



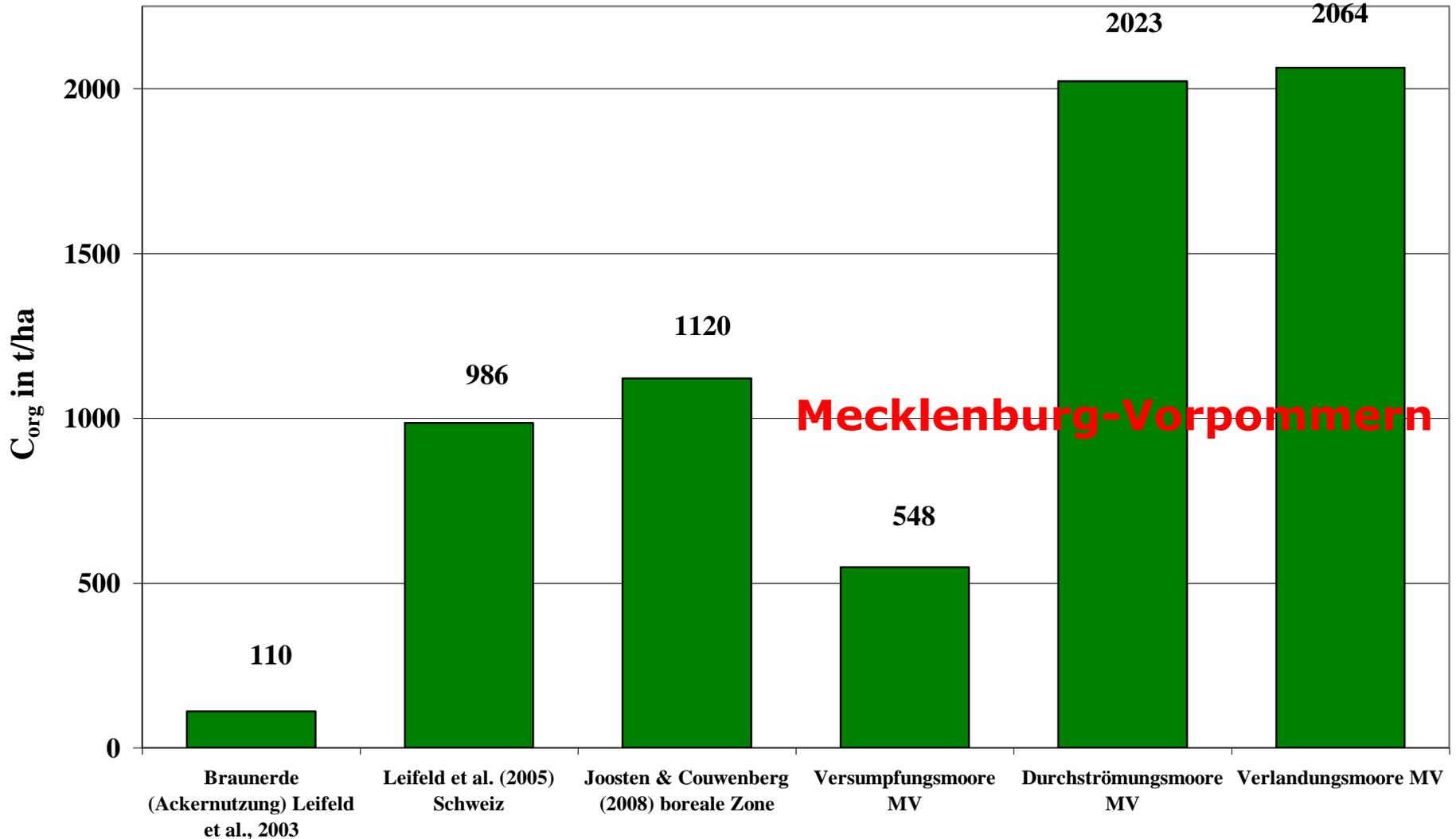
# **Ökosystemleistungen von Moorböden und Moorlebensräumen, Folgen der Entwässerung und Schutzbedarf sowie Herausforderungen bei der Bewirtschaftung von Moorstandorten**

**Jutta Zeitz, Humboldt-Universität zu Berlin  
Fachgebiet Bodenkunde und Standortlehre**

**Reihe Agrarumweltmaßnahmen; Güstrow, 31.3.2016**

- stabilisierende Elemente im Landschaftswasserhaushalt
- bedeutende Wasserspeicher
- Kleinklimaregulatoren
- **Torfbildung & Akkumulation von Kohlenstoff**
- Stoffsenken für Nähr- und Spurenelemente
- Lebensraum für hochspezialisierte Tier- und Pflanzenarten

# Ökosystemleistungen



Hydrogenetischer Moortyp	Fläche (ha)	C-Speicherung (t ha <sup>-1</sup> )	Gesamtspeicherung (Mio t)
Versumpfungsmoor	47.018	548	25,8
<b>Durchströmungs- moor</b>	112.684	<b>2024</b>	<b>228,1</b>
Verlandungsmoor	85.448	<b>2068</b>	176,4

(Werte für Quell-, Überflutungs-, Kesselmoor unsicher, schätzungswiese 20 Mio t C)

**Gesamt für Mecklenburg-Vorpommern:**

ca. **450 Mio t C** (Zauft u.a. 2010)

# Ökosystemleistungen



- stabilisierende Elemente im Landschaftswasserhaushalt
- bedeutende Wasserspeicher
- Kleinklimaregulatoren
- Torfbildung & Akkumulation von Kohlenstoff
- Stoffsenken für Nähr- und Spurenelemente
- Lebensraum für hochspezialisierte Tier- und Pflanzenarten



(Fotos: V. Luthardt)

- stabilisierende Elemente im Landschaftswasserhaushalt
- bedeutende Wasserspeicher
- Kleinklimaregulatoren
- Torfbildung & Akkumulation von Kohlenstoff
- Stoffsenken für Nähr- und Spurenelemente
- Lebensraum für hochspezialisierte Tier- und Pflanzenarten
- Archive der Landschafts- und Vegetationsgeschichte

Laacher See-Tuffband



Foto: R. Meier-Uhlherr

Horn eines Auerochsens aus dem Finowtal  
1997



(Fotos: V. Luthardt)

## Moorböden: Böden aus $\geq 3$ dm Torf

(nach Bodenkundlicher Kartieranleitung Deutschland, 5.Ausgabe 2005)

- Torf:

sedentäres organisches Material mit  $\geq 30$  M.-% **OBS**

(Umrechnungsempfehlung:  $C_{\text{org}} \times 2,0 = \text{OBS}$ )

- (Mudde: limnisches Sediment mit 5...30 M.-% OBS (organo-mineralische M.) oder  $\geq 30$  M.-% (organische M.))

## WICHTIG FÜR:

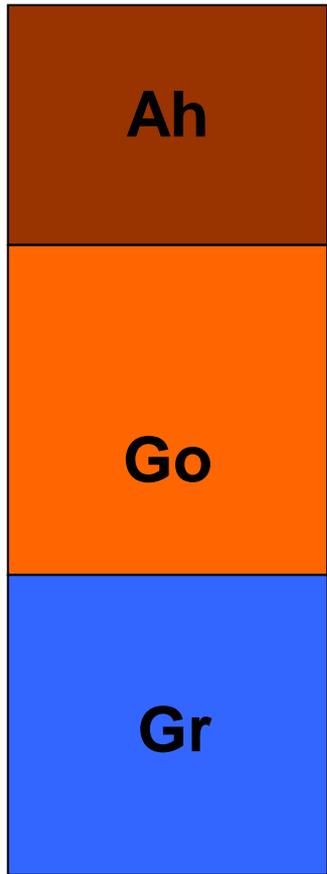
- Einstufung besonders zu schützende Biotope
- Anforderungen nach Natur- und Bodenschutzgesetzgebung
- CC-Anforderungen künftig (z.B. Umbruchverbot Grünland)

# Wann ist ein Moor ein Moor?



**Kohlenstoffspeicherung der Mudden – bisher kaum beachtet**  
**Detritusmudde** in einem Kesselmoor mit  $C_{\text{org}}$ : **ca. 50%**

# Wann ist ein Moor ein Moor?



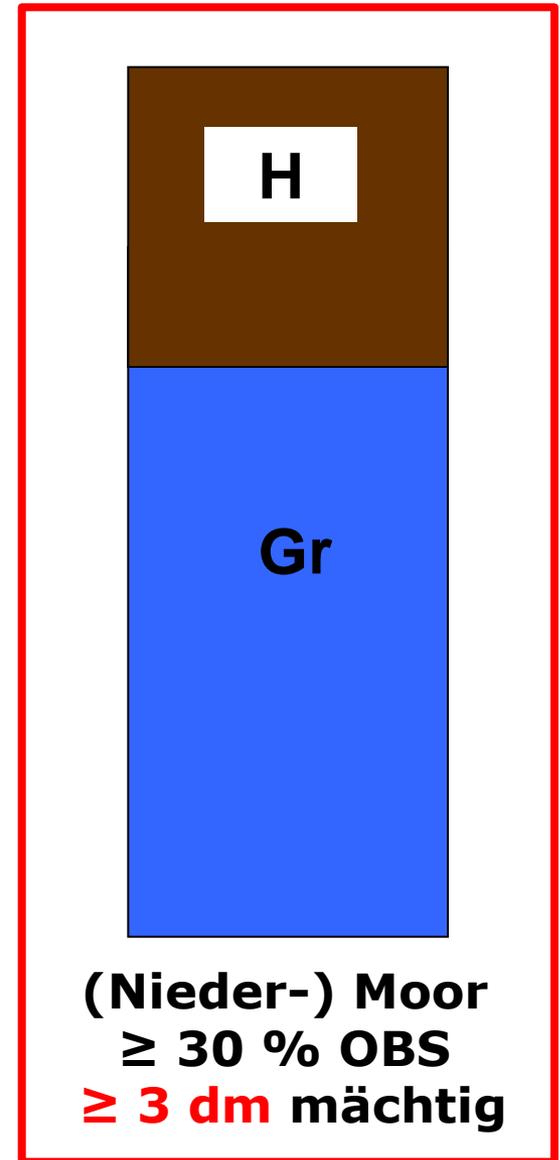
**Gley**



**Anmoorgley**  
15...30 % OBS



**Moorgley**  
 $\geq 30$  % OBS  
 $\leq 3$  dm mächtig



**(Nieder-) Moor**  
 $\geq 30$  % OBS  
 $\geq 3$  dm mächtig

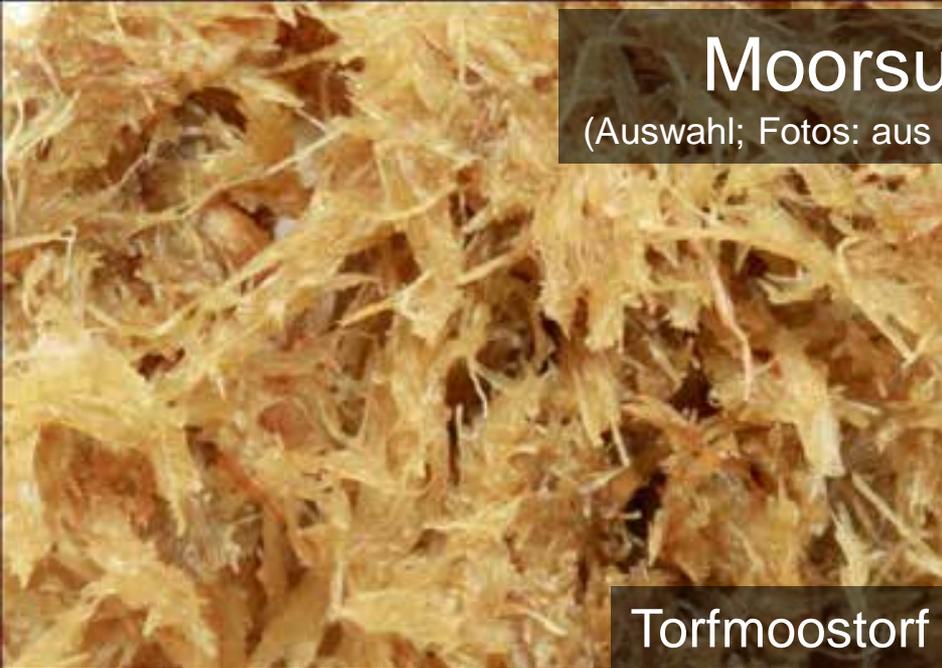
# Wann ist ein Moor ein Moor?



