führen diese Eigenschaften zu Problemen bei der Behandlung von Bodenmaterial in den betroffenen Regionen. Eine Bewertung von Böden vor einer Baumaßnahme dient der Abschätzung des Versauerungspotenzials des umzulagernden Materials (s. Geofakten 25, SCHÄFER et al. 2010). Bereits bei der Planung und Ausweisung von Gebieten, z. B. im Rahmen von Flächennutzungsplänen, Bebauungsplänen, Trassenplanungen etc., können Bodeninformationen genutzt werden; die in Punkt 5 beschriebenen Auswertungskarten können erste Hinweise geben.

2. Sulfatsaure Böden

Sulfatsaure Böden entstehen durch zwei chemische Prozesse, an denen Mikroorganismen beteiligt sind:

1. Pyritbildung (FeS_2) in einer wassergesättigten (anaeroben) Umgebung und geogenetische Anreicherung von Pyrit in einem kalkarmen bzw. kalkfreien (klastischen) Sediment oder in über- bzw. durchschlickten Niedermoortorfen,
2. Pyritoxidation unter aeroben Bedingungen infolge einer natürlichen oder künstlichen Entwässerung oder bei Belüftung von Bodenaushub.

Die mit der Pyritoxidation einhergehende Versauerung des Bodens führt zur Bildung eines aktuell sulfatsauren Bodens und zur Anreicherung von Zwischenprodukten der Pyritoxidation (Jarosit).

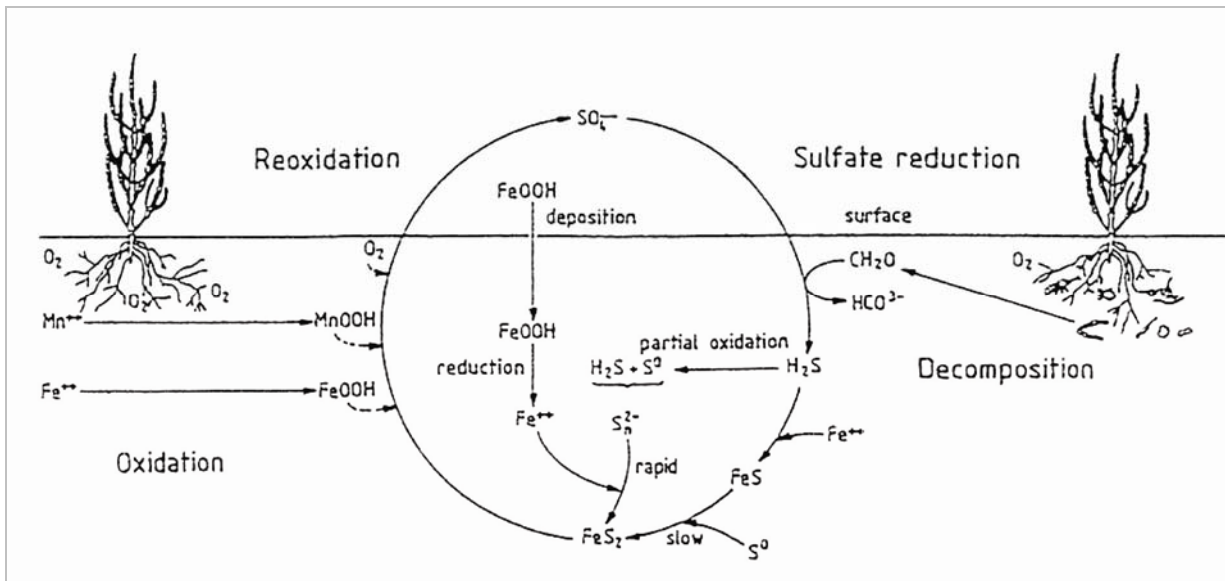


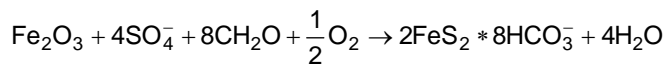
Abb. 1: Modell für den Schwefelkreislauf junger Salzmarshböden (nach BLOEM, LÜTTMANN & GIANI 1995).

