

Praxiserfahrungen im Umgang mit Sulfatsauren Böden



Niedersächsisches Bodenschutzforum 2018

Sabine Heumann, Ernst Gehrt, Jens Gröger-Trampe



Gliederung

- **Problematik und Entstehung Sulfatsaurer Böden**
- **Aktuelle Empfehlungen bei Baumaßnahmen**
- **Semiterrestrische Umlagerung von sulfatsaurem Bodenaushub**



Warum sind Sulfatsaure Böden überhaupt ein Problem?

Problembewusstsein verstärkt durch intensive Baumaßnahmen im Bereich der niedersächsischen Küstengebiete

Bau der Küstenautobahn (A27) in den 1970er Jahren
→ reduziertes Pflanzenwachstum



Bau eines Gewerbegebiets im LK Aurich in 2010 → Stoffumwandlungen/Austräge



Zur Zeit insbesondere:

- Windparks
- Stromtrassen

Fotos: LBEG



Potenziell und aktuell sulfatsaure Böden

Hohe Gehalte an grauen Eisensulfiden, vor allem Pyrit (potenziell sulfatsauer)

Pyrit (FeS_2) unter der Lupe:

„Weißliche Nester“



... oder strohgelber Jarosit /Maibolt (aktuell sulfatsauer)



... z.T. auch
schwarz-
graues
Eisensulfid
(FeS)



Potenziell und aktuell sulfatsaure Böden

... bei gleichzeitig geringem Kalkgehalt!

Hohe Gehalte an grauen Eisensulfiden, vor allem Pyrit (potenziell sulfatsauer)

Pyrit (FeS_2) unter der Lupe:
„Weißliche Nester“



... oder strohgelber Jarosit /Maibolt (aktuell sulfatsauer)

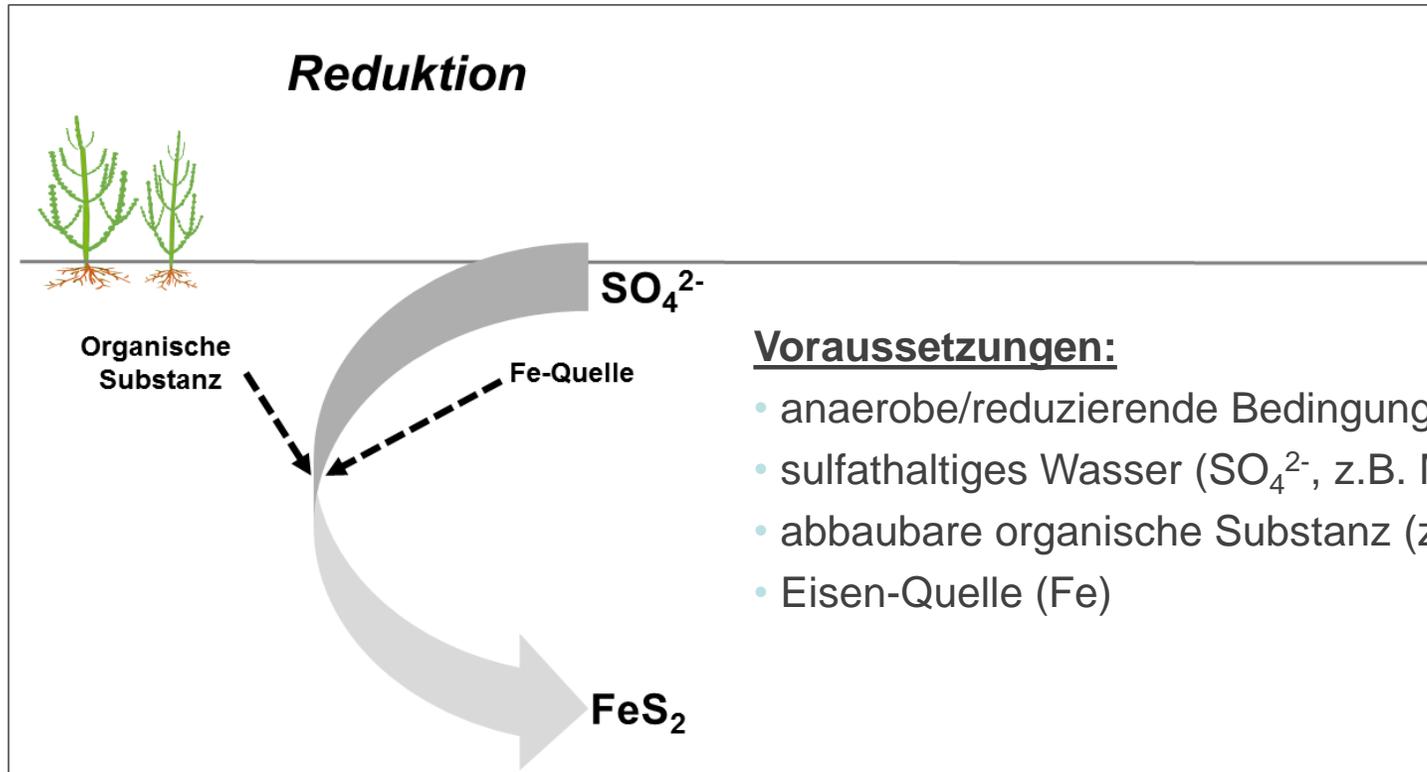


... z.T. auch
schwarz-
graues
Eisensulfid
(FeS)



Potenziell sulfatsaure Böden

→ Warum ist Pyrit (FeS_2) in diesen Böden bzw. wie wurde es gebildet?



Nach Bloomfield 1973, Berner 1984, Hicks et al. 1999; Abb.: LBEG

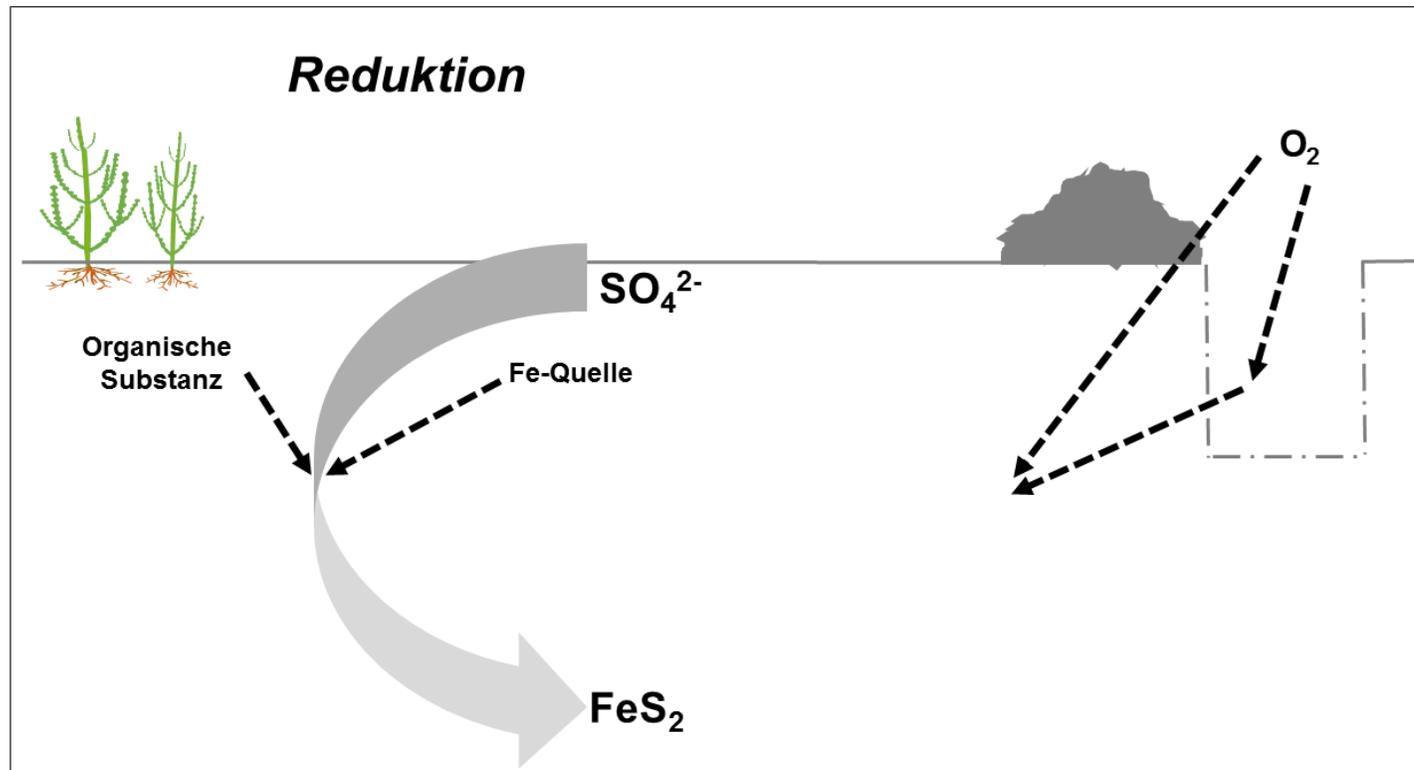


Potenziell sulfatsaure Böden

→ ... sind ganz natürlich!