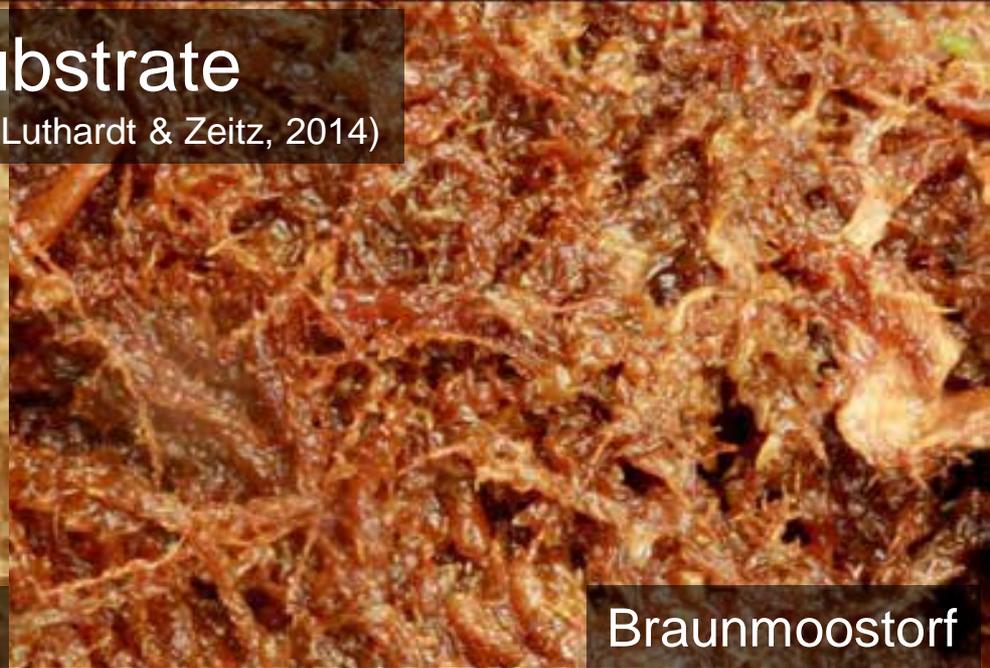
Radizellen-(Seggen-)torf mit Zersetzungsgrad 3-4  
(Foto: Zeitz)

# Moorsubstrate

(Auswahl; Fotos: aus Luthardt & Zeitz, 2014)



Torfmoostorf



Braunmoostorf



Birkenbruchtorf



Erlenbruchtorf

# Definitionen der **Zeretzungsgrade**

(zehnstufige Skala nach v. POST und GROSSE-BRAUCKMANN)

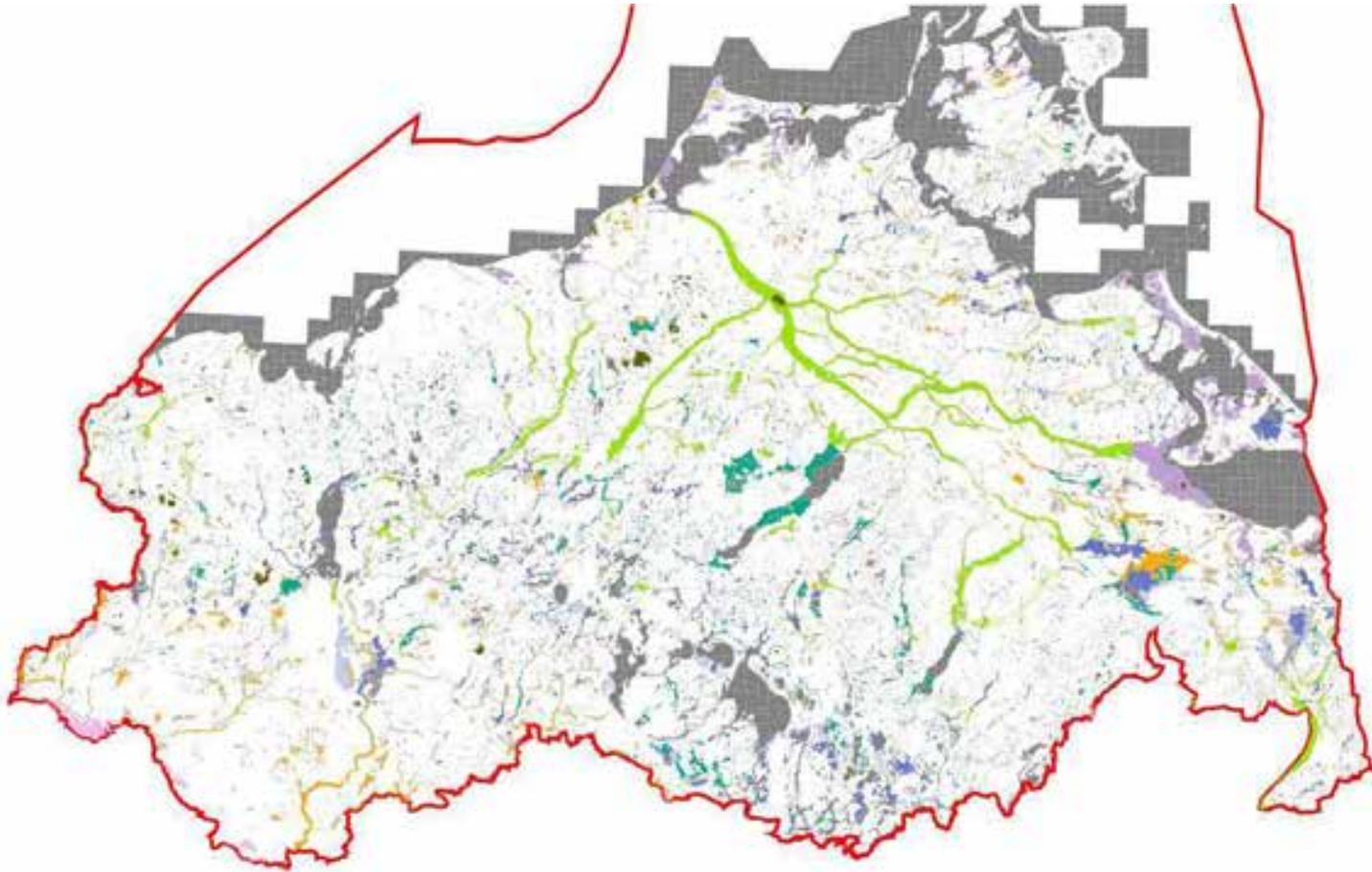
Zeretzungsgrad (H-Wert)	Merkmale feuchter, grubenfrischer Torfe			Merkmale trockener und verwitterter Torfe	
	Pflanzenstrukturen im Torf	beim Quetschen zwischen den Fingern hindurchgehend:	Rückstand nach dem Quetschen:	strukturierte Pflanzenreste im Torf	Farbe des Torfes
1	deutlich	farbloses klares Wasser	nicht breiartig	einzig erkennbarer Bestandteil	weißlich bis gelb
2		schwach gelb-braunes, fast klares Wasser			ziemlich hellbraun
3		braunes, deutlich trübes Wasser			dunkler braun
4		braunes, stark trübes Wasser			
5		stark trübes Wasser, daneben etwas Torfsubstanz	etwas breiartig	nahezu einziger erkennbarer Bestandteil	
6	etwas undeutlich	bis $\frac{1}{3}$ der Torfsubstanz	stark breiartig	über $\frac{2}{3}$ der Torfsubstanz	ziemlich dunkel bis schwarz
7	noch einigermaßen erkennbar	etwa $\frac{1}{2}$ der Torfsubstanz	Pflanzenstrukturen deutlicher als vorher	etwa $\frac{1}{2}$ der Torfsubstanz	
8	sehr undeutlich	etwa $\frac{2}{3}$ der Torfsubstanz	besonders aus widerstandsfähigeren Resten (z. B. Fasern, Holz)	etwa $\frac{1}{3}$ der Torfsubstanz	
9	fast nicht mehr erkennbar	fast die gesamte Torfsubstanz		nur sehr wenig der Torfsubstanz	
10	nicht mehr erkennbar	die gesamte Torfsubstanz	kein Rückstand	keine pflanzlichen Strukturen	

# Moore in Mecklenburg-Vorpommern



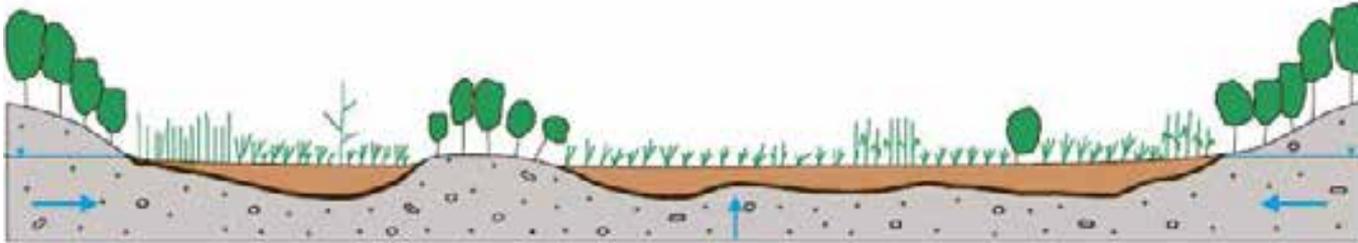
## Genese

-  RM
-  DS
-  VL
-  DS/VL
-  VS
-  DS/VS
-  VL/VS
-  AU
-  KU
-  ANM

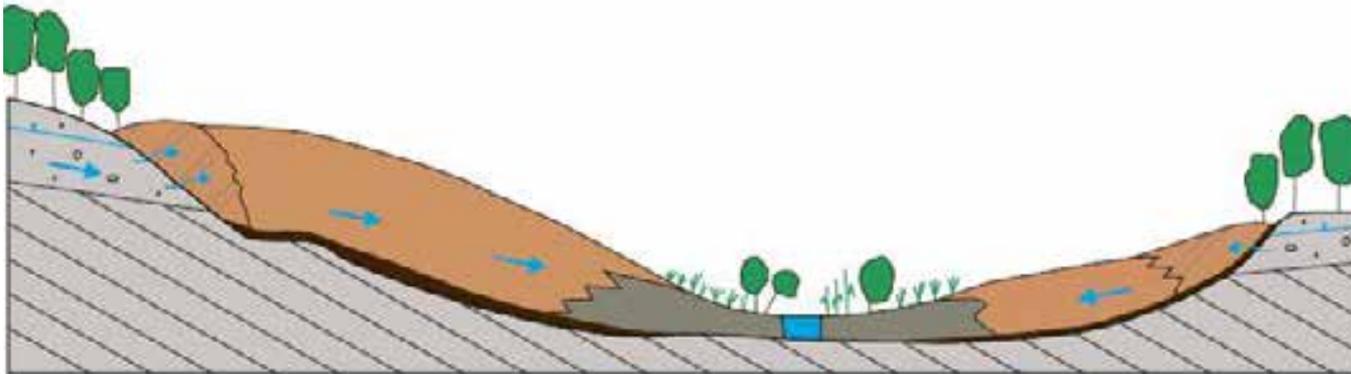


(Fell u.a. 2016)