Abbildung 1 zeigt den Schwefelkreislauf junger Marshböden: Durch Sulfatreduktion wird Pyrit (Eisendisulfid) gebildet. Bei Oxidation kommt es zur Jarositbildung (Maibolt) und Versauerung. Jarosit ist instabil und wird sukzessive unter Säurebildung zu Eisen(oxid)hydroxid umgewandelt.

2.1 Sulfatreduktion und Pyritbildung

Die Pyritbildung verläuft in folgenden Schritten (DENT 1986):

- Reduktion von Sulfationen zu Sulfiden durch sulfatreduzierende Bakterien; als Kohlenstoffquelle benötigen die Bakterien organische Substanz,
- partielle Oxidation von Sulfiden zu elementarem Schwefel/Polysulfiden,
- Bildung von FeS durch Verbindung von gelösten Sulfiden mit Eisen; das Eisen stammt von Eisen(III)-Ionen und wird mikrobiell zu Fe(II) reduziert,
- Bildung von Pyrit durch Verbindung von FeS mit elementarem Schwefel/Polysulfiden
- Die Pyritbildung wird durch die folgende Summenformel beschrieben:



↓
Fe(III)-Oxid

↓
Sulfat aus Meer-/Brackwasser

↓
organische Substanz

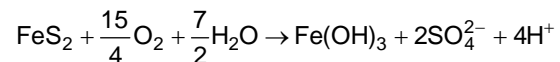
↓
Sauerstoff

Daraus ergeben sich die folgenden essentiellen Voraussetzungen für die Pyritbildung:

- anaerobe Bedingungen,
- Zufuhr von sulfathaltigem Wasser (Meerwasser-/Brackwassereinfluss),
- Vorhandensein von organischer Substanz,
- Vorhandensein einer Eisenquelle.

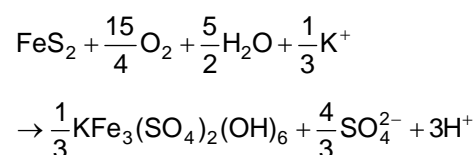
2.2 Pyritoxidation und Jarositbildung

Pyrit ist nur unter reduzierenden Bedingungen stabil. Durch Entwässerung und Belüftung der potenziell sulfatsauren Sedimente wird die Oxidation von Pyrit initiiert und dabei Säure freigesetzt. Die Oxidation von Pyrit verläuft in mehreren Schritten und umfasst chemische und mikrobiologische Prozesse. Das Ergebnis der Pyritoxidation mit Eisen(III)hydroxiden als Endprodukt kann als Summenformel wie folgt beschrieben werden:



Diese Summenformel zeigt, dass bei der Pyritoxidation 4 mol Säure (H⁺) je mol Pyrit (FeS₂) entstehen.

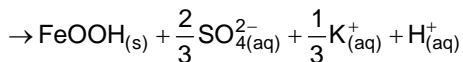
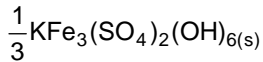
Unter bestimmten Redoxbedingungen und bei pH-Werten < 3,7 entsteht Jarosit als instabiles Zwischenprodukt der Pyritoxidation:



↓
Jarosit

Die Jarositbildung ist an den charakteristischen blaugelben bzw. schwefelgelben Ablagerungen in Poren und Klüftflächen im Unterboden zu erkennen. Die regionale Bezeichnung für Jarosit ist Maibolt; er ist ein typisches Merkmal für einen aktuell sulfatsauren Boden.

2.3 Jarositlösung und Eisen(oxid)hydroxidbildung



Bei der Umwandlung von Jarosit in Eisen(oxid)-hydroxid wird Säure freigesetzt (nach LANGENHOFF 1986).

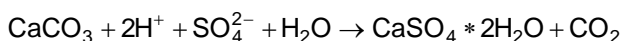
3. Potenziell sulfatsaure Sedimente

Ein pyrithaltiges Sediment wird als potenziell sulfatsaures Sediment (bzw. potenziell sulfatsaurer Boden) bezeichnet, wenn das Säurebildungspotenzial größer ist als die Säureneutralisationskapazität des Bodens. Bei Entwässerung und Belüftung entwickelt sich dann aus einem potenziell sulfatsauren Boden ein aktuell sulfatsaurer Boden.