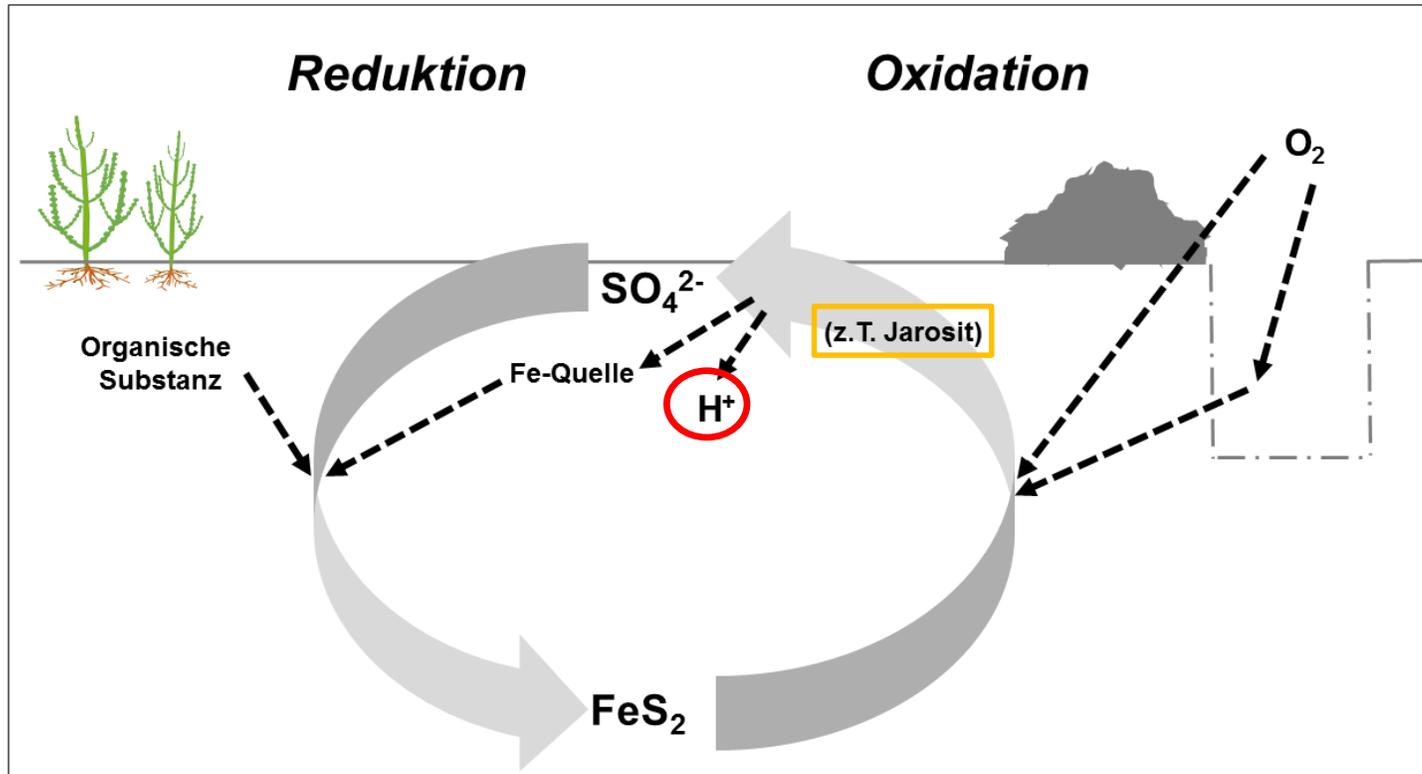
Bodenaushub und/oder
Entwässerung:

... bei gleichzeitig
geringem Kalkgehalt!



Aktuell sulfatsaure Böden durch Belüftung

Bodenaushub und/oder
Entwässerung:



... bei gleichzeitig
geringem Kalkgehalt!

**Aktuell sulfatsaures
Bodenmaterial
oft oberhalb von
potenziell
sulfatsaurem
Bodenmaterial!**

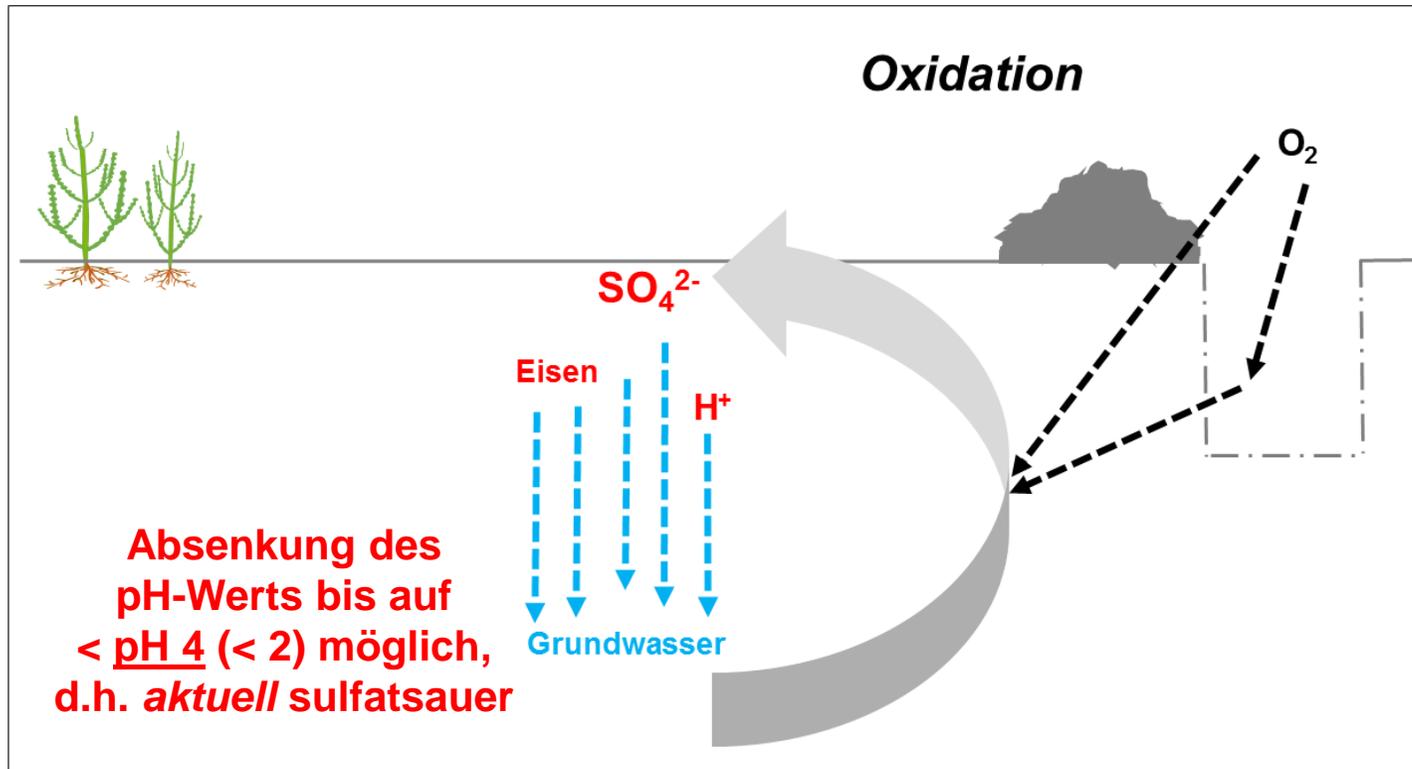
Nach Dent 1986, van Breemen 1973



Aktuell sulfatsaure Böden durch Belüftung

Bodenaushub und/oder
Entwässerung:

... bei gleichzeitig
geringem Kalkgehalt!