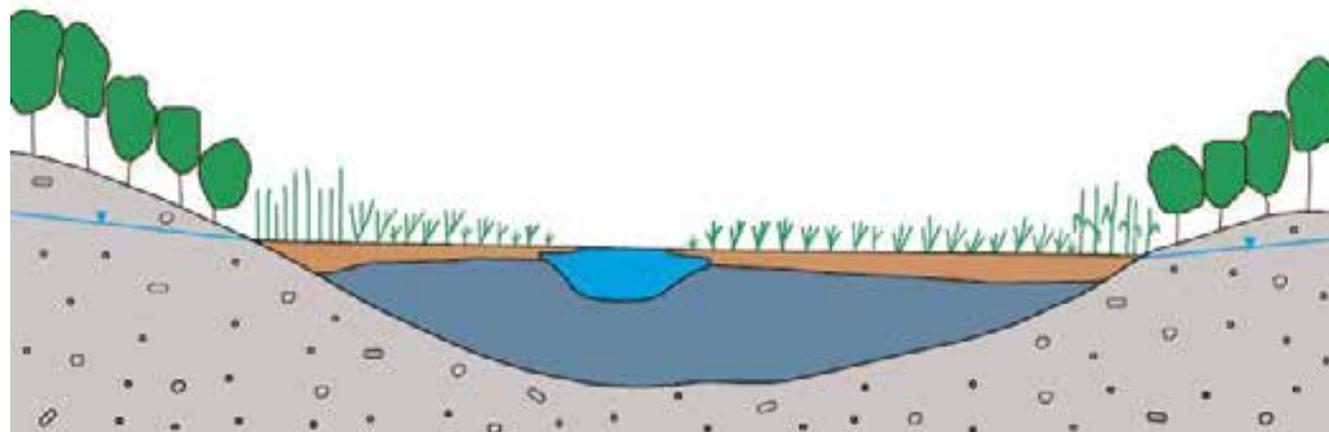
# Häufige Moortypen in M-V



Versumpfungsmoor:  
geringmächtiger Torf  
über Sand



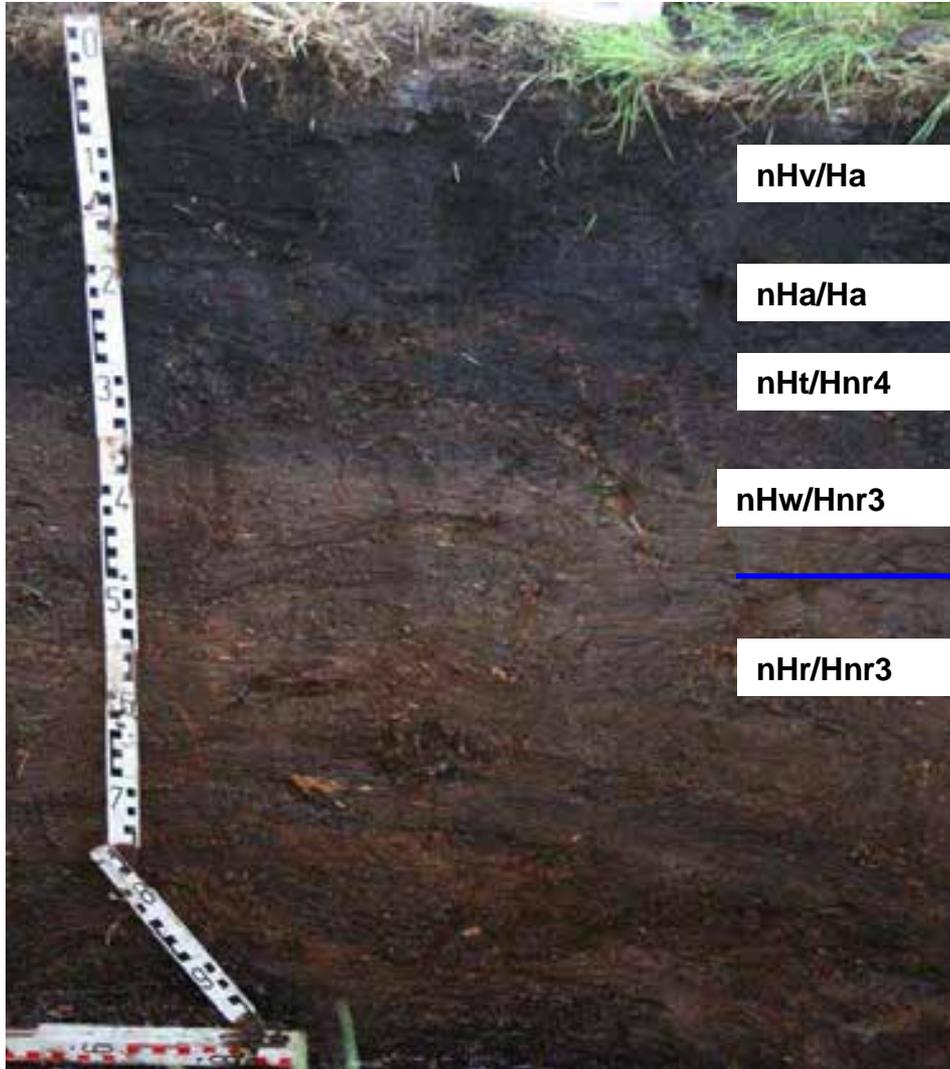
Durchströmungsmoor:  
sehr mächtiger Torf



Verlandungsmoor:  
geringmächtiger Torf  
über  
mächtiger Mudde

(aus Zeitz & Möller, 2014)

# Häufige Moortypen in M-V



nHv/Ha

nHa/Ha

nHt/Hnr4

nHw/Hnr3

nHr/Hnr3

**Erdniedermoor KV**  
**HGMT: Durchströmungs-**  
**moor**





**trophes Versumpfungsmoor** (landschaftsökologischer Moortyp)



nährstoffarm-saures Verlandungsmoor (landschaftsökologischer Moortyp)

# Wo ist ein Moor ein Moor?



Lehstsee-Niederung bei Lychen; Foto: R. Mauersberger

# Wo ist ein Moor ein Moor?

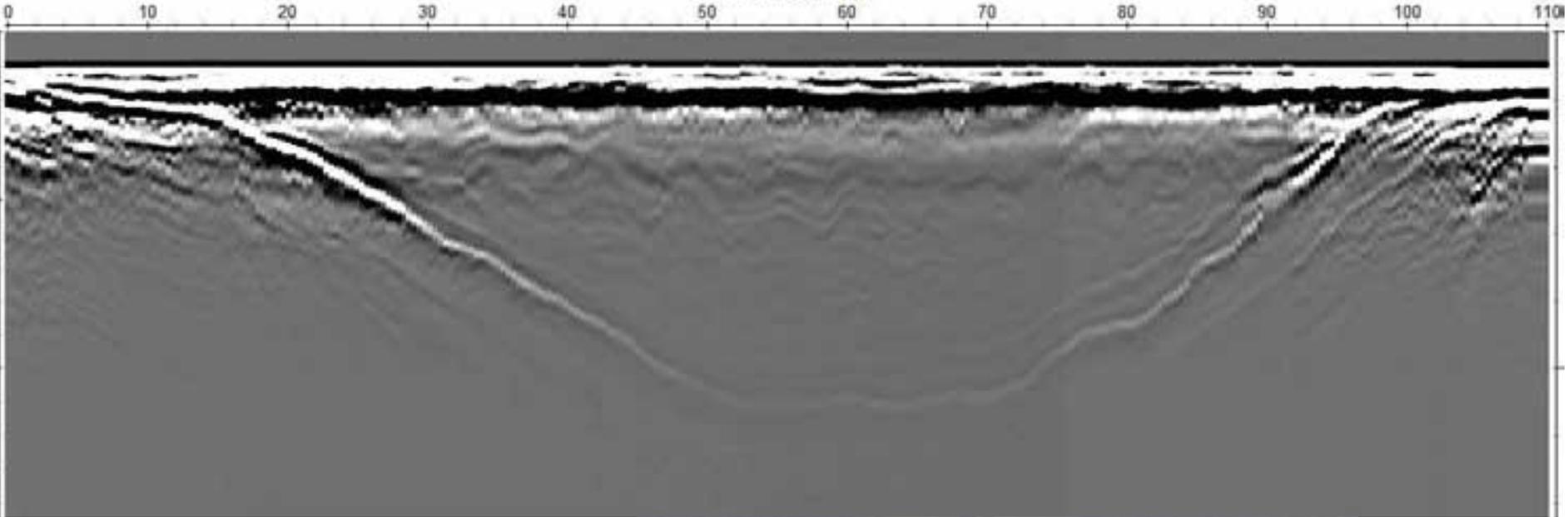


Welseniederung; Einsicht während des Baus der Opaltrasse  
(Foto: J. Zeitz)

# Wo ist ein Moor ein Moor?



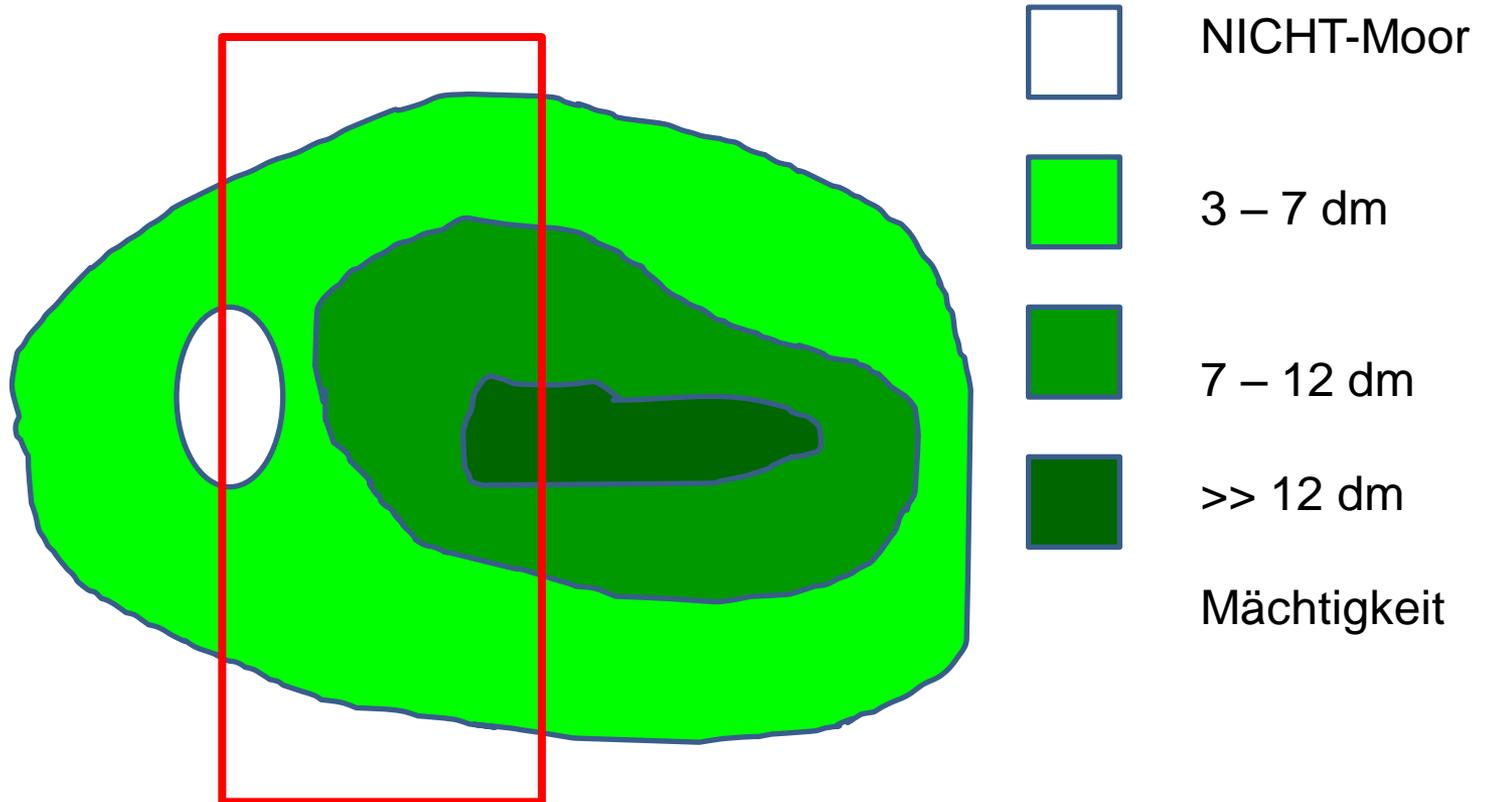
ENTFERNUNG (METER)



**Möllersches Luch; elektrische Leitfähigkeiten von organ. und nicht organischen Substraten gewonnen mittels Geoelektrik (J. Walter, 2012)**



# Wo ist ein Moor ein Moor?



**Wie viel Moor ist in einem Feldblock ?**

# Eigenschaften naturnaher Moore



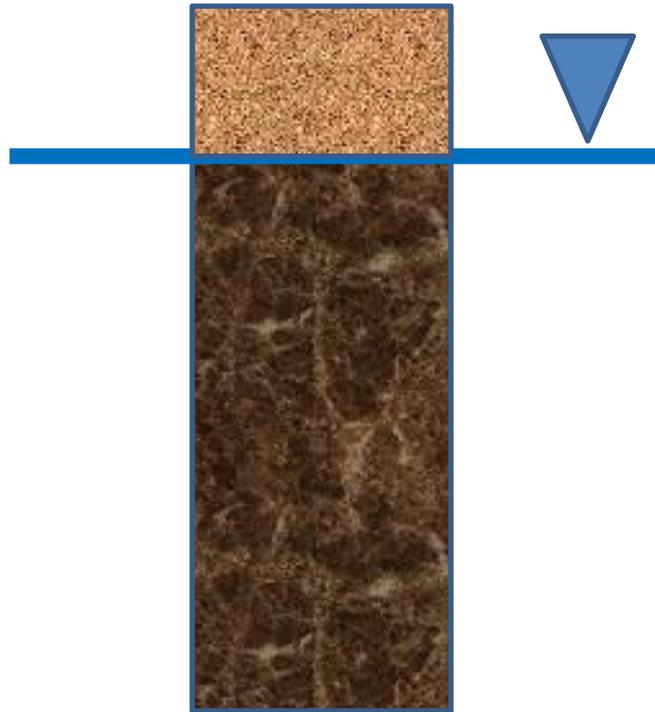
Parameter	Sandboden	Moorboden naturnah
Porenvolumen (Vol.%)	40	85 – 95
Trockenrohddichte (g/cm <sup>3</sup> )	1,50	0,1 – 0,3
org. Substanz (Gew.-%)	1	> 30 - 95
darin N (Niedermoor) (kg/ ha *10 cm)	< 150	16.000