Die Neutralisationskapazität des Bodens wird im Wesentlichen bestimmt durch

- Carbonate,
- austauschbare Basen,
- leicht verwitterbare Silikate.

Bei der Neutralisation der Säure durch Calciumcarbonat entsteht Gips (Calciumsulfat):



Die Neutralisationskapazität von 1 kg CaCO_3 beträgt 20 mol Säure (H^+). Da 1 mol Pyrit 4 mol H^+ (Säure) freisetzt, wird die Säurebildung bei der Oxidation von 1 Gew.-% Pyritschwefel durch 3 Gew.-% CaCO_3 neutralisiert. Die austauschbaren Basen in den Sedimenten des Küstenholozäns können die Säurebildung von etwa 0,5 Gew.-% Pyritschwefel neutralisieren. Die Löslichkeit der Silikate ist in der Regel so gering, dass die Bildung von extrem sauren Böden nicht verhindert wird. Damit ist im Bodenaushub von kalkfreien bzw. kalkarmen Sedimenten in der Regel ab einem Gehalt von 0,5 Gew.-% Pyritschwefel (Säure bildender Schwefel) mit der Bildung von sulfatsauren Böden zu rechnen.

Die potenziell sulfatsauren Sedimente des niedersächsischen Küstenholozäns enthalten im Mittel bis zu 2 Gew.-% Säure bildenden Schwefel, d. h. ab einem Carbonatgehalt von ca. 6 (7) Gew.-% CaCO_3 in diesen Sedimenten ist in der Regel nicht mehr mit der Ausbildung von sulfatsauren Böden zu rechnen.

4. Erkennen von sulfatsauren Böden und potenziell sulfatsauren Sedimenten

Sulfatsaure Böden entstehen durch Pyritoxidation in den belüfteten Horizonten des Bodens und sind an den folgenden Merkmalen zu erkennen:

- Charakteristische blaugelbe (schwefelgelbe) Flecken von Jarosit (Maibolt) in einer sonst grauen Matrix. Jarosit tritt in der Regel im mehr oder weniger aeroben Unterboden oberhalb des Grundwasserspiegels auf (Go- bzw. Go/r-Horizont). Aktuell sulfatsaure Niedermoor torfe zeigen keine Jarositbildung.
- Extreme Versauerung der jarosithaltigen Horizonte. Die pH-Werte liegen in der Regel $< 3,7$.
- Hohe Gehalte an löslichem Eisen im Dränwasser. Starke Verockerung von Dränrohren und Drängräben.

Sulfatsaure Böden werden in der Regel von potenziell sulfatsauren Sedimenten unterlagert.

Potenziell sulfatsaure Sedimente mit hohen Pyritgehalten sind nur indirekt zu erkennen an:

- anaeroben, wassergesättigten Bedingungen, i. d. R. weichplastischer Konsistenz,
- dunkelgrauen bis grünlich-grauen Farben, häufig mit schwarzen Flecken (FeS),
- teilweise zersetzten (häufig geschwärzten) Pflanzenresten, in der Regel > 8 Gew.-% organische Substanz, oder über- bzw. durchschlickte Niedermoor torfe,
- klastischen Sedimenten mit > 30 % Ton, häufig mit Torfschichten verzahnt,
- Carbonatfreiheit bis Carbonatarmut (Probe mit 10%iger HCl),
- häufigem H_2S -Geruch.

Die in den Geofakten 25 (SCHÄFER et al. 2010) beschriebenen Vor-Ort-Schnellmethoden und einfache Labormethoden können die Diagnose von potenziell sulfatsauren Sedimenten unterstützen.

Bei positivem Befund sind weitergehende Untersuchungen (s. Geofakten 25, SCHÄFER et al. 2010) zu empfehlen.

5. Hinweise zur Vorerkundung

Die Auswertungskarten „Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten“ geben erste Hinweise auf die Problemgebiete. In Karte 1 (s. Abb. 3) werden die potenziell sulfatsauren Böden von 0–2 m und in Karte 2 (s. Abb. 4) die potenziell sulfatsauren Sedimente von 2 m bis zur Basis des Küstenholozäns dargestellt. Karte 2 ist nur für den westlichen Küstenraum vorhanden. Die Karte „Relief des Küstenholozäns“ liefert Hinweise zur Mächtigkeit der holozänen Sedimente. Die Karten sind im Detail über den Kartenserver des LBEG (<http://nibis.lbeg.de/cardomap3>) zu erreichen (s. Abb. 2).