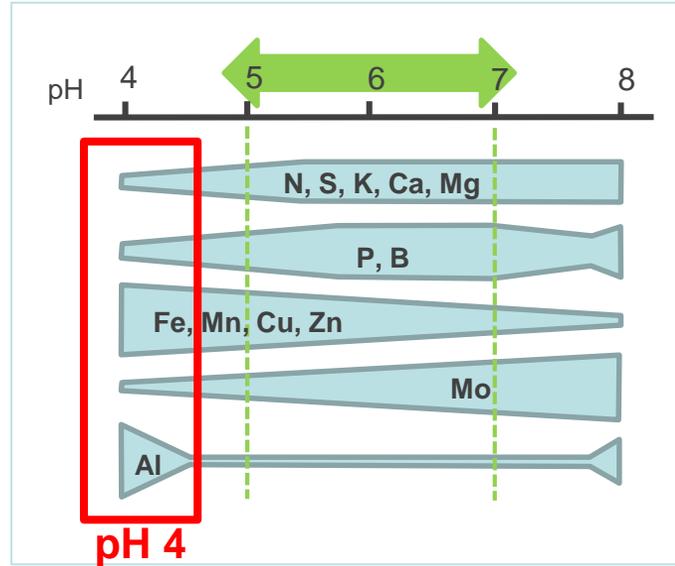


Nach Dent 1986, van Breemen 1973



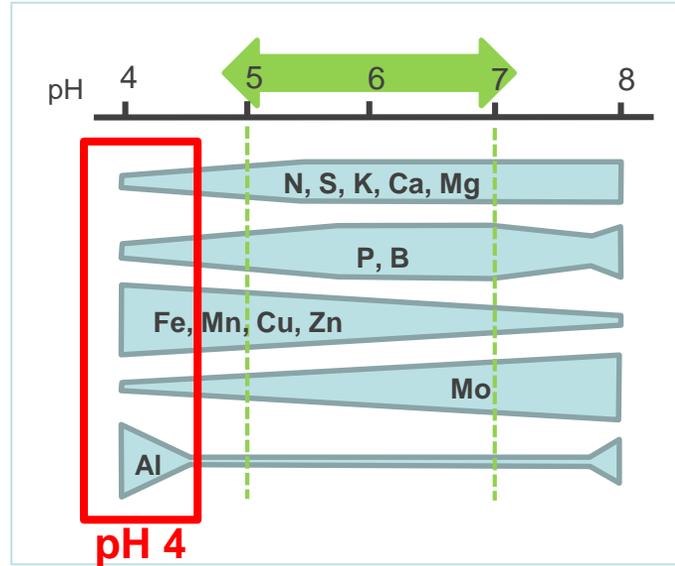
Die vielfältigen Probleme aktuell sulfatsaururer Böden

a) Pflanzenschäden bzw. gar kein Wachstum:

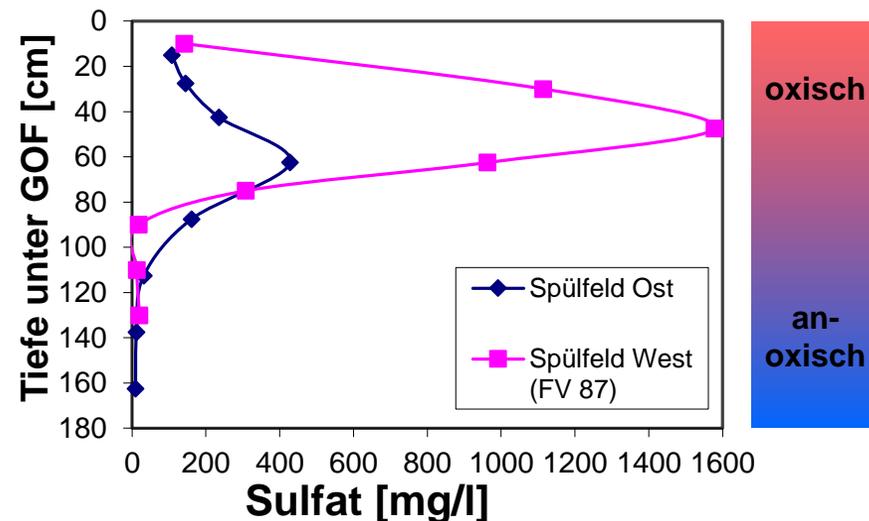


Die vielfältigen Probleme aktuell sulfatsaurerer Böden

a) Pflanzenschäden bzw. gar kein Wachstum:

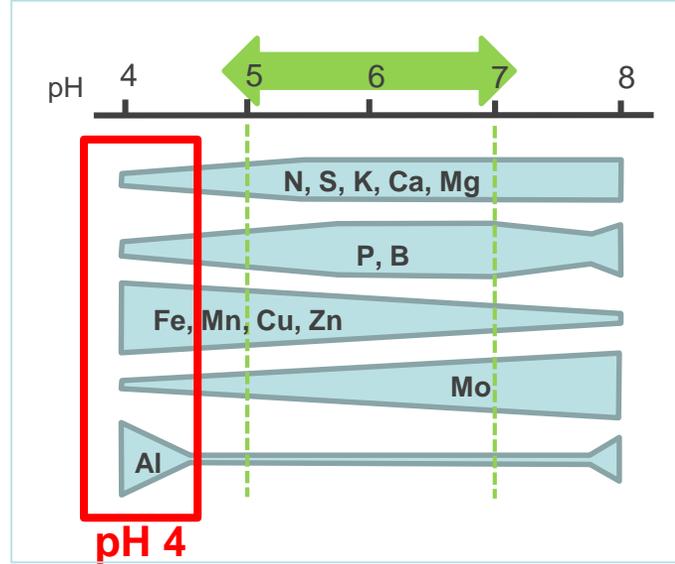


b) Beeinträchtigung der Wasserqualität:
 Säure (pH<2 möglich), Sulfat, Eisen, außerdem erhöhte Schwermetallmobilität
 → Überschreiten von Prüf-, Maßnahme- oder Vorsorgewerten nach BBodSchV (Schwer-/Metalle, z.B. Aluminium) und Schwellenwerten nach GrwV (Sulfat) möglich



Die vielfältigen Probleme aktuell sulfatsaurer Böden

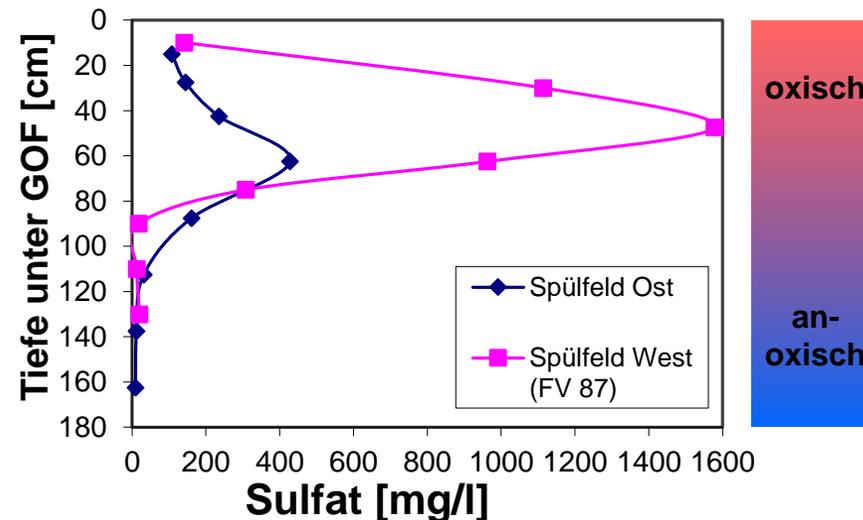
a) Pflanzenschäden bzw. gar kein Wachstum:



c) Schäden an Bauwerken:
Verstopfte Drainagen,
bröckliger und weicher Beton,
Korrosion von Stahlbauten



b) Beeinträchtigung der Wasserqualität:
Säure (pH<2 möglich), Sulfat, Eisen,
außerdem erhöhte Schwermetallmobilität
→ Überschreiten von Prüf-, Maßnahme-
oder Vorsorgewerten nach BBodSchV
(Schwer-/Metalle, z.B. Aluminium) und
Schwellenwerten nach GrwV (Sulfat)
möglich