# Was wird durch Entwässerung verursacht?



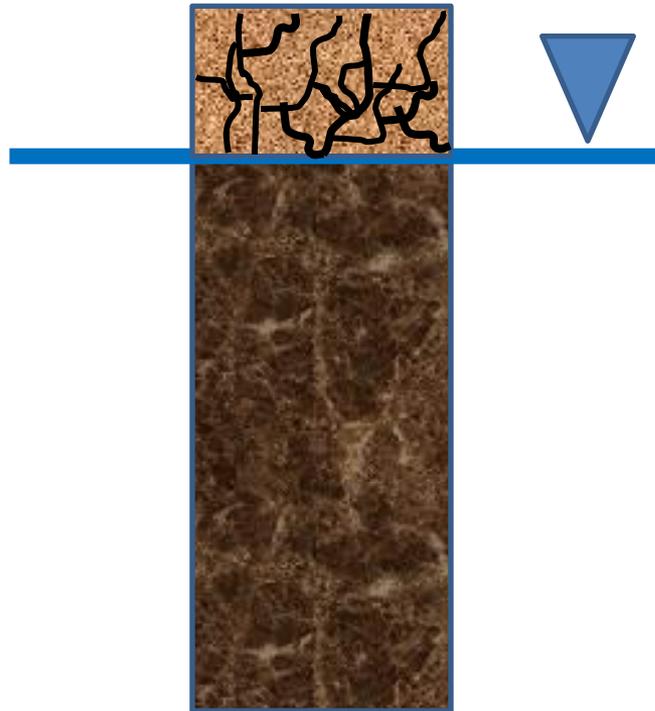
Grundwasser erfülltes Moor

# Was wird durch Entwässerung verursacht?



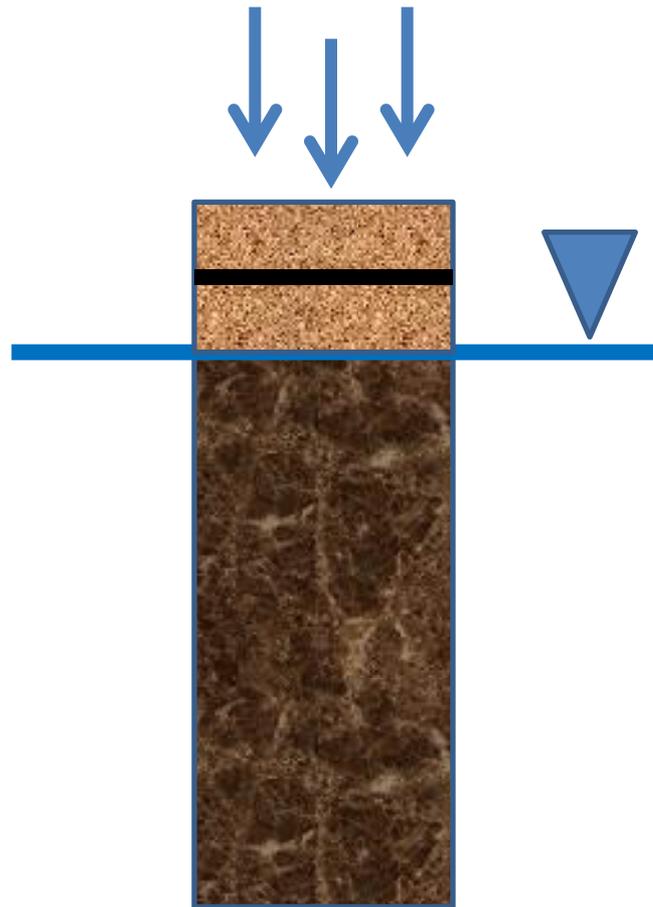
Grundwasserabsenkung und Verlust des Auftriebes

# Was wird durch Entwässerung verursacht?



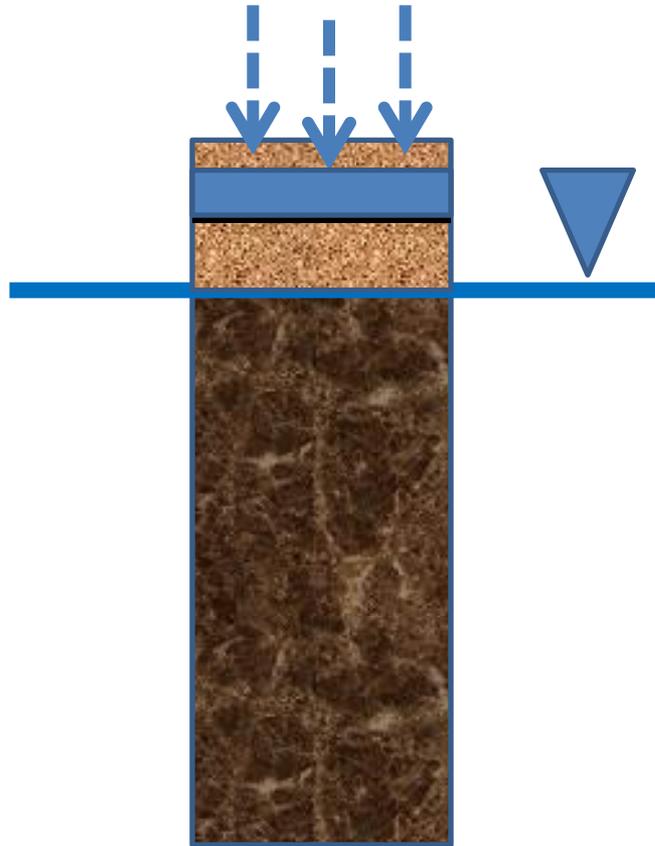
Schrumpfung;

# Was wird durch Entwässerung verursacht?



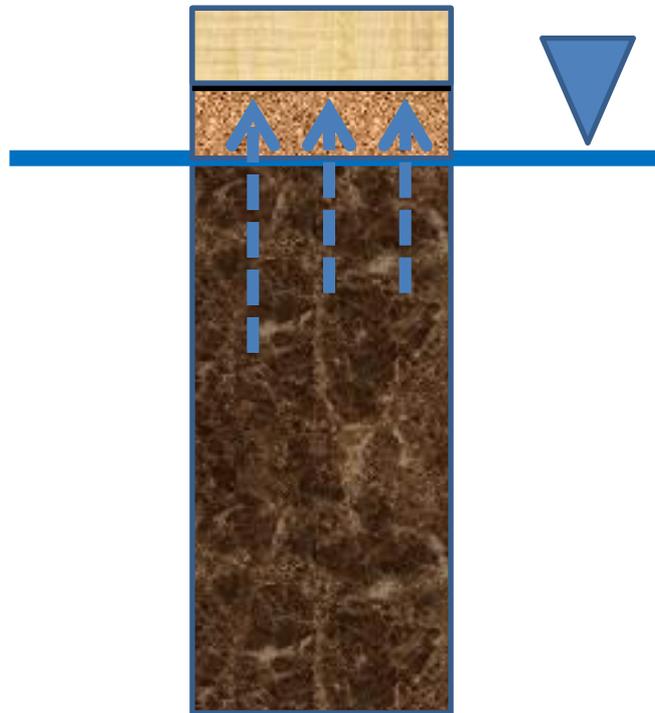
Bildung einer Stauschicht im Oberboden

# Was wird durch Entwässerung verursacht?



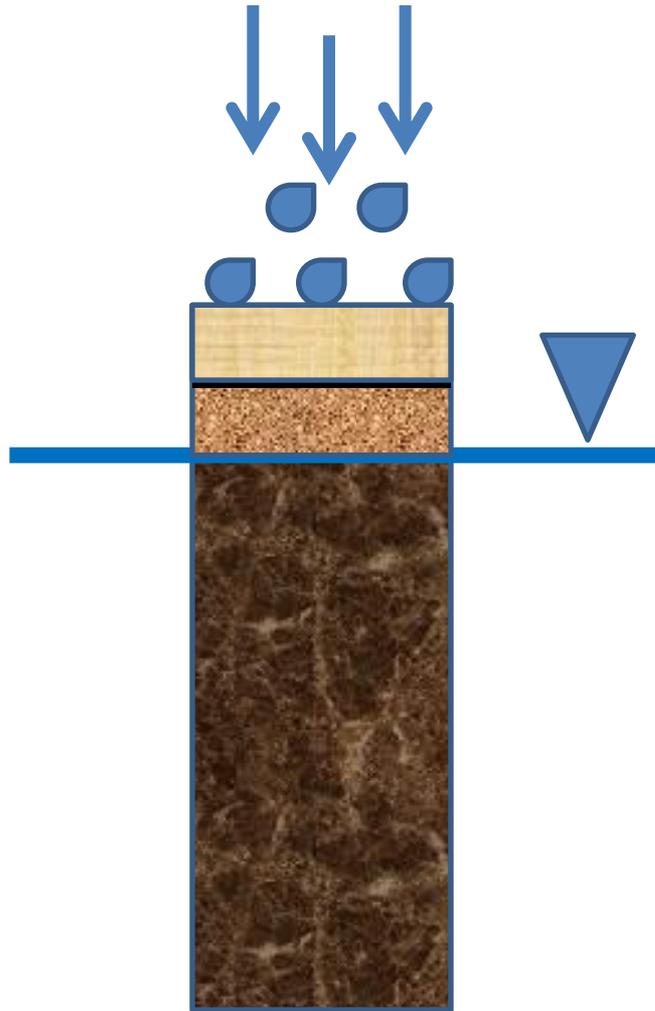
Stauschicht im Oberboden verhindert Infiltration

# Was wird durch Entwässerung verursacht?



Stauschicht im Oberboden verhindert kapillare Nachlieferung

# Was wird durch Entwässerung verursacht?



Bei starker Austrocknung: hydrophober Oberboden

# Phasen der Moorentwicklung nach Entwässerung



**I Phase der extensiven Grünlandnutzung**

**II Phase der intensiven Grünlandnutzung**

**III Phase der extensiven Grünlandnutzung  
unter veränderten standörtlichen  
Bedingungen**

**(IV Perspektiven: Nutzung an den Standort  
anpassen)**

**I bis 60-er Jahre:** ausgedehntes Grabensystem, Gräben bis 1 m tief  
GW-Stände bei 40-80 cm unter Flur, vererdeter Boden  
Bewirtschaftung als Futterwiesen mit leichterer Technik  
kaum Düngung, Erträge bei 50-60 dt TM/ha

Empfehlungen der Grünlandexperten (Petersen, Klapp, Ellenberg 50-er Jahre) zur guten Praxis:

- zeitiges Frühjahr: Walzen, Striegeln
- Zwei-Schnittnutzung in Kombination mit Beweidung
- N-,P-,K-Düngung in Maßen
- umbruchlose Verbesserung der Pflanzenbestände

## II bis 90-er Jahre:

- komplex ausgebautes Grabensystem - weniger Gräben aber wesentlich tiefer, Vorflut darauf ausgerichtet, z.T. Dränagen
- GW-Stände bei 80 -150 cm unter Flur, vermulmter Boden
- Bewirtschaftung als Saatgrasland mit schwerer Technik
- Düngung, Erträge bei 80-120 dt TM/ha

## Empfehlungen der Grünlandexperten (Kreil, Simon, Wojahn u.a.1982) zur Praxis der industriellen Grasproduktion:

- Abschleppen und Walzen
- erste N-Gabe im April
- Wasserregulation so, dass Befahren möglich ist (zweiseitig)
- Dreischnittnutzung; Düngung zu jedem Aufwuchs
- nach jedem Schnitt walzen
- Umbruch mit dem Pflug zur Graslanderneuerung

**III ab 90-er Jahre:** vorhandenes Grabensystem divers unterhalten  
GW-Stände bei 0-150 cm unter Flur, differenzierte Bodenentwicklung  
Bewirtschaftung als Weiden und Futterwiesen mit diff. Technik  
diff. Düngung, Erträge bei 30-100 dt TM/ha

Empfehlungen der Grünlandexperten zur guten Praxis: ???



VEB Industrielle Rindermast Ferdinandshof, 1974 (Bundesarchiv, Bildautor: Bartocha)

- **großflächige Komplexmelioration: 1960er/1970er/80er Jahre**
- **tiefe Entwässerung, Umbruch, wiederholte Ansaat von Kulturgräsern**
- **keine angepasste Technik**

# Was wird durch Landnutzung verursacht?



Moorschwund von 0,8 m; 10 Jahre nach Komplexmelioration (Große Rosin am Kummerower See) (Foto: Succow 1978)

# Was wird durch Landnutzung verursacht?



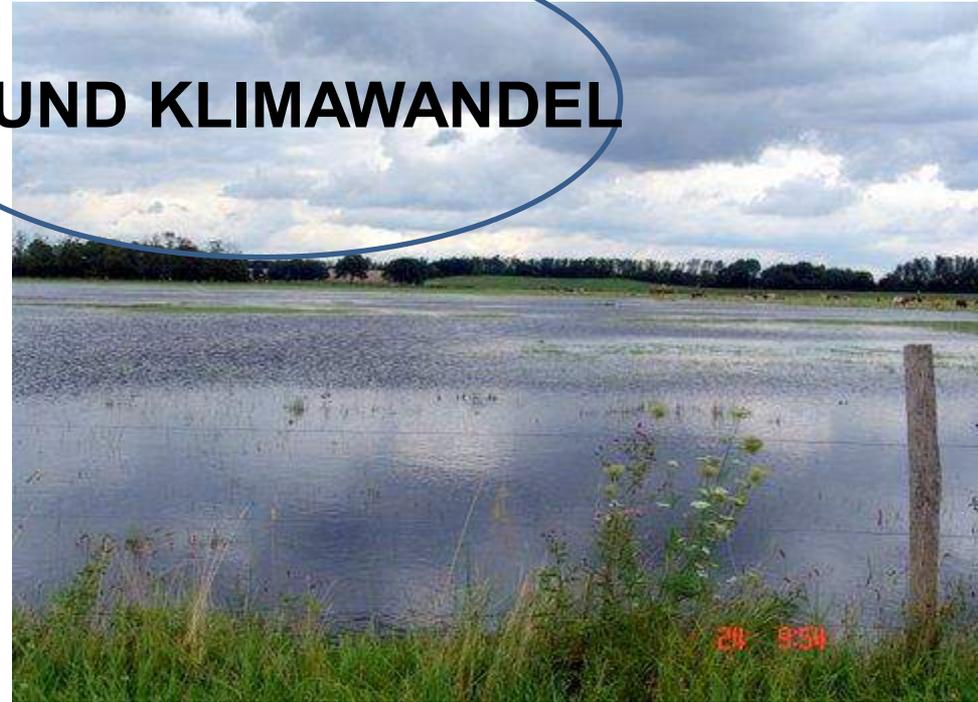
Durch Moorschwund freigelegter Findling auf Intensiv-Grünland im Randow-Welse-Bruch (Foto: Wallor, 2010)