Abb. 2: Kartenserver.

5.1 Kartiereinheiten

In Tabelle 1 sind die Inhalte der Kartiereinheiten, die Bewertung hinsichtlich des Auftretens von potenziell sulfatsauren Sedimenten und Kartiermaßnahmen beschrieben.

Die Kartiereinheiten für die Blattrandlegende umfassen folgende Gruppen:

GR1: aktuell sulfatsaure Böden

Standorte mit Maibolt auf Grundlage der Bodenschätzung und der BK 25.

GR2: Gebiete, in denen potenziell sulfatsaure Böden auftreten

Potenziell sulfatsaure Böden bzw. Sedimente mit Anreicherung von Säure bildenden Sulfiden:

- carbonatfrei/carbonatarm/carbonathaltig,
- > 8 Gew.-% organische Substanz,
- klastische Sedimente > 30 % Ton,
- brackische, brackisch-lagunäre, limnisch-lagunäre Sedimente,
- klastische Sedimente, mit Torfschichten verzahnt,
- Sedimente sind reduziert, grau, in Umgebung von Pflanzenresten blauschwarz,
- halb reif bis unreif, d. h. weichplastische bis weichbreiige Konsistenz.

GR2.1: potenziell sulfatsaure Böden, carbonatfrei
Standorte mit potenziell extremer Bodenversauerung ohne freies Carbonat.

Entwicklung unter aeroben Bedingungen:

- extreme Bodenversauerung (pH < 3,5),
- hohe SO₄-Austräge,
- erhöhte Schwermetalllöslichkeit, d. h. erhöhte Schwermetallverfügbarkeit und erhöhte Schwermetallausträge,
- Pflanzenschädigung (Al-Toxizität).

Organomarschen nach BK 25, lagunäre Ablagerungen nach GK 50, stark organische Profile nach Bodenschätzung (Mo oder Darg), Varianten Y3 und Y4 der Küstenkarte.

GR2.2: potenziell sulfatsaure Böden, carbonatfrei bis mittel carbonathaltig

Standorte häufig mit freiem Carbonat (1–7 % CaCO₃) und dann nur schwacher bis mäßiger Bodenversauerung.

Entwicklung unter aeroben Bedingungen:

- Entkalkung bis maximal mäßige Bodenversauerung,
- hohe SO₄-Austräge,
- eventuell leicht erhöhte Schwermetalllöslichkeit.

Die Versauerung kann durch die Anteile der Carbonate gepuffert bzw. verzögert werden.

GR2.3: Über- und Unterlagerungen von Torf und Ton

Grenzbereich zwischen marinen Sedimenten und Mooren (marinogenen Sedimenten über Torf oder Torf über marinogenen Sedimenten) und Wechselagerungen von Torf und marinogenen Sedimenten.

- carbonatfrei bis carbonathaltig,
- örtlich klastische Sedimente mit Torfschichten verzahnt; dort sind die Bildungsbedingungen für sulfatsaure Böden gegeben.

GR2.4: carbonatfreie, tonige und brackische Sedimente

In dieser Kategorie sind die tonigen Sedimente des Sietlandes zusammengefasst, die in der Fläche nur geringe Anteile an organischer Substanz aufweisen. Nach der Kartierung der BK 25 treten in diesen Arealen jedoch mit geringem Flächenanteil stärker organische Bildungen und aktuell sulfatsaure Böden mit Maibolt auf. Diese sind nur kleinräumig vorhanden und daher in der BK 25 nicht verortet. Bei Baumaßnahmen ist eine Vorerkundung notwendig. Dabei ist besonders auf tiefer gelegenes, feuchtes Grünland zu achten.