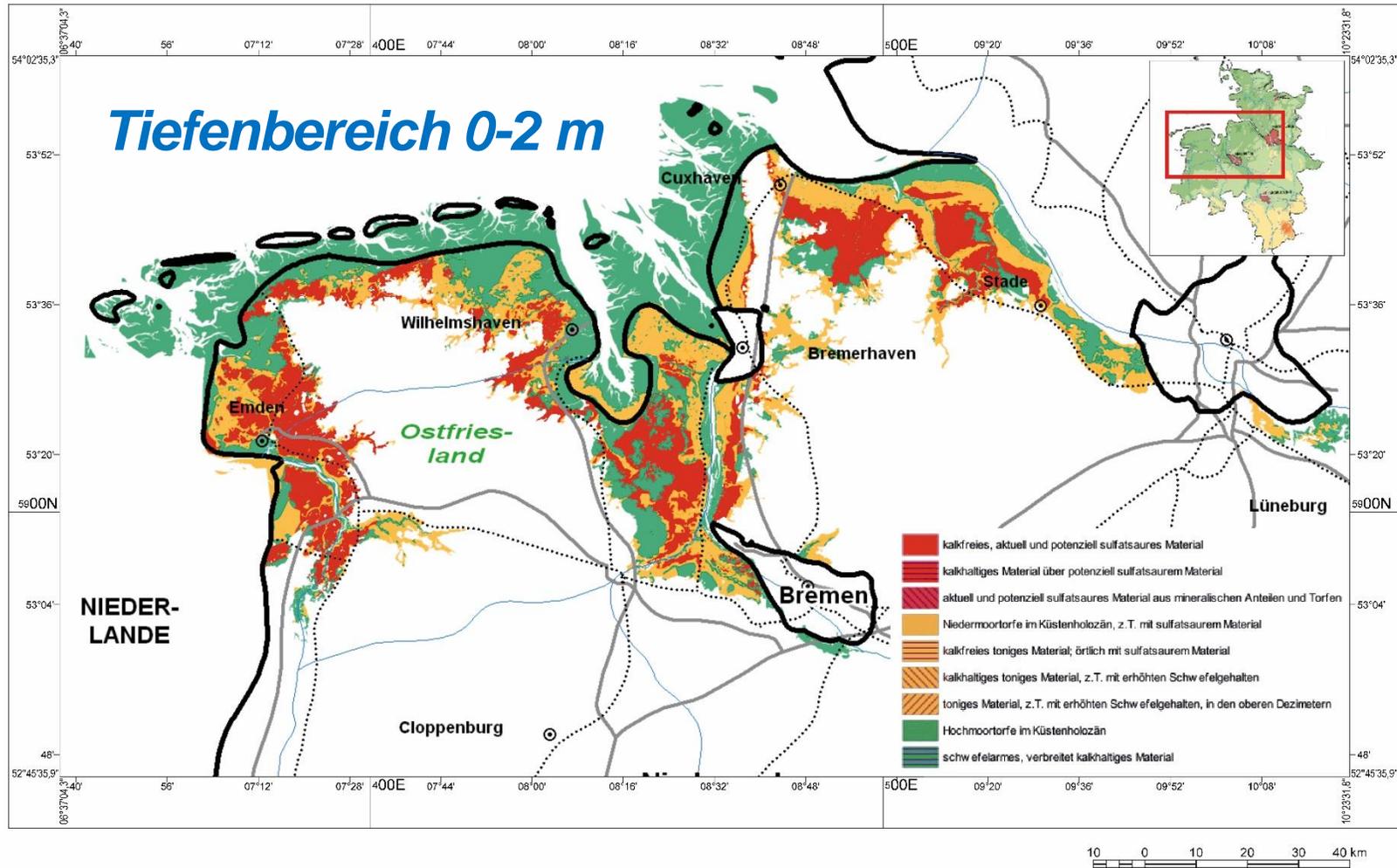
Gliederung

- **Problematik und Entstehung Sulfatsaurer Böden**
- **Aktuelle Empfehlungen bei Baumaßnahmen**
- **Semiterrestrische Umlagerung von sulfatsaurem Bodenaushub**



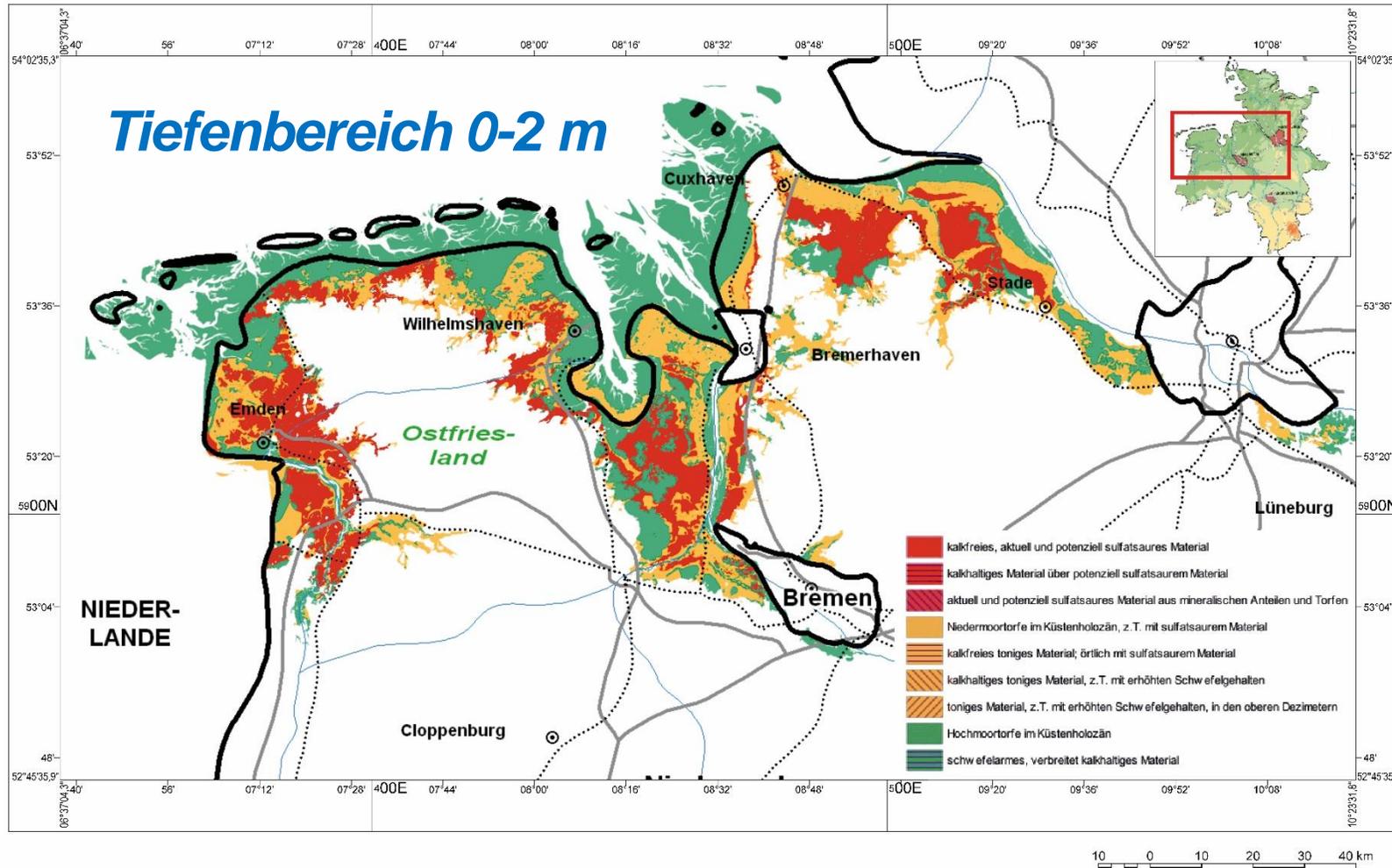
Abgestuftes Beratungskonzept (Küstenbereich)

1.) Zwei Auswertungskarten im NIBIS-Kartenserver

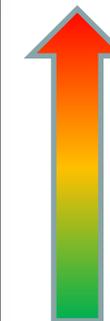


Abgestuftes Beratungskonzept (Küstenbereich)