# Was wird durch Landnutzung verursacht?



Wehr A1; Fehrbellin ohne Überfall, 29. 5. 2012

**...UND KLIMAWANDEL**



Überflutetes Grünland



Beispiel: WBV Rhin-/Havelluch

# Was wird durch Landnutzung verursacht?



Durch Austrocknung entstandene Bröckel im Unterbodenhorizont



Vermulmter Oberboden mit „Einzelkorn-Gefüge“; Gefahr der Winderosion

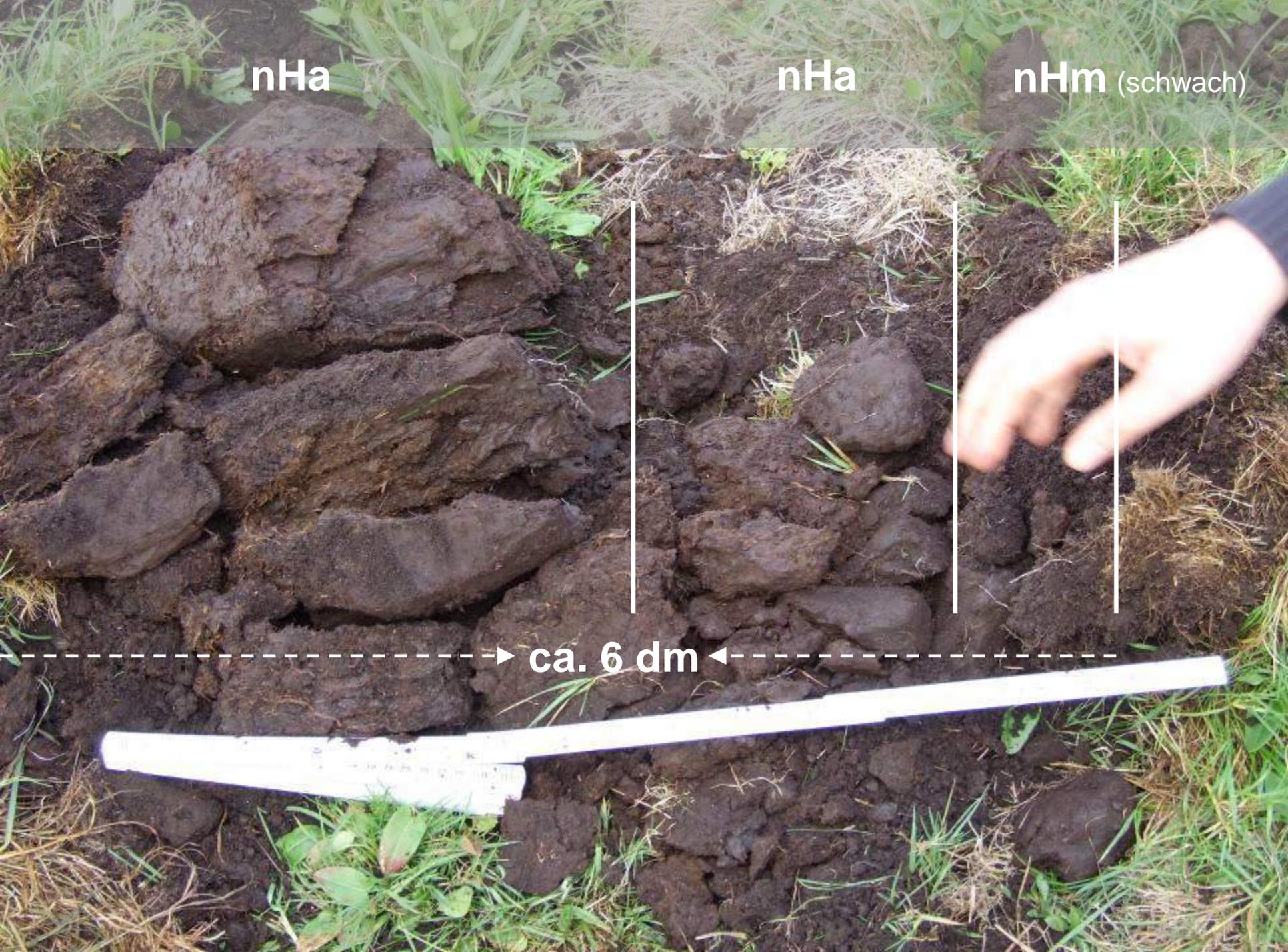
Durch Entwässerung verändertes Gefüge in Niedermooren  
(Fotos: Zeitz)

nHa

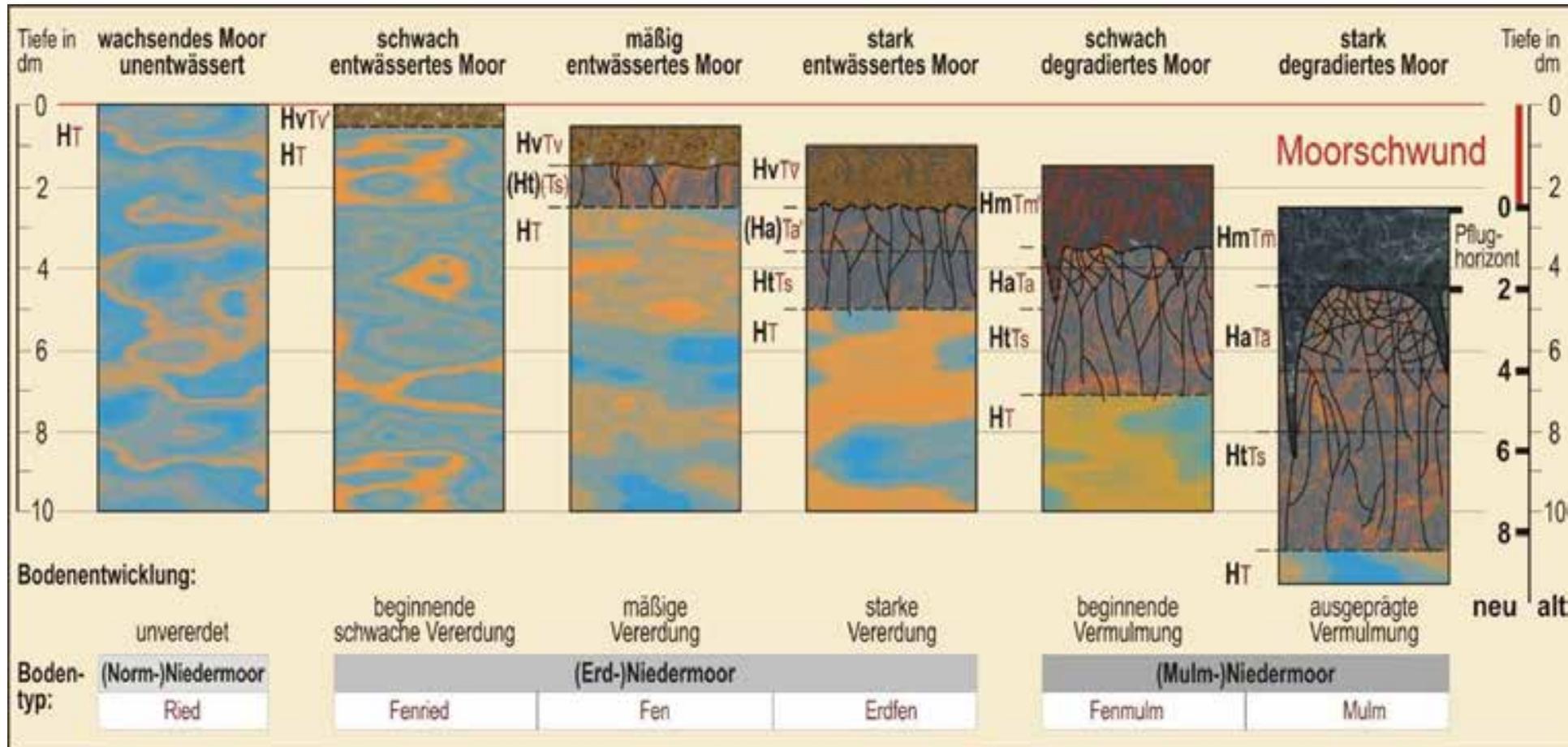
nHa

nHm (schwach)

ca. 6 dm



# Was wird durch Landnutzung verursacht?



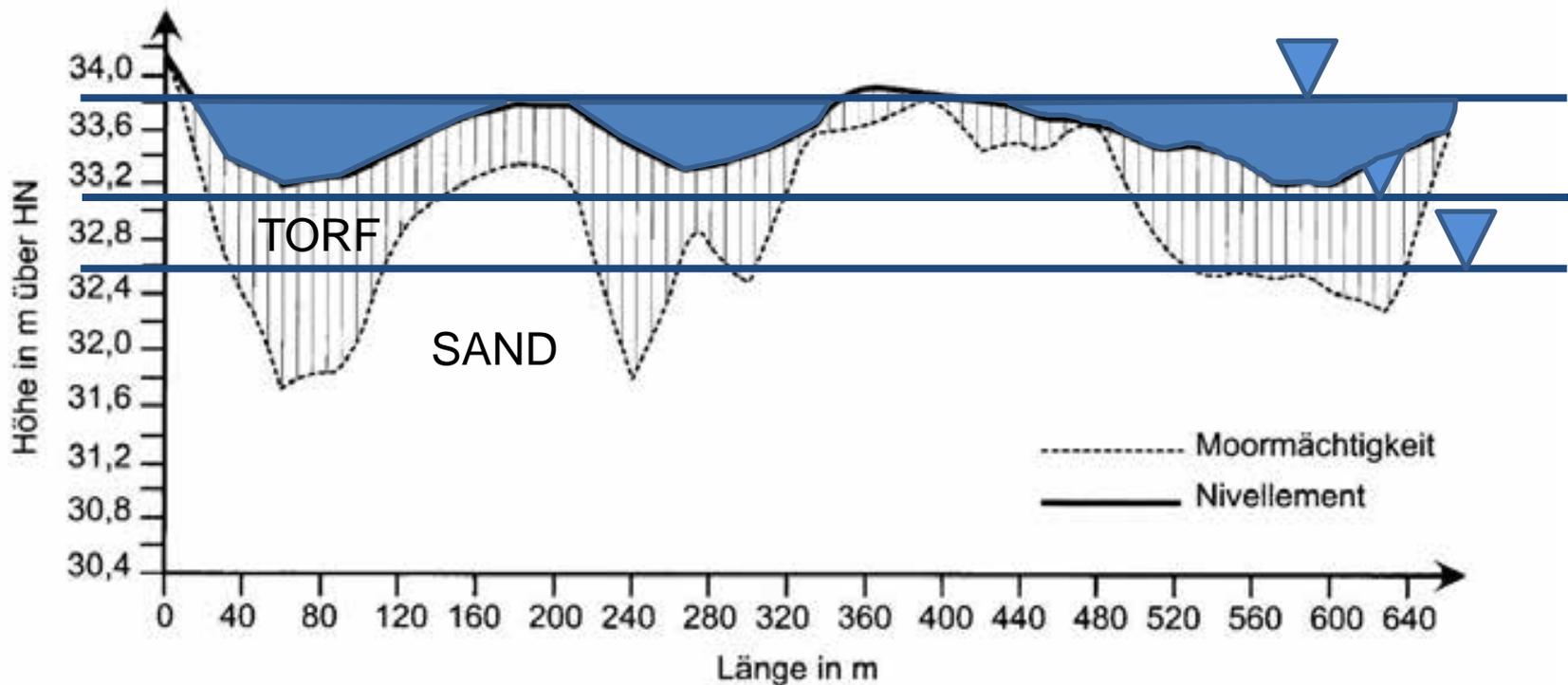
(aus Steckbriefe BB; 2012)

# Was wird durch Landnutzung verursacht?



- **effektive Durchwurzelungstiefe: 20cm**
- **kapillare Aufstiegshöhe für den nHa- Horizont bei einer Aufstiegsrate von 2 mm: 2,5 dm (nHr- Horizont analog 5,5 dm)**

# Was wird durch Landnutzung verursacht?



Moormächtigkeit und Höhennivellement eines Transektes im Versumpfungsmoor Oberes Rhinluch (nach Zeitz, 2001)

# Was wird durch Landnutzung verursacht?



Stauanässe nach Starkregen und nach Fahrschäden (Fotos: P. Schulze)



Foto: Maik Stegemann

# Landwirtschaftlich genutzte MoorBÖDEN



Versumpfungsmoor und  
vergleyte Sandstandorte;