GR2.5: carbonathaltige, tonige und brackische Sedimente

Wie bei GR2.4 liegen hier brackische Sedimente vor, die jedoch freies Carbonat aufweisen. In der Fläche haben die Böden nur geringe Anteile an organischer Substanz. Aktuell sulfatsaure Böden und Organomarschen treten nur äußerst selten auf. Bei Baumaßnahmen ist eine Vorerkundung notwendig. Dabei ist besonders auf tiefer gelegenes, feuchtes Grünland zu achten.

GR2.6: marinogene Substrate ohne sulfatsaure Böden

Diese Kategorie umfasst die junge marine Marsch und die Gebiete des Gezeitenfluvials (Flussmarsch) ohne Hinweise auf sulfatsaure Böden. Gleichzeitig wird mit dieser Kategorie der Suchraum der Marschen vervollständigt.

Neben den genannten Gruppen werden in der Karte zur Vervollständigung noch die Gebiete mit Nieder- und Hochmooren ausgewiesen. In den Niedermooren können bei hohem Anteil an klastischen Sedimenten potenziell sulfatsaure Böden auftreten. In den Hochmooren ist das Auftreten von potenziell sulfatsauren Substraten unwahrscheinlich. Unter dem Hochmoortorf ist aber ggf. auf diese Substrate zu achten.

Besonders in den Legendeneinheiten GR1 bis GR2.5 sind vor Baumaßnahmen weitere Vorerkundungen (s. Geofakten 25, SCHÄFER et al. 2010) zu empfehlen.

Tab. 1: Kurzbeschreibung der Kartiereinheiten für die Blattrandlegende.

Farbe	Kürzel	Inhalt	Kurzbeschreibung	Einstufung*	Maßnahme für Kartierung
	GR1	aktuell sulfatsaure Böden	vorherrschend Standorte mit Maibolt (Jarosit)	sehr hoch	<ul style="list-style-type: none"> flächige Erkundung mit engem Raster, ggf. bis zur Holozänbasis, Prüfung mit H₂O₂ und Salzsäure (Kalknachweis).
	GR2.1	potenziell sulfatsaure Böden, carbonatfrei	vorherrschend Standorte mit potenzieller extremer Bodenversauerung (Organomarschen)	oben sehr hoch, Untergrund z. T. hoch – sehr hoch	
	GR2.2	potenziell sulfatsaure Böden, carbonatfrei bis mittel carbonathaltig	bei freiem Carbonat überwiegend potenziell schwache bis mäßige Bodenversauerung; wenn carbonatfrei, starke Bodenversauerung	mittel – hoch	
	GR2.3	Über- und Unterlagerungen von Torf und Ton	überwiegend Moormarschen und Torfdecken über Ton	mittel – hoch	<ul style="list-style-type: none"> Erkundung bei begründeten Hinweisen, Prüfung mit H₂O₂ und Salzsäure (Kalknachweis).
	GR2.4	carbonatfreie tonige und brackische Sedimente	stetiges Auftreten von sulfatsauren Böden mit geringem Flächenanteil	mittel	
	GR2.5	carbonathaltige tonige und brackische Sedimente	stetiges Auftreten von potenziell schwach bis mäßig sauren Böden durch freies Carbonat mit geringem Flächenanteil	gering	Erkundungsmaßnahmen nur in begründeten Ausnahmen
	GR2.6	marinogene Substrate ohne sulfatsaure Böden	junge See- und Flussmarschen ohne die Bildungsbedingungen für sulfatsaure Böden	gering	
		Niedermoore im Küstenholozän	geringer Flächenanteil potenziell sulfatsaurer Böden	gering, örtlich mittel – hoch	
		Hochmoore im Küstenholozän	keine Bildungsbedingungen für sulfatsaure Böden	gering	

* Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von potenziell sulfatsauren Sedimenten.