1.) Zwei Auswertungskarten im NIBIS-Kartenserver



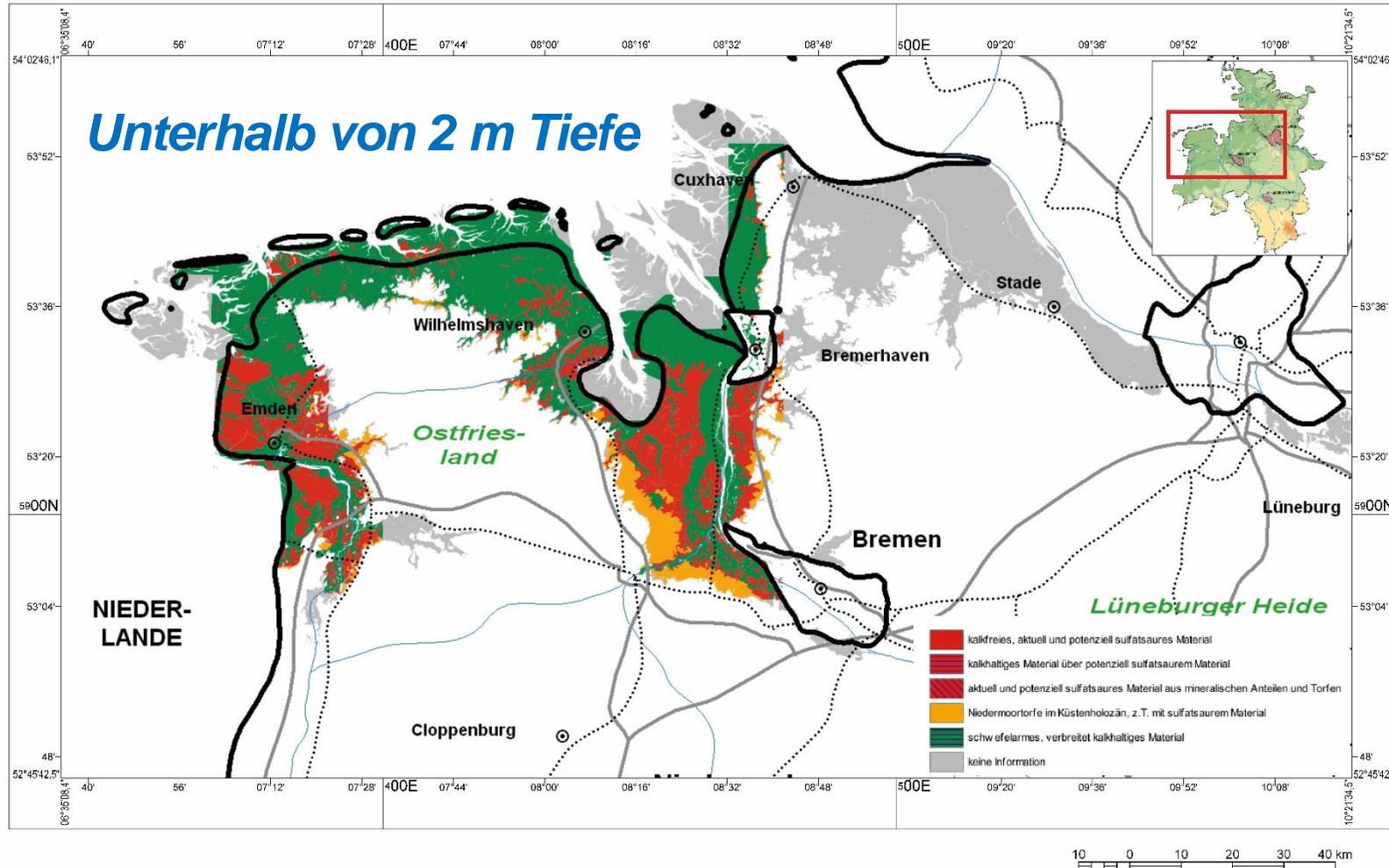
Hinweise zur weiteren Kartierung und Erkundung:



- **Flächenhafte Erkundung**
- **Erkundung bei begründeten Hinweisen**
- **Erkundung nur in Ausnahmefällen**

Abgestuftes Beratungskonzept (Küstenbereich)

1.) Zwei Auswertungskarten im NIBIS-Kartenserver



Hinweise zur weiteren Kartierung und Erkundung:

-
- **Flächenhafte Erkundung**
 - **Erkundung bei begründeten Hinweisen**
 - **Erkundung nur in Ausnahmefällen**

Abgestuftes Beratungskonzept

2.) Probenahme und Analytik für Gutachten im Rahmen der bodenkundlichen Baubegleitung

z.B. Probenahme beim Bau von Windparks:

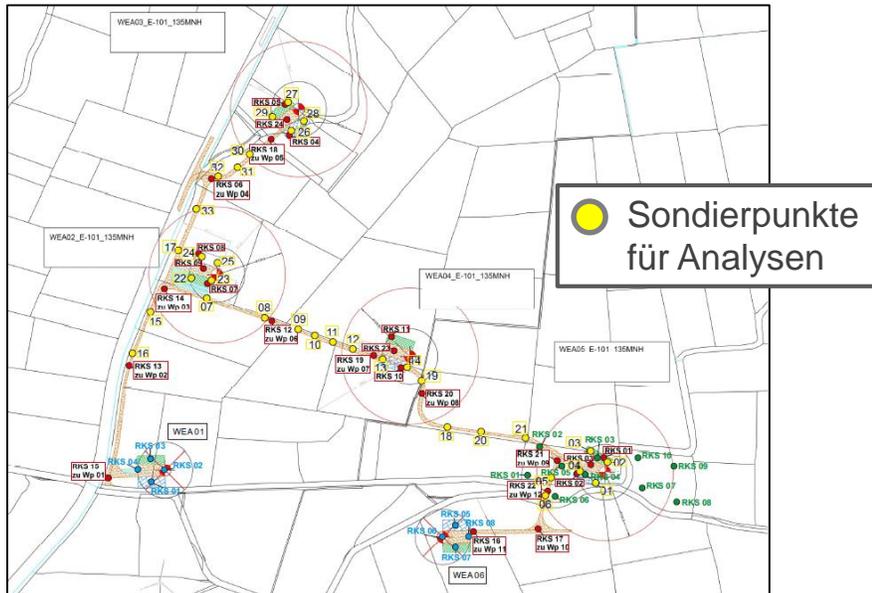


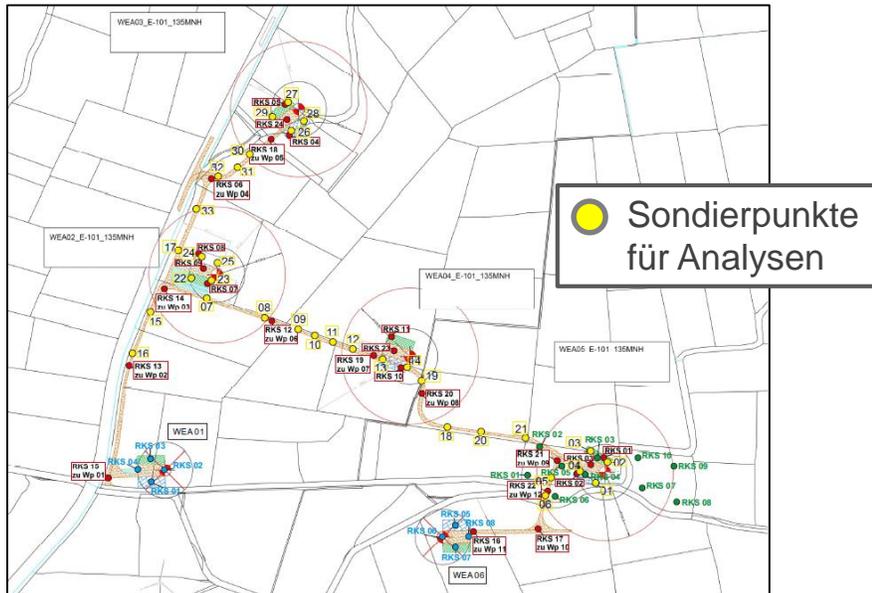
Abb: LBEG



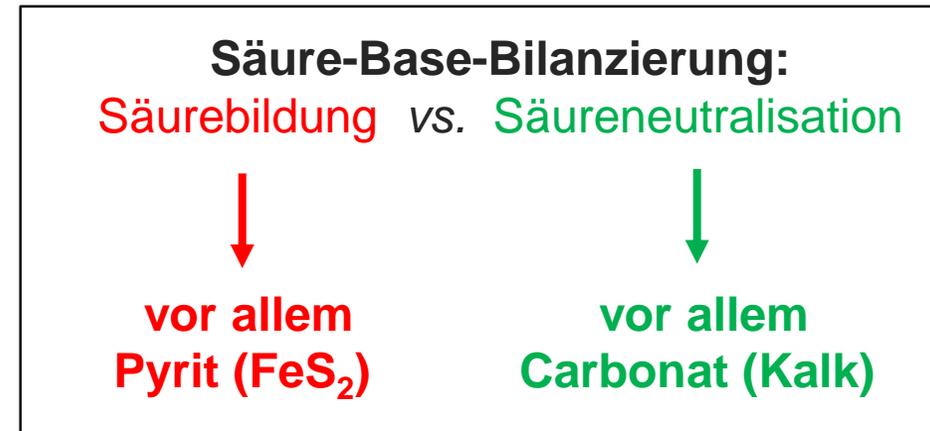
Abgestuftes Beratungskonzept

2.) Probenahme und Analytik für Gutachten im Rahmen der bodenkundlichen Baubegleitung

z.B. Probenahme beim Bau von Windparks:



Analyse der Netto-Säureneutralisationskapazität (Netto-SNK)



... bei gleichzeitig geringem Kalkgehalt!