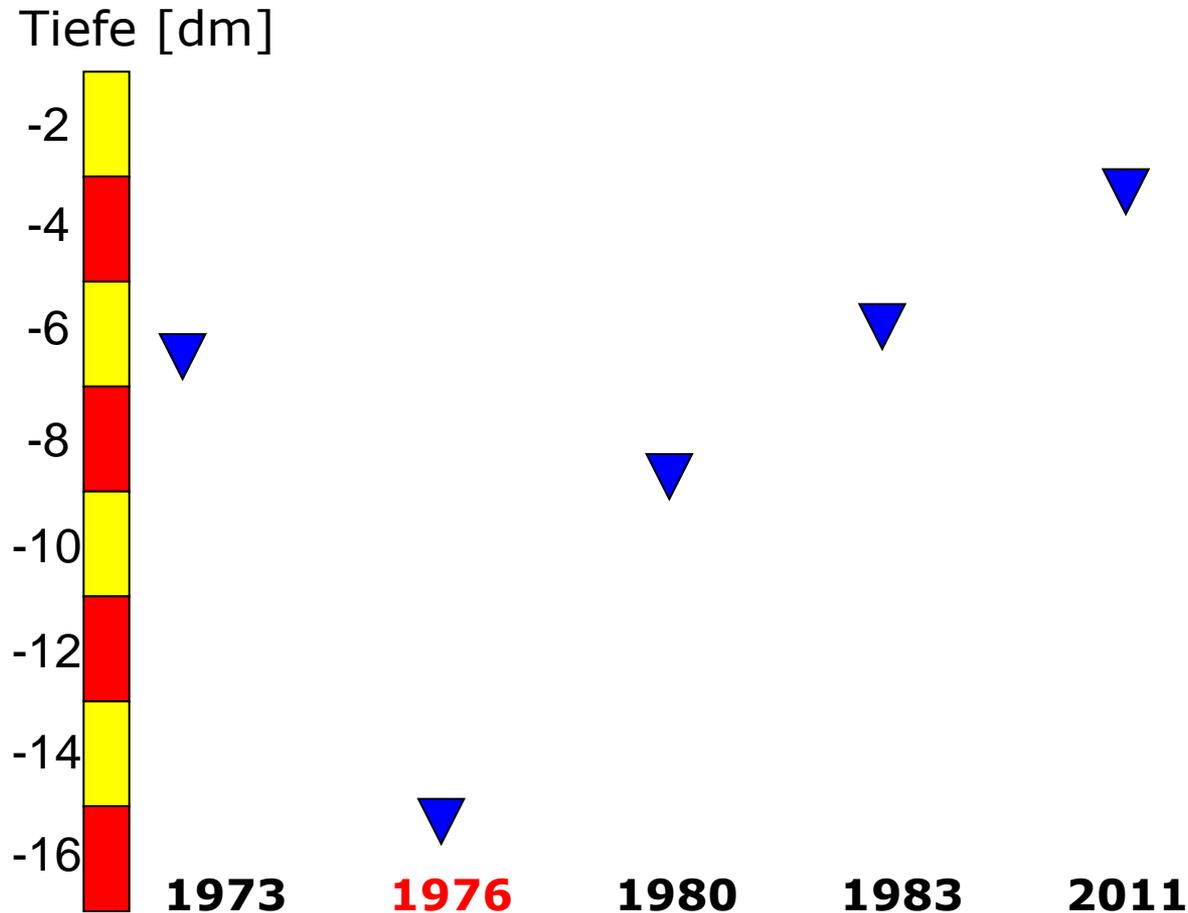
zweiseitige Grundwasser-  
Regulierung;

Extensivierung seit 1990

Lewitz, Polder Schwarzer Graben

(Untersuchungen 2011 v. Junghans, D. Möller und N. Roßkopf)

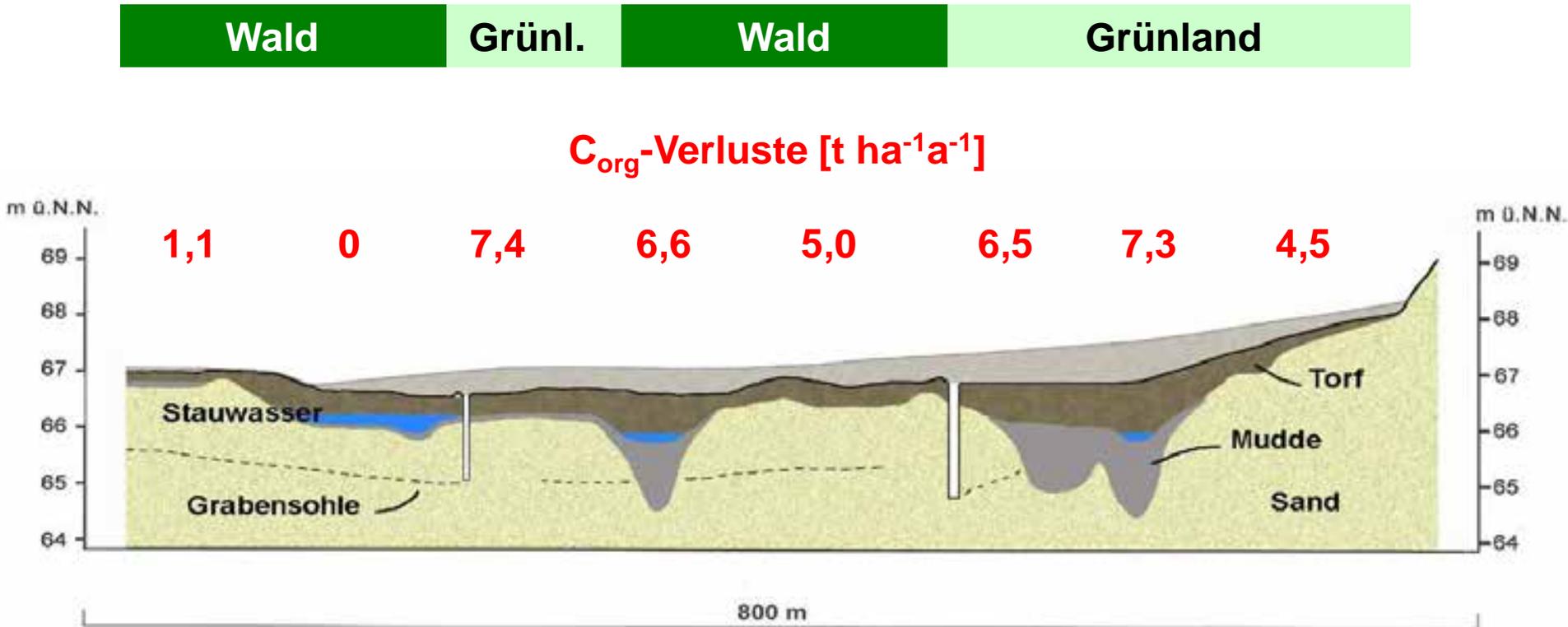
# Landwirtschaftlich genutzte MoorBÖDEN



Lewitz, Polder Schwarzer Graben; tiefste Sommer-Grundwasserstände  
(Zusammenstellung: V. Junghans, Quellen: Succow, 1988; Altermann u.a. 2011)

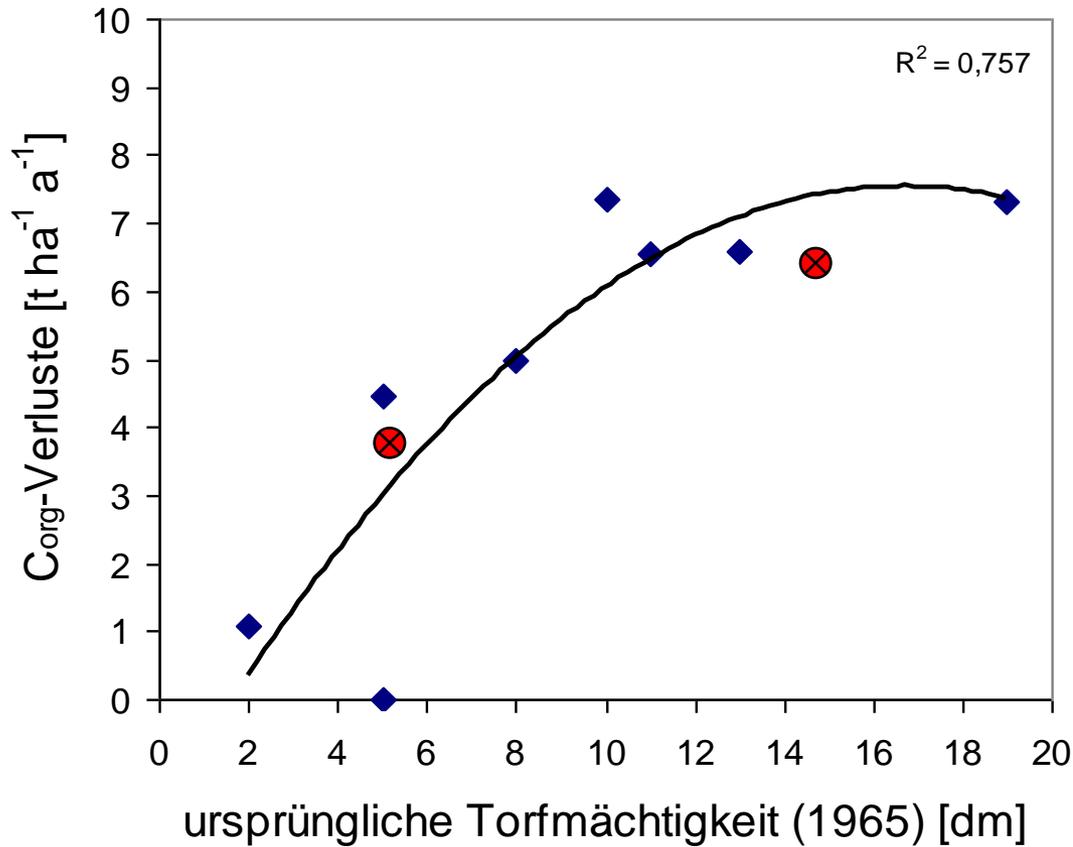


# $C_{org}$ -Verluste: Ursache Landnutzung?



Transekt durch ein 1969 tief entwässertes Niedermoor (1,20 m) im Eldequellgebiet / Landkreis Müritz (C. Klingenuß, 2011)

# $C_{org}$ -Verluste: Ursache Stratigraphie!



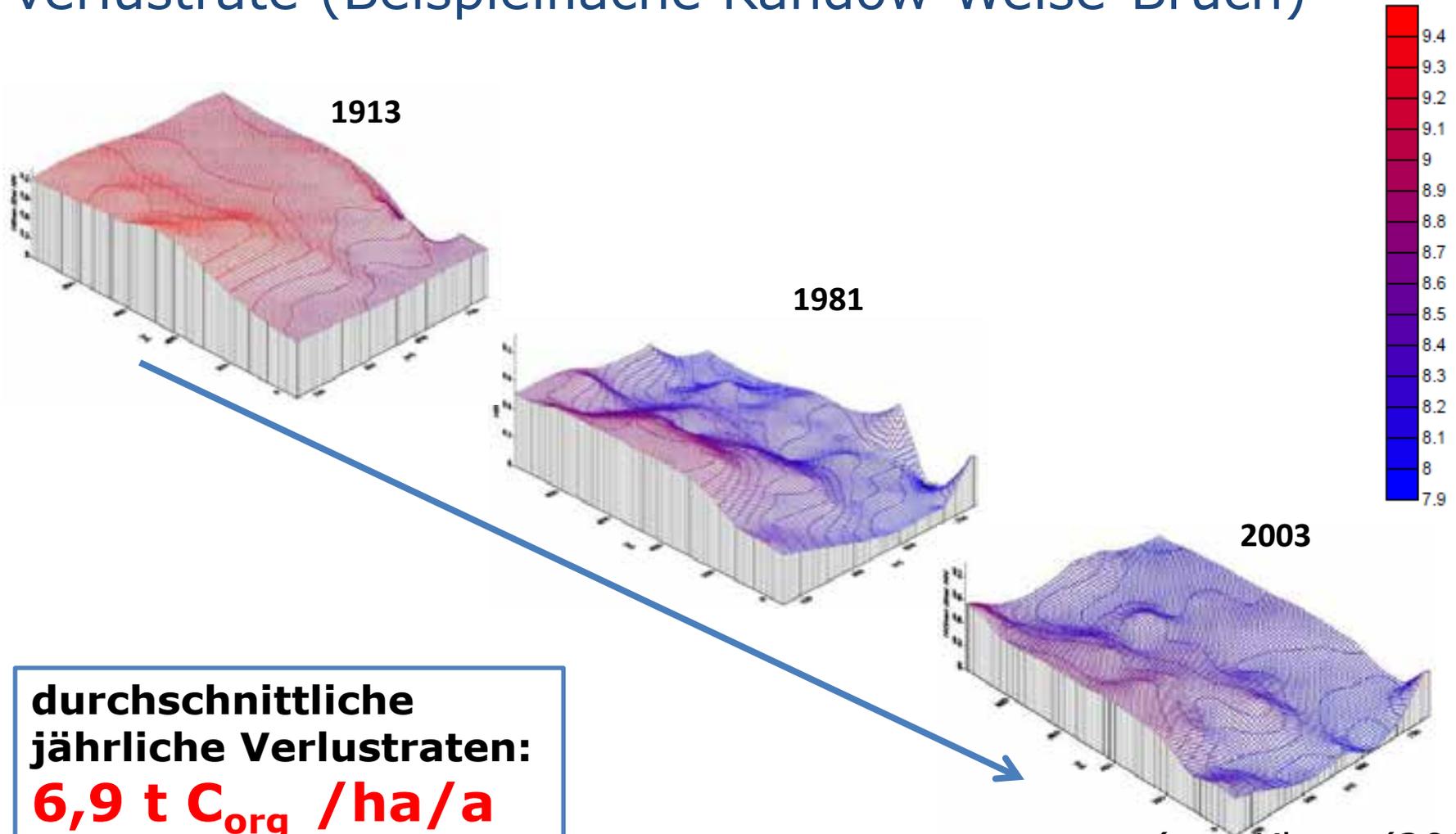
$C_{org}$ -Verluste eines 1969  
tief entwässerten  
Niedermooses (1,20 m) im  
Eldequellgebiet / Landkreis  
Müritz in Abhängigkeit  
der ursprünglichen Torf-  
mächtigkeit  
(C. Klingenuß, 2011)