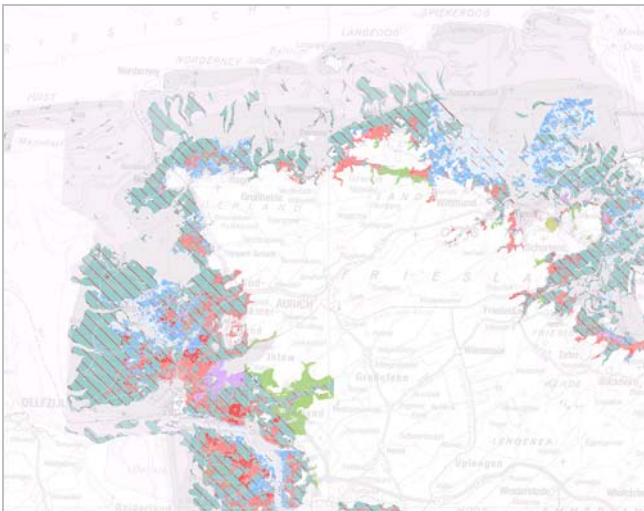


Abb. 3: Auswertungskarte 1 „Sulfatsaure Böden“, Tiefenbereich 0–2 m.

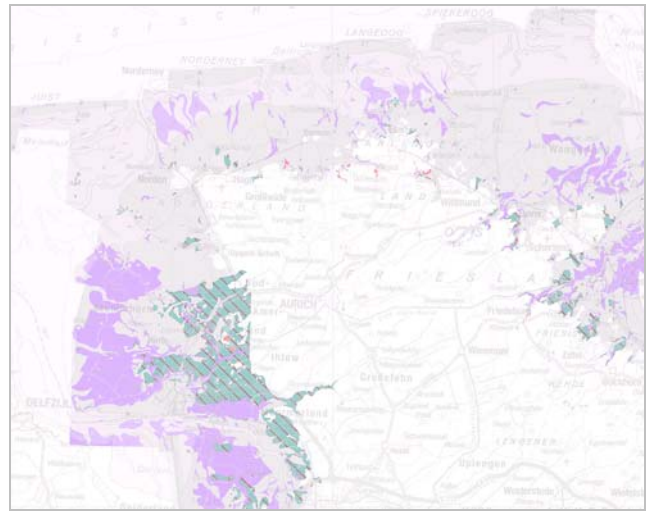


Abb. 4: Auswertungskarte 2 „Sulfatsaure Böden“, Tiefenbereich ab 2 m.

6 Grundlagen der Auswertungskarten „Sulfatsaure Böden“

In der Auswertungskarte 1 (Tiefe 0–2 m) sind verschiedene Ausprägungen dargestellt. Hier wird das Gebiet des Küstenholozäns mit den Marschböden betrachtet. Die Marschen nehmen in Niedersachsen ca. 3 900 km² ein. Diese Fläche entspricht einem Anteil von ca. 8 % an der niedersächsischen Landesfläche. In die Untersuchung wurden die Gebiete der Flussmarschen oberhalb von Hamburg nicht mit einbezogen, da diese Gebiete zwar tidebeeinflusst waren, ein signifikant erhöhter Sulfatgehalt durch den Einfluss von Meerwasser aber nicht gesichert ist.

Für die Fragestellung der sulfatsauren Böden sind insbesondere Hinweise auf aktuell sulfatsaure Böden (Maibolt oder Jarosit) sowie auf hohe Gehalte an organischer Substanz bei gleichzeitigem hohem Tongehalt und hoch anstehendem Grundwasser von Bedeutung. Diese Angaben sind in verschiedenen Datenquellen vorhanden. Für die Erstellung der Karte zur Verbreitung der potenziell sulfatsauren Böden wurden die folgenden Unterlagen ausgewertet:

1. Bodenkarte von Niedersachsen 1 : 25 000 (BK 25),
2. Daten der Bodenschätzung,
3. Geologische Karte von Niedersachsen 1 : 50 000 (GK 50),
4. Geologische Küstenkarte von Niedersachsen (GBPK 25),
5. Bodenübersichtskarte von Niedersachsen 1 : 50 000 (BÜK 50).

Die Auswertungskarte 2 (Tiefe > 2 m) beruht ausschließlich auf der Geologischen Küstenkarte von Niedersachsen (GBPK 25).