Abb: LBEG



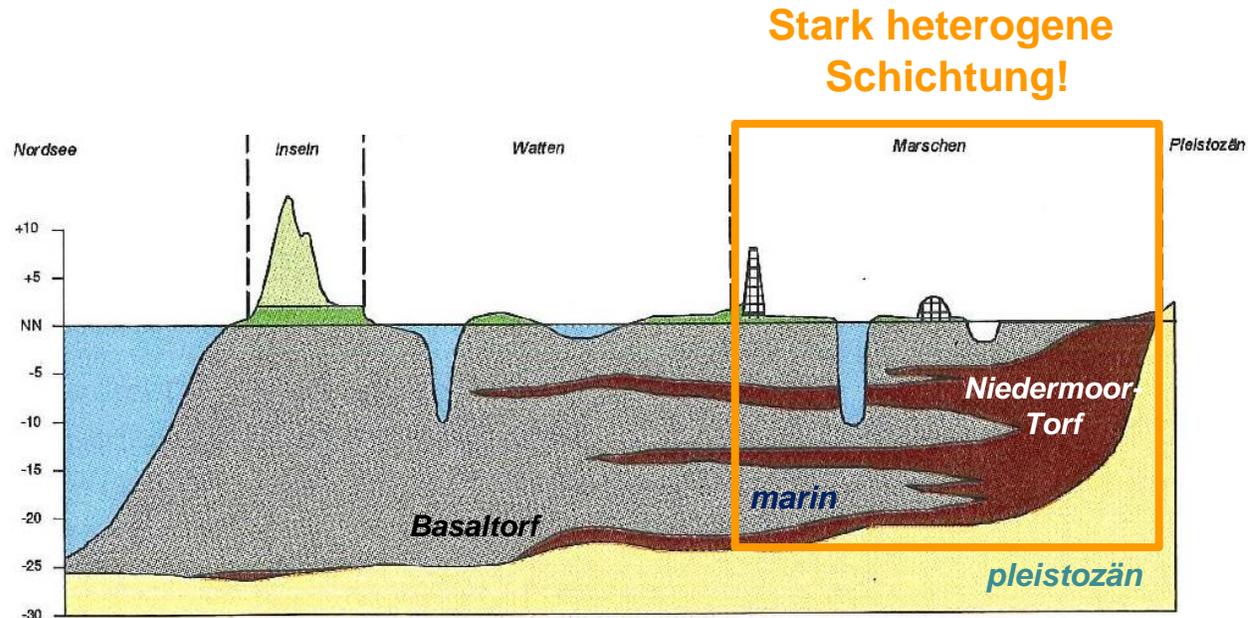
Woher weiß man, ob der Boden potenziell sulfatsauer ist?

→ Laboranalyse der Netto-Säureneutralisationskapazität (Netto-SNK)

Standort	Tiefe [m]	pH	Netto-SNK [mmol kg ⁻¹]	Versauerung zu erwarten?
1	0.4 - 1.0	6.7	25	nein
1	1.0 - 1.5	6.2	191	nein
2	0.4 - 1.0	7.5	20	nein
2	1.0 - 1.5	5.9	-699	ja
3	0.3 - 1.0	8.1	16	nein
3	1.0 – 2.0	8.1	-6	ja
3	2.0 – 4.5	7.8	-108	ja
...				

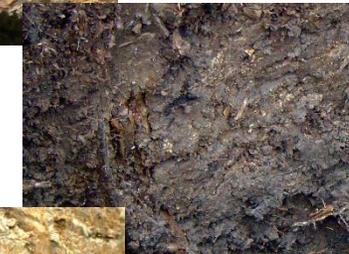


Sulfatsaure Böden sind sehr heterogen - auch in der Tiefe



→ Tiefen- bzw. schichtenorientierte Beprobung ist notwendig!

Ton und Pflanzen-/Schilffreste



Torf



Ton 50-65 %

Abb: nach Hoselmann und Streif 1998, Fotos: LBEG



Woher weiß man, ob der Boden potenziell sulfatsauer ist?

→ Laboranalyse der Netto-Säureneutralisationskapazität (Netto-SNK)

Standort	Tiefe [m]	pH	Netto-SNK [mmol kg ⁻¹]	Versauerung zu erwarten?
1	0.4 - 1.0	6.7	25	nein
1	1.0 - 1.5	6.2	191	nein
2	0.4 - 1.0	7.5	20	nein
2	1.0 - 1.5	5.9	-699	ja
3	0.3 - 1.0	8.1	16	nein
3	1.0 - 2.0	8.1	-6	ja
3	2.0 - 4.5	7.8	-108	ja
...				

Wohin mit dem nachweislich versauernden Bodenaushub?



Woher weiß man, ob der Boden potenziell sulfatsauer ist?

→ Laboranalyse der Netto-Säureneutralisationskapazität (Netto-SNK)

Standort	Tiefe [m]	pH	Netto-SNK [mmol kg ⁻¹]	Versauerung zu erwarten?
1	0.4 - 1.0	6.7	25	nein
1	1.0 - 1.5	6.2	191	nein
2	0.4 - 1.0	7.5	20	nein
2	1.0 - 1.5	5.9	-699	ja
3	0.3 - 1.0	8.1	16	nein
3	1.0 - 2.0	8.1	-6	ja
3	2.0 - 4.5	7.8	-108	ja
...				

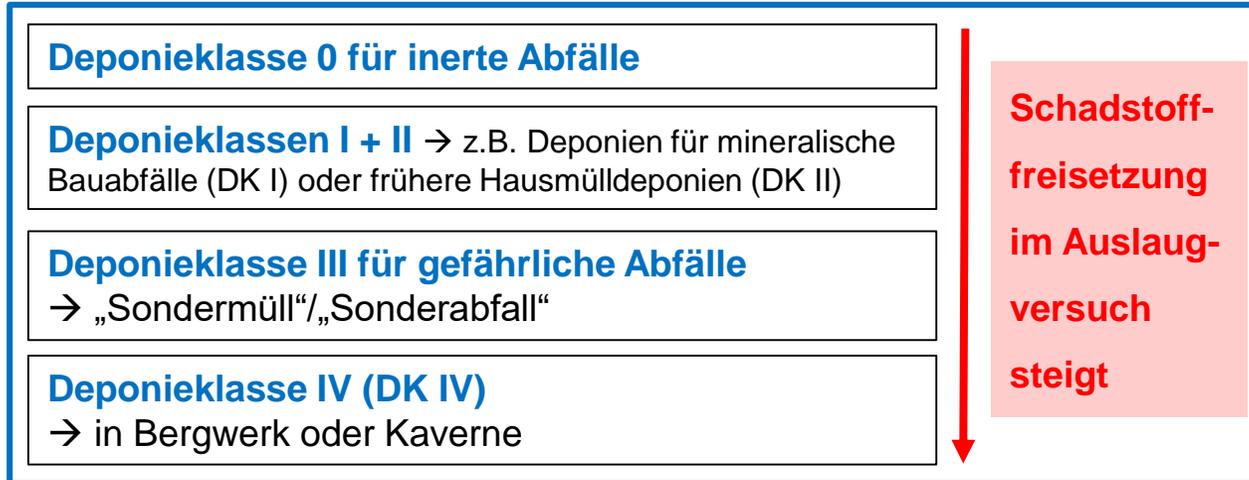
Wohin mit dem nachweislich versauernden Bodenaushub?

zurück in den reduzierten Bereich unterhalb des mittl. Grundwassertiefstands
 → aber nur dann, wenn „umgehend“ und vor Ort und in derselben Tiefe
 (und natürlich nicht in den Grundwasserleiter ↔ Wasserrecht)