⊗ Vergleichswerte  
nach Mundel (1976),  
CO<sub>2</sub>-Gasmessung

# Was wird durch Landnutzung verursacht?

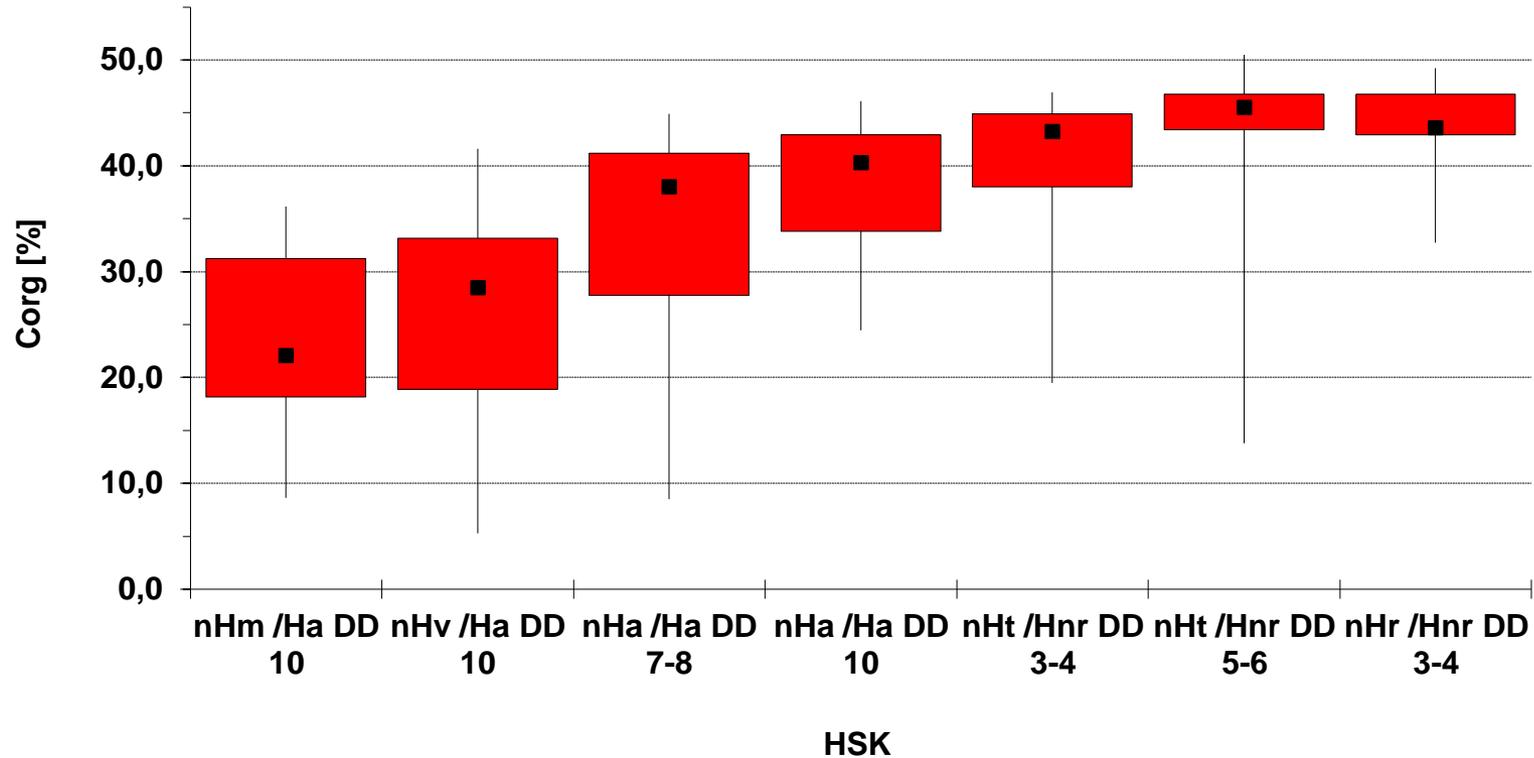


Moorschwund und durchschnittliche Kohlenstoffverlustrate (Beispielfläche Randow-Welse-Bruch)



durchschnittliche  
jährliche Verlustraten:  
**6,9 t  $C_{org}$  /ha/a**

# Was wird durch Landnutzung verursacht?

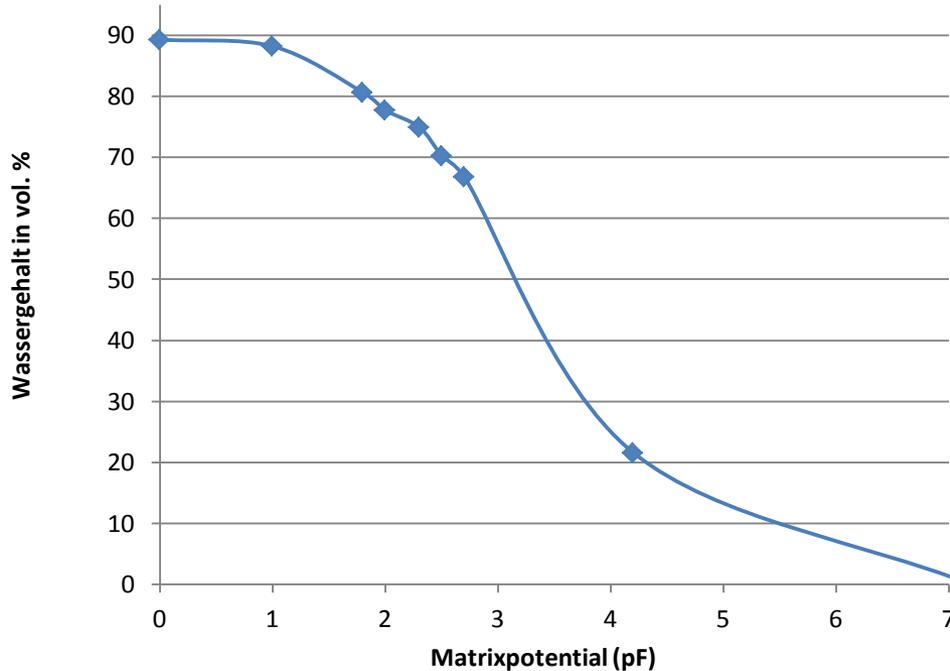


$C_{org}$ -Werte von Horizont-Substratkombinationen aus Torfen in Mecklenburg-Vorpommern (aus Zauft u.a., 2010)  
(Datenquelle: 293 Bodenprofile; Moorstandortkatalog des LUNG)

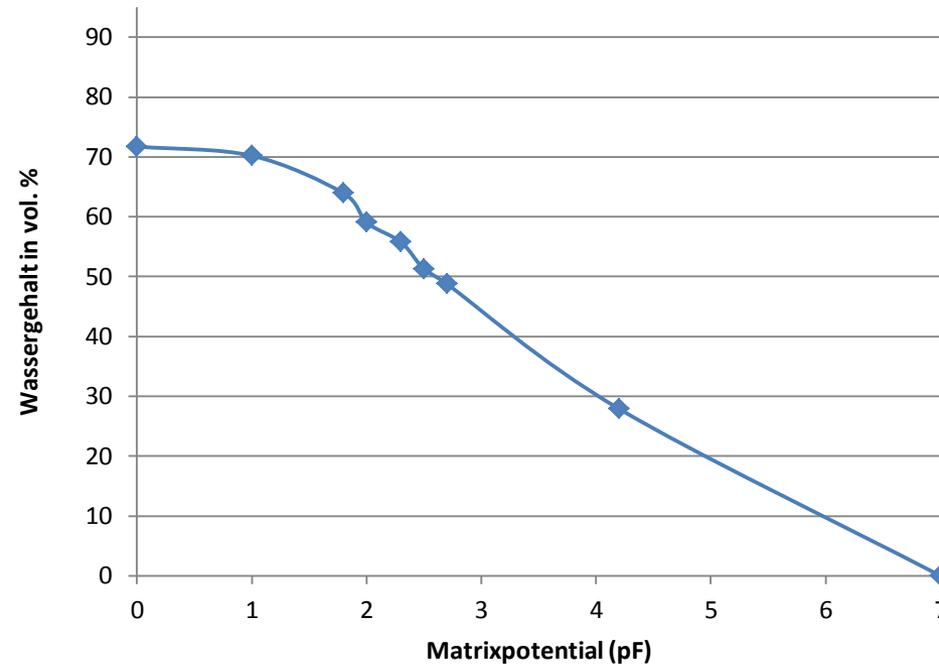
# Was wird durch Landnutzung verursacht?



nHw:Hnr5



nHm:Ha10

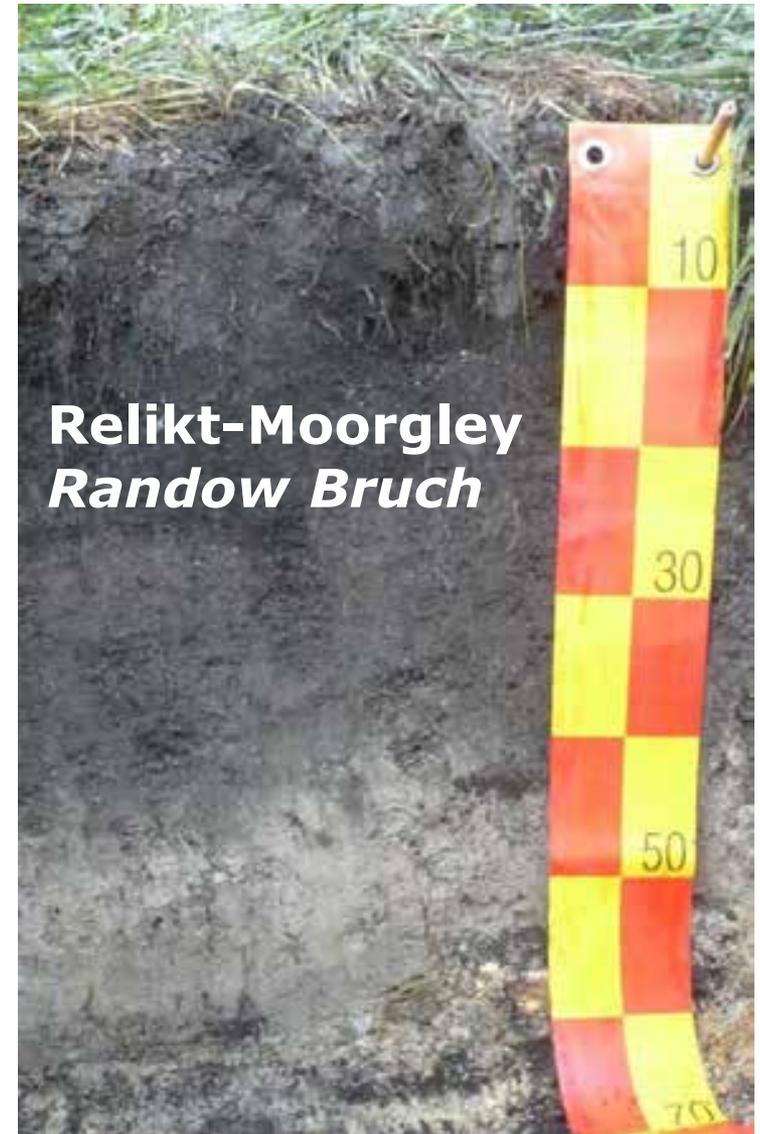


Wasserretentionskurven von zwei Torfen in Dummerstorf (FG Bodenkunde, unverö.)