6.1 Bodenkarte von Niedersachsen (BK 25)

Die BK 25 wurde von 1960–1970 kartiert. Nacharbeiten erfolgten bis 1990. Insgesamt liegen für 55 Kartenblätter Kartierungen vor. Die Karten wurden nach 1990 digitalisiert und 2009 im Rahmen der Arbeiten für die BK 50 von Niedersachsen in die heutige Systematik übersetzt. Dabei wurden 3 340 km² der Marsch ausgewertet. Das entspricht etwa 86 % der niedersächsischen Marsch. Die BK 25 weist Areale mit aktuell sulfatsauren Organomarschen sowie Organomarschen mit hohem Potenzial für sulfatsaure Böden direkt aus. In der Fläche sind die Kalkgehalte in Tiefenstufen darge-

stellt. Die Differenzierung in die marine, die brackische und die Flussmarsch erlaubt, die Suchräume für potenziell sulfatsaure Böden einzugrenzen. Im Gebiet der normalen Brackmarsch (MBn) und Knickmarsch treten punktuell kleine Gebiete mit Maiboltbildungen auf. Diese Gebiete sind in der BK 25 durch Signaturen gekennzeichnet.

6.2 Daten der Bodenschätzung

Die Daten der Bodenschätzung liegen für etwa 90 % der Marsch vor. Neben einer detaillierten Abgrenzung sind in ihnen Angaben zu folgenden Parametern enthalten:

- Maibolt in der Horizontansprache (aktuell sulfatsaure Böden),
- Böden mit hohem Gehalt an organischer Substanz und hohem Tongehalt (Bodenart T und LT) sowie Angaben zu moor- oder anmoorartigen Gehalten an organischer Substanz,
- Merkmal Da in der Bodenart: Die Bezeichnung Da (Darg) weist, wie die Angabe von Moor- oder Anmoormerkmalen, auf hohe Gehalte an organischer Substanz hin und ist in Kombination mit hohen Tongehalten ein Zeiger für das Vorkommen von potenziell sulfatsauren Böden.
- Kalk im Profil: Die Ansprache der Kalkgehalte ist ein sehr sicheres und zuverlässiges Merkmal der Bodenschätzung. Im Kontext der sulfatsauren Böden ist ein erhöhter Kalkgehalt als positiv einzuschätzen, weil dadurch bei einer Oxidation die Versauerung gepuffert werden kann. Zusammen mit den Angaben der BK 25 ergibt sich ein geschlossenes Bild der Kalkgehalte im oberflächennahen Bereich.
- Überlagerung von Ton durch Moor (Mo/T, Mo/LT) und von Moor durch Ton (Moormarschen, T/Mo und LT/Mo).

6.3 Geologische Karte von Niedersachsen (GK 50)

Die GK 50 von Niedersachsen liegt flächendeckend vor. In Bezug auf einige Merkmale ergänzt sie die BK 25 bzw. ersetzt sie, wo diese nicht vorliegt. Bedeutsam sind die Angaben „brackisch“ und „lagunär“ zur Genese.

6.4 Geologische Küstenkarte von Niedersachsen (GBPK 25)

Diese Karte (STREIF 1998) liegt für das Gebiet zwischen Weserästuar und Ems vor. Von Cuxhaven bis Hamburg wurde sie noch nicht erarbeitet. Die Karte erlaubt Aussagen bis zur Holozänbasis. Dies ist u. a. für tiefgreifende Gründungen wichtig. Für die Fragestellung sind die Verzahnungsbereiche zwischen marinen Sedimenten und Torf relevant. Unterschieden werden die vier Typen Y1–Y4, wobei Y1 und Y2 durch die marinen Sedimente und Y3 und Y4 durch die Torfe dominiert werden. In den Letztgenannten wird die Wahrscheinlichkeit der Pyritbildung als deutlich erhöht angenommen. In den Varianten Y1 und Y2 sind die Sedimente häufiger carbonathaltig, die bei der Pyritoxidation gebildete Säure wird entsprechend abgepuffert.

6.5 Bodenübersichtskarte von Niedersachsen (BÜK 50)

Die BÜK 50 wurde im Wesentlichen für die Abgrenzung der Marsch und der in die Marsch eingeschlossenen Moore verwendet. Sie liegt flächendeckend vor.