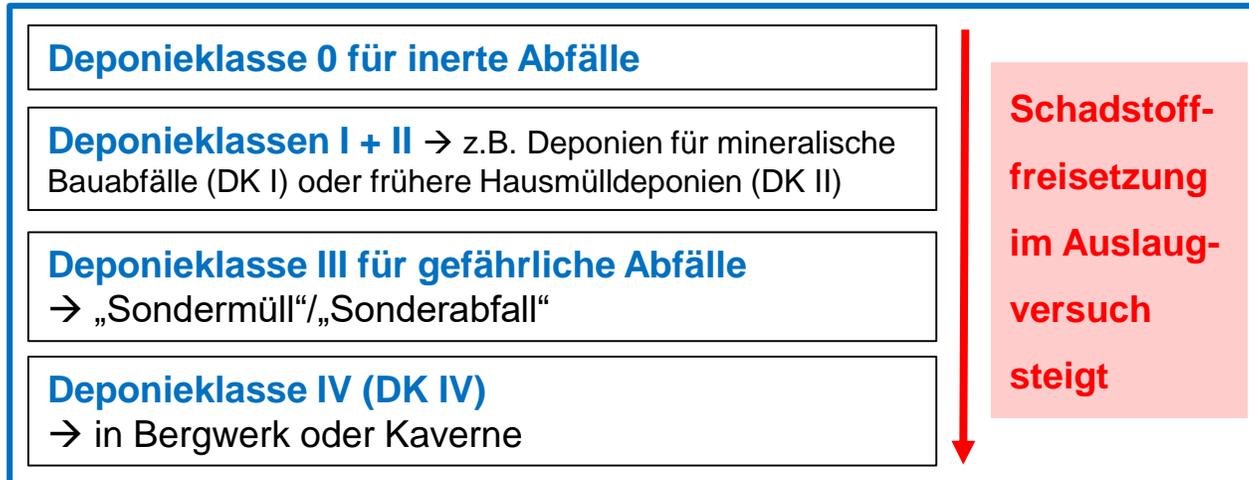
Wohin mit dem nachweislich versauernden Bodenaushub?

Abfälle werden aufgrund ihrer Eigenschaften bestimmten Entsorgungswegen (Deponieklassen) zugeordnet:



Wohin mit dem nachweislich versauernden Bodenaushub?

Abfälle werden aufgrund ihrer Eigenschaften bestimmten Entsorgungswegen (Deponieklassen) zugeordnet:



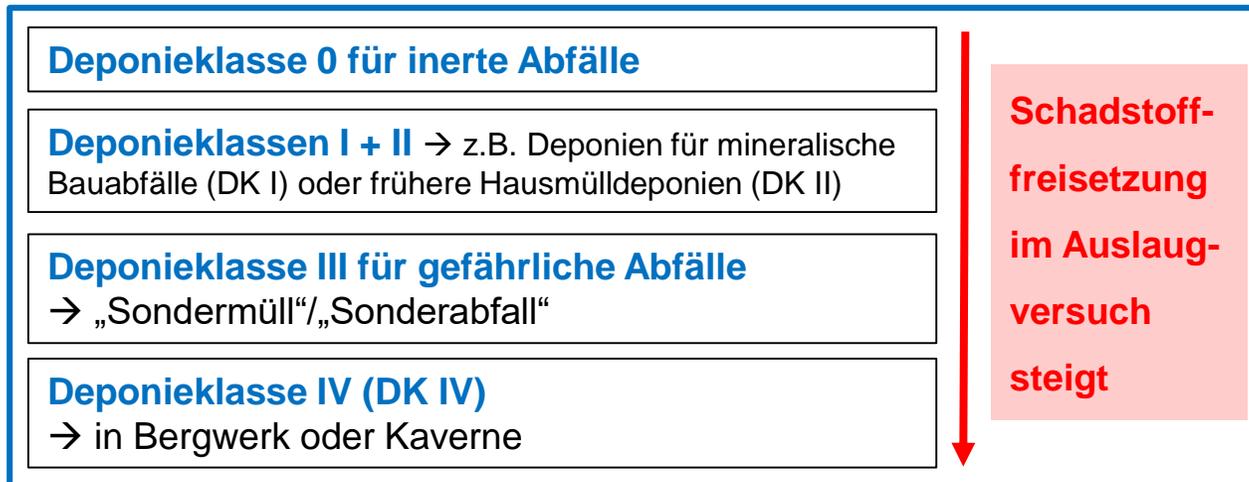
Potenziell sulfatsaurer Bodenaushub
verhält sich nicht stabil
→ müsste bei fortgeschrittener
Versauerung z.T. oberhalb DK III
eingeteilt werden

statt Zuführung zu einer
Beseitigungsanlage/Deponie



Wohin mit dem nachweislich versauernden Bodenaushub?

Abfälle werden aufgrund ihrer Eigenschaften bestimmten Entsorgungswegen (Deponieklassen) zugeordnet:



Eine Möglichkeit zur Entsorgung:

Potenziell sulfatsaurer Bodenaushub verhält sich nicht stabil
→ müsste bei fortgeschrittener Versauerung z.T. oberhalb DK III eingeordnet werden

statt Zuführung zu einer Beseitigungsanlage/Deponie

„Semiterrestrische Umlagerung“ im anoxischen Milieu:
Abfallrechtlich darstellbar im Rahmen einer Ausnahmegenehmigung nach § 28 Abs. 2 KrWG. Es gelten die Vorgaben des Niedersächsischen Umweltministeriums.



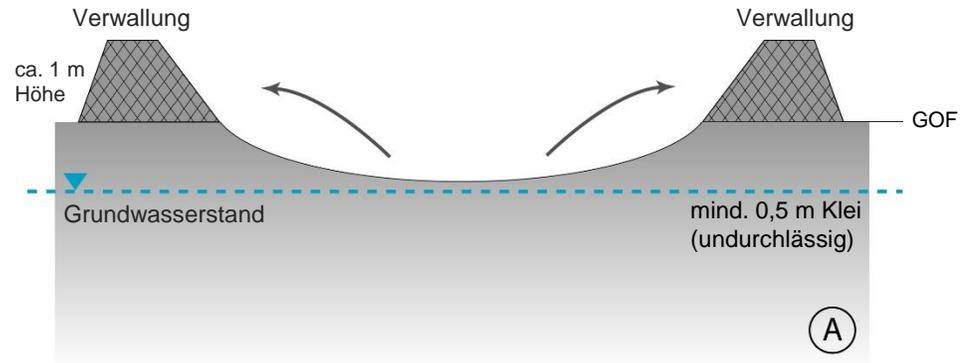
Gliederung

- **Problematik und Entstehung Sulfatsaurer Böden**
- **Aktuelle Empfehlungen bei Baumaßnahmen**
- **Semiterrestrische Umlagerung von sulfatsaurem Bodenaushub**



Semiterrestrische Umlagerung für sulfatsauren Bodenaushub

→ wichtig: zeitnahe Umlagerung im selben, reduzierenden Milieu sowie ausreichende Kalkung

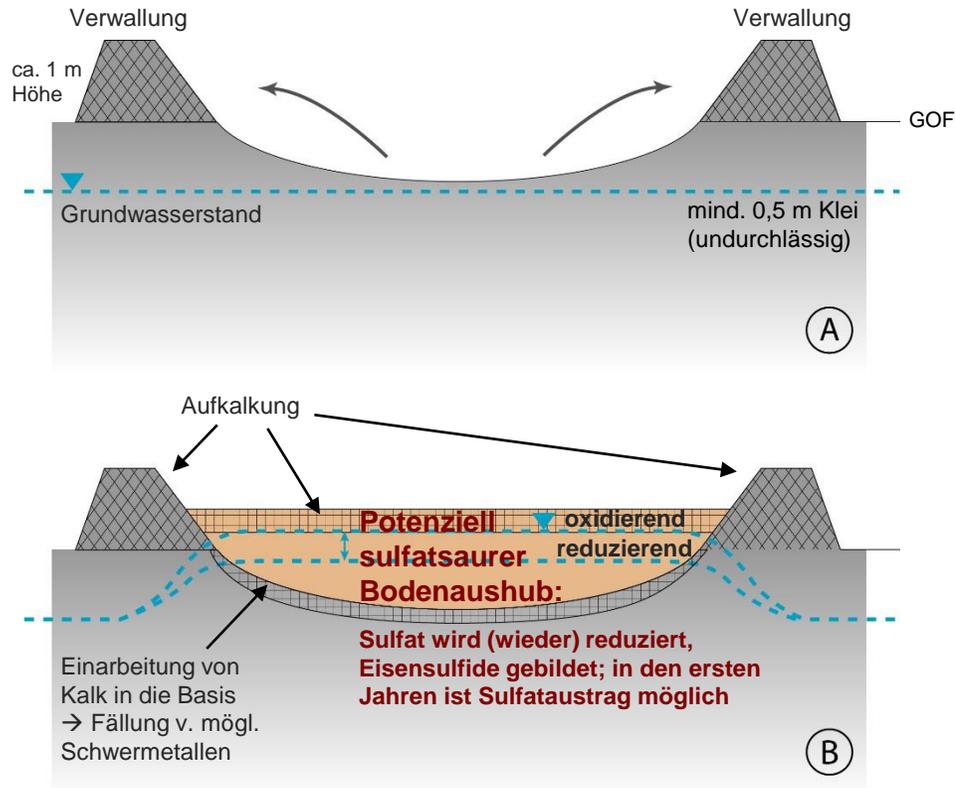


Abb, Foto: LBEG



Semiterrestrische Umlagerung für sulfatsauren Bodenaushub

→ wichtig: zeitnahe Umlagerung im selben, reduzierenden Milieu sowie ausreichende Kalkung



Abb, Foto: LBEG



Semiterrestrische Umlagerung für sulfatsauren Bodenaushub

→ wichtig: zeitnahe Umlagerung im selben, reduzierenden Milieu sowie ausreichende Kalkung

Achtung „Mythen“:

- Es handelt sich um temporäre Umlagerungen.
- Das Bodenmaterial wird dadurch saniert.
- Es treten so keine Umweltwirkungen auf.
- Der obere Bereich soll oxisch sein.



Semiterrestrische Umlagerung für sulfatsauren Bodenaushub

→ wichtig: zeitnahe Umlagerung im selben, reduzierenden Milieu sowie ausreichende Kalkung

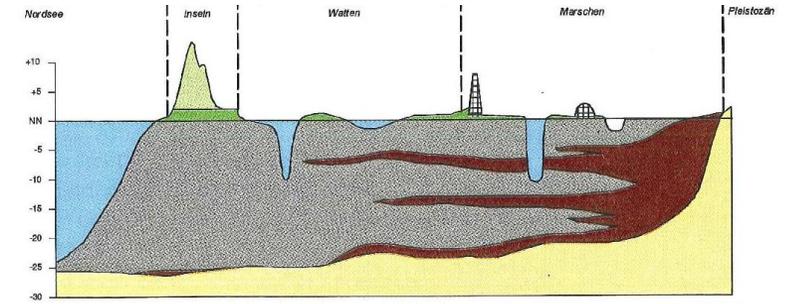
Achtung „Mythen“:

- Es handelt sich um temporäre Umlagerungen.
- Das Bodenmaterial wird dadurch saniert.
- Es treten so keine Umweltwirkungen auf.
- Der obere Bereich soll oxisch sein.
- Nein, sie sind dauerhaft, denn:
- Das Bodenmaterial wird dadurch nicht saniert!
- Trotz Kalkung kann es zu Beginn zu hohen Sulfatausträgen kommen.
- Dies lässt sich kaum vermeiden, ist aber nicht zwingend.



Zur Identifikation: „Genauigkeit vs. Pragmatismus“

Standort	Tiefe [m]	pH	Netto-SNK [mmol kg ⁻¹]	Versauerung zu erwarten?
1	0.4 - 1.0	6.7	25	nein
1	1.0 - 1.5	6.2	191	nein
2	0.4 - 1.0	7.5	20	nein
2	1.0 - 1.5	5.9	-699	ja
3	0.3 - 1.0	8.1	16	nein
3	1.0 - 2.0	8.1	-6	ja
3	2.0 - 4.5	7.8	-108	ja
...				



Unterschied visuell erkennbar?
Aussagekraft von Schnelltests?

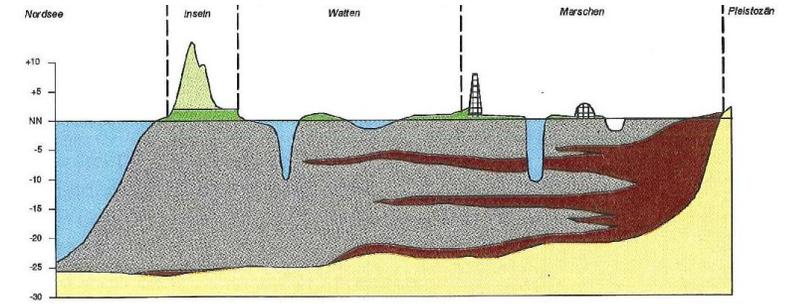
→ Probenahme- und Analysekosten!?!

→ Interpretation?



Zur Identifikation: „Genauigkeit vs. Pragmatismus“

Standort	Tiefe [m]	pH	Netto-SNK [mmol kg ⁻¹]	Versauerung zu erwarten?
1	0.4 - 1.0	6.7	25	nein
1	1.0 - 1.5	6.2	191	nein
2	0.4 - 1.0	7.5	20	nein
2	1.0 - 1.5	5.9	-699	ja
3	0.3 - 1.0	8.1	16	nein
3	1.0 - 2.0	8.1	-6	ja
3	2.0 - 4.5	7.8	-108	ja
...				



Unterschied visuell erkennbar?
Aussagekraft von Schnelltests?

→ Probenahme- und
Analysekosten!?!

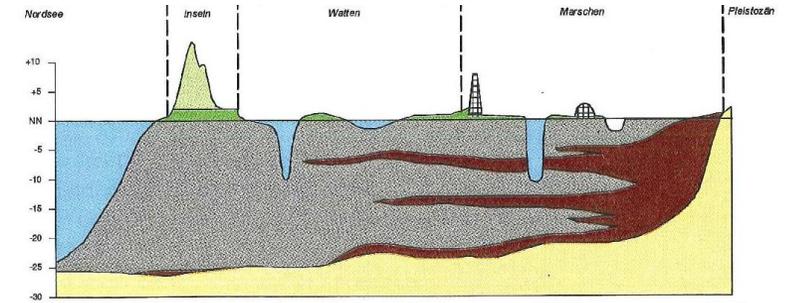
Geofakten 25

→ Interpretation?



Zur Identifikation: „Genauigkeit vs. Pragmatismus“

Standort	Tiefe [m]	pH	Netto-SNK [mmol kg ⁻¹]	Versauerung zu erwarten?
1	0.4 - 1.0	6.7	25	nein
1	1.0 - 1.5	6.2	191	nein
2	0.4 - 1.0	7.5	20	nein
2	1.0 - 1.5	5.9	-699	ja
3	0.3 - 1.0	8.1	16	nein
3	1.0 - 2.0	8.1	-6	ja
3	2.0 - 4.5	7.8	-108	ja
...				



Unterschied visuell erkennbar?
Aussagekraft von Schnelltests?

→ Probenahme- und
Analysekosten!?!

Geofakten 25

→ Interpretation?

Außerdem notwendig: Optimierung der (Ein-) Lagerungsbedingungen und des Monitorings

Fazit: Ziele der bodenkundlichen Baubegleitung im Bereich der niedersächsischen Küstengebiete

- ❖ Schutz von (Beton-)Bauten vor Schäden, Schutz des Grundwassers vor Verunreinigungen
- ❖ Identifikation von potenziell (und aktuell) sulfatsauren Böden bzw. Bodenaushub (auch Baggergut bei Gewässerausbau)
- ❖ Umlagerung des nachweislich versauernden Bodenmaterials in einer adäquaten semiterrestrischen Umlagerung
- ❖ Beim Trassenbau: Verhinderung von Beeinträchtigung des Pflanzenwachstums nach dem Trassenbau durch moderate Entwässerung, fachgerechte Zwischenlagerung, zügige Bauarbeiten und ggf. semiterrestrische Umlagerung von überschüssigem, potenziell sulfatsaurem Bodenaushub



Abb.: LBEG



→ **Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**



Landesamt für
Bergbau, Energie
und Geologie



Geofakten 24

■ Boden

Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten: Entstehung, Vorerkundung und Auswertungskarten

Überarbeitete Fassung

Heumann, S., Gehrt, E., & Gröger-Trampe, J.

Oktober 2018

In Niedersachsen kommen vor allem im Bereich der Marschen, Moore und Watten der Küstengebiete sogenannte „Sulfatsaure Böden“ vor. Bei Belüftung dieser Böden (z. B. infolge von Bauvorhaben, Entwässerungsmaßnahmen oder Grundwasserabsenkungen) können bestimmte, darin enthaltene Schwefelverbindungen (vor allem Eisensulfide wie Pyrit) oxidieren und so eine Versauerung und u. a. eine stoffliche Belastung des Grundwassers bewirken. Hier werden die Entstehungsprozesse und wichtige Erkennungsmerkmale beschrieben. Außerdem werden Empfehlungen zur Vorerkundung, insbesondere mittels Auswertungskarten des NIBIS®-Kartenservers, sowie zur weiteren Kartierung und Beprobung zur Einstufung des Gefährdungspotenzials gegeben.