6.6 Bewertung

Die Erstellung der Karte 1 (s. Abb. 3) erfolgte in folgenden Schritten:

- Prüfung der Einzelkarten in Bezug auf die Aussagekraft für sulfatsaure Böden,
- Festlegung der zu benutzenden Parameter in den jeweiligen Kartenwerken,
- Verschneidung der Informationsebenen: 750 000 Teilflächen mit ca. 9 000 Kombinationen der Informationen,
- Bewertung der Parameterkombination für die Zielgröße „sulfatsaure Böden“ und Zuweisung der Ergebnisgruppen,
- Darstellung in der Auswertungskarte „Sulfatsaure Böden“ (Tiefenbereich 0–2 m).

Bei der Bewertung der Inhalte wurde eine Hierarchie für die verwendeten Daten festgelegt. Dabei wurde die Geologische Küstenkarte (Y-Einheiten) immer hinterlegt; die Information der BK 25 und die Daten der Bodenschätzung flossen gleichberechtigt ein. Es wurde die jeweilige Information über sulfatsaure Böden übernommen. Die Information aus der GK 50 wurde vor allem dort benötigt, wo aus der BK 25, den Daten der Bodenschätzung und der Geologischen Küstenkarte nur unzureichende Informationen vorliegen (s. o.).

Literatur

BLOEM, E., LÜTTMANN, B. & GIANI, L. (1995): Jahreszeitliche Schwefeldynamik semisubhydrischer Salzmarschen. – Z. Pflanzenern. Bodenkde. **158**, 251–256.

DENT, D. (1986): Acid sulphate soils: a baseline for research and development. – ILRI publication **39**; Wageningen.

GRÖGER, J., HAMER, K. & SCHULZ, H. D. (2008): Das Angriffspotenzial sulfatsaurer Böden in Norddeutschland - Der kombinierte Säure- und Sulfatangriff auf Beton. – Beton- und Stahlbetonbau 103, Heft **8**, 563–569.

KARTENSERVR LBEG: <http://nibis.lbeg.de/cardomap3>.

LANGENHOFF, R. (1986): Distribution, mapping, classification und use of acid sulphate soils in the tropics. – Stichting voor Bodemkartering. Stencil nr. 6978, Interne Mededling nr. **74**, STIBOKA; Wageningen.

LANGER, A., PLUQUET, E. & LARM, A. (o. J.): Untersuchungen zur Freisetzung von Sulfat aus Böden und Gesteinen in Niedersachsen. – Hannover (LBEG).

SCHÄFER, W., KUNTZE, H. & BARTELS, R. (1987): Bodenentwicklung aus Spülgut in Deponieflächen. – Geol. Jb. **F 22**, 79 S., 24 Abb., 41 Tab.; Hannover.

SCHÄFER, W., PLUQUET, E., WEUSTINK, A., BLANKENBURG, J. & GRÖGER, J. (2010): Handlungsempfehlungen zur Bewertung von und Umgang mit Bodenaushub aus (potenziell) sulfatsauren Sedimenten. – Geofakten **25**: 8 S., 4 Abb., 2 Tab.; Hannover (LBEG).

STREIF, H. (1998): Die Geologische Küstenkarte von Niedersachsen 1 : 25 000 - eine neue Planungsgrundlage für die Küstenregion. – Zeitschr. f. angewandte Geol. **44**: 183–194.

Impressum:

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

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

© LBEG Hannover 2010

Version: 25.11.2010

Autoren

- Dr. Ernst Gehrt, Tel.: 0511/ 643-3601
mail: Ernst.Gehrt@lbeg.niedersachsen.de
- Dr. Walter Schäfer, Tel.: 0511/ 643-3264
mail: Walter.Schaefer@lbeg.niedersachsen.de
- Dr. Udo Müller, Tel.: 0511/ 643-3594
mail: Udo.Mueller@lbeg.niedersachsen.de
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie
Stilleweg 2, 30655 Hannover
Internet: <http://www.lbeg.niedersachsen.de>
- Dr. Joachim Blankenburg, Tel.: 0421/ 218 659-10
mail: jblankenburg@gdfb.de
Geologischer Dienst für Bremen,
Marum-Gebäude
Leobener Straße, 28359 Bremen
Internet: <http://www.gdfb.de/>
- Jens Gröger
mail: jgroeger@uni-bremen.de, Tel.: 0421/ 218-65119
Universität Bremen
Fachbereich Geowissenschaften
Postfach 330440, 28334 Bremen
Internet: <http://www.geo.uni-bremen.de>