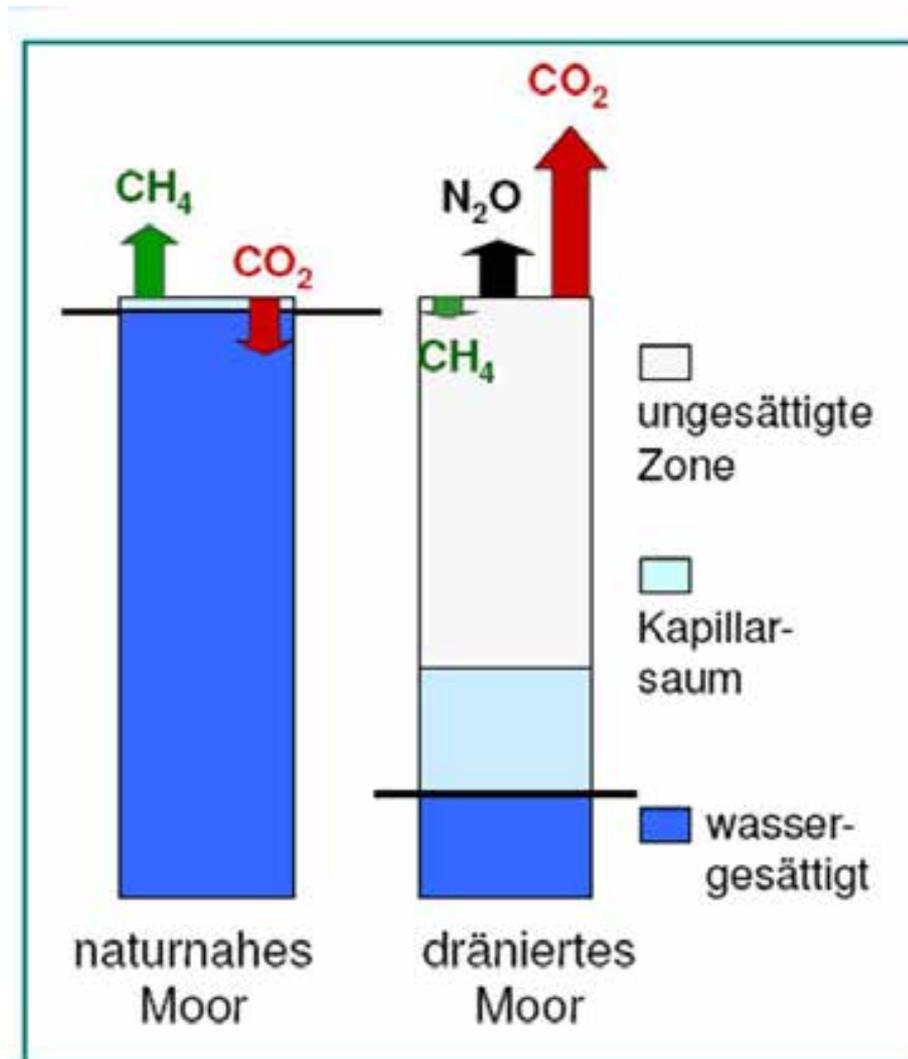
nHw:Hnr5 mittel zersetzter Seggentorf im GW-Schwankungsbereich **nFK = 60 Vol. %**

nHm:Ha10 hoch zersetzter Torf in einem Vermulmungshorizont **nFK = 33 Vol. %**

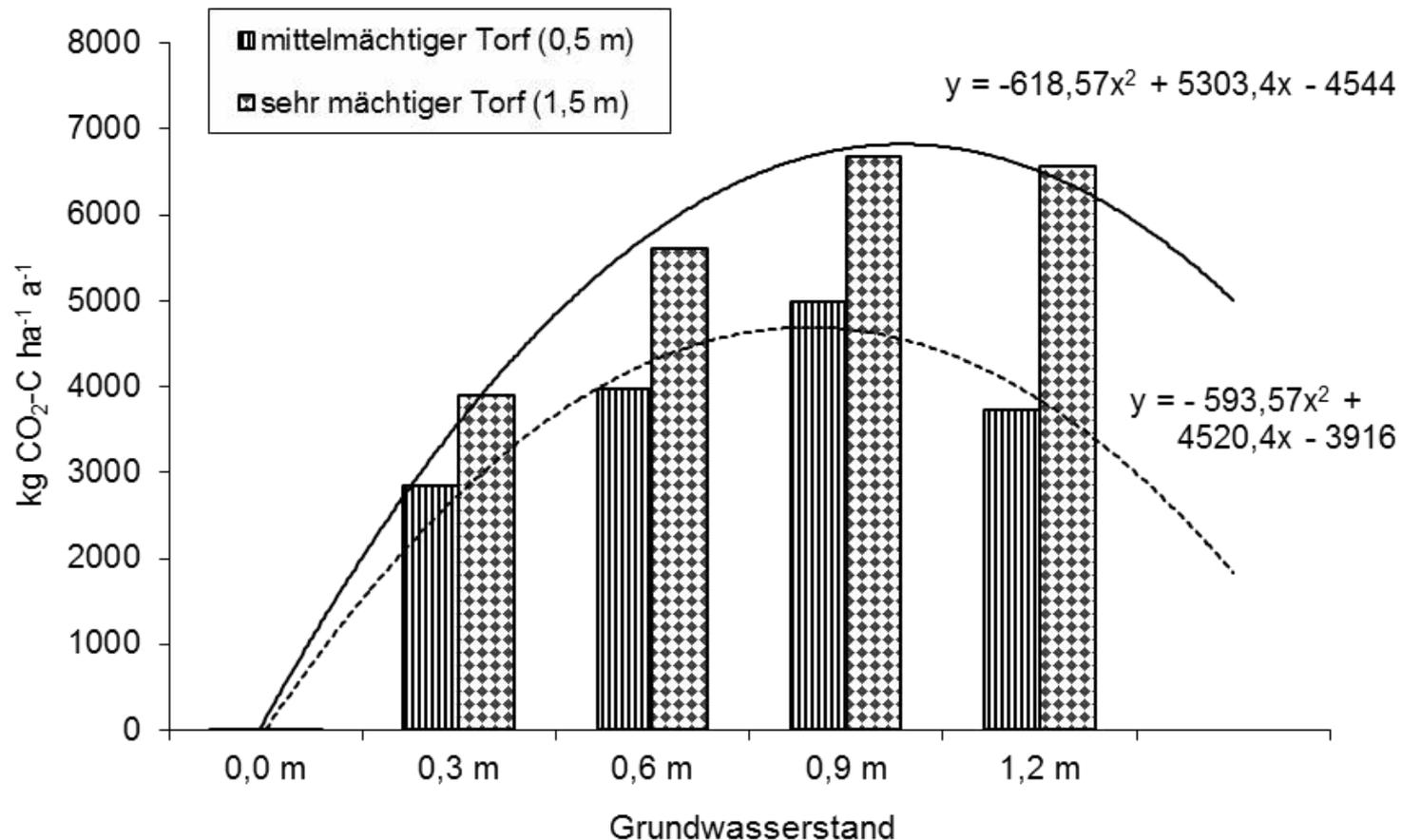
# Was wird durch Landnutzung verursacht?



# Was wird durch Landnutzung verursacht?



# Was wird durch Landnutzung verursacht?



Einfluß differenzierter Grundwasserstände auf die Netto-CO<sub>2</sub>-Freisetzung aus einem mittelmächtigen Torfsubstrat (Rhin-Havelluch) und einem sehr mächtigen Torfsubstrat (Friedländer Große Wiese) in der Lysimeteranlage Paulinenaue (Nutzungsform: Grasland, modifiziert nach Mundel 1976)

# Was wird durch Landnutzung verursacht?



- nach Ende der letzten Eiszeit bildeten sich in den **MoorBÖDEN** von Mecklenburg-Vorpommern enorme C-Vorräte

⇒ **450 Mio t C**

oder:

⇒ **1651 Mio t CO<sub>2</sub>**

**CO<sub>2</sub>-Aufnahme** bei Moorwachstum: 1,2 (HM)...1,7 (NM) t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>

**CO<sub>2</sub>-Freisetzung** bei Nutzung: 18,3...40,4 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>

**VERHÄLTNIS:** durch Nutzung wird bis **34 mal mehr** CO<sub>2</sub> frei gesetzt!

# Was wird durch Landnutzung verursacht?



Nutzung	mittlerer Wasserstand (m unter Flur)	summarische Klimawirkung (t CO <sub>2</sub> -Äquivalente/ha/a)
Acker	- 0,29	<b>30,9 (21,3 – 40,7)</b>
GL intensiv/mittel	- 0,49	<b>33,8 (14,2 – 50,0)</b>
GL extensiv trocken	- 0,70	22,5 (19,5 – 30,9)
GL extensiv nass	- 0,11	10,3 (5,8 – 16,3)

(Drösler et al. 2011)

## Für die **landwirtschaftliche Nutzung**:

- verschlechterte Wasserbewegung – Infiltration UND kapillare Wassernachlieferung
- Stauwasser ÜBER Grundwasser und Ausfaulen der Grasnarbe
- schlechtere Befahr- und Beweidbarkeit, insb. bei vermulmten Oberböden
- geringere und instabile Grünlanderträge
- höhere Aufwendungen der Bestandesführung und Wasserregulierung

## Für die **Umwelt:**

- Freisetzung klimarelevanter Gase
- starke Auteutrophierung
- Nährstoffbelastung angrenzender wassergeprägter Ökosysteme
- keine „Pufferfunktion“ im Landschaftswasserhaushalt
- geringe Biodiversität



Kollision mit den nationalen und internationalen Vorgaben zum Boden-, Wasser- und Naturschutz

## Für **Schutzmaßnahmen** oder **Renaturierung** oder **Paludikultur (Erlen)**:

- schlechte/verzögerte Wasserbewegung bei Wiedervernässung
- Aufschwimmen der vermulmten Gefügeteile anstatt Quellung
- Nährstoffrücklösungen/Auteutrophierung
- veränderte pH- und Trophieverhältnisse

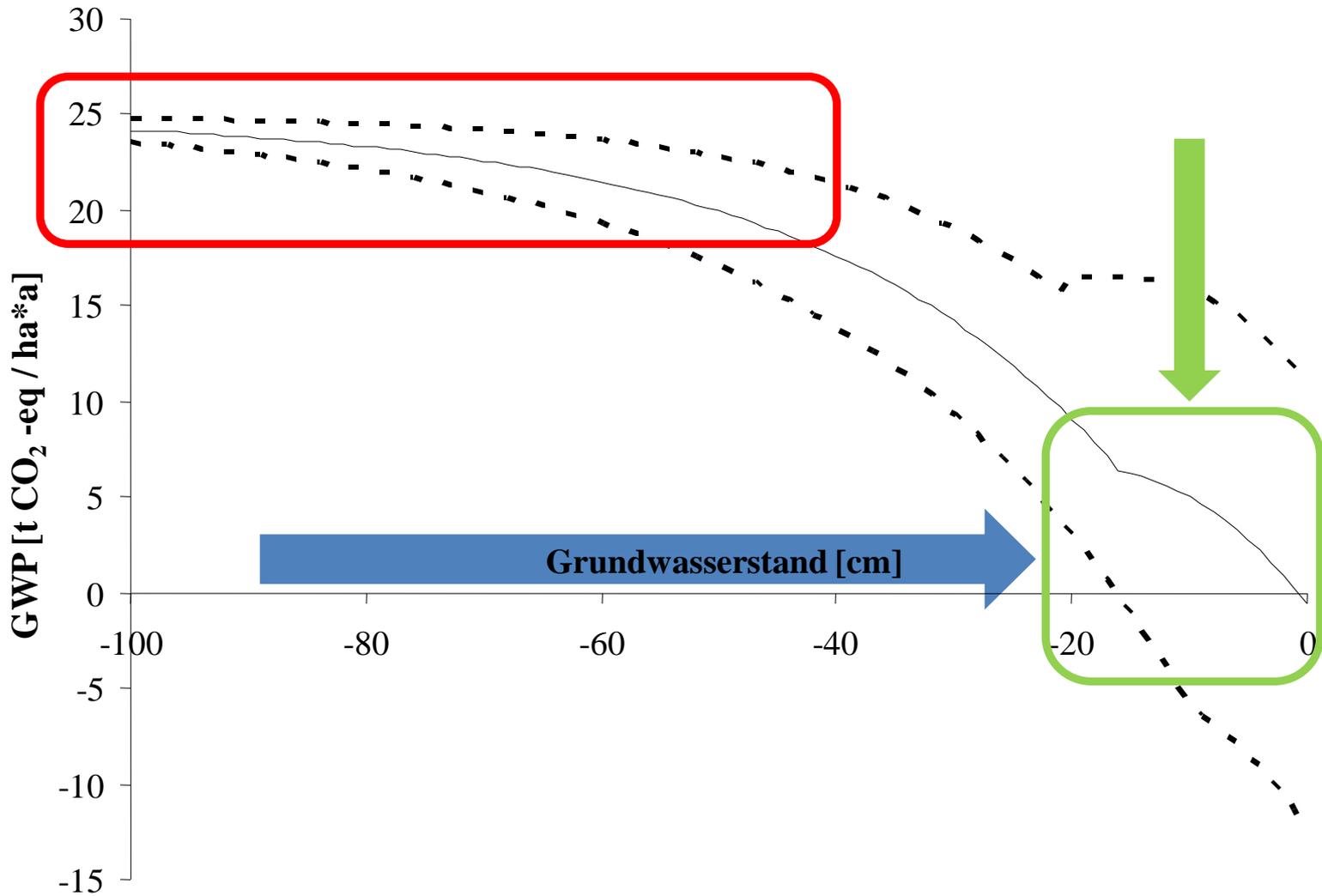
Diese veränderten Standortbedingungen sind zu beachten!!!!

# Was verursacht Renaturierung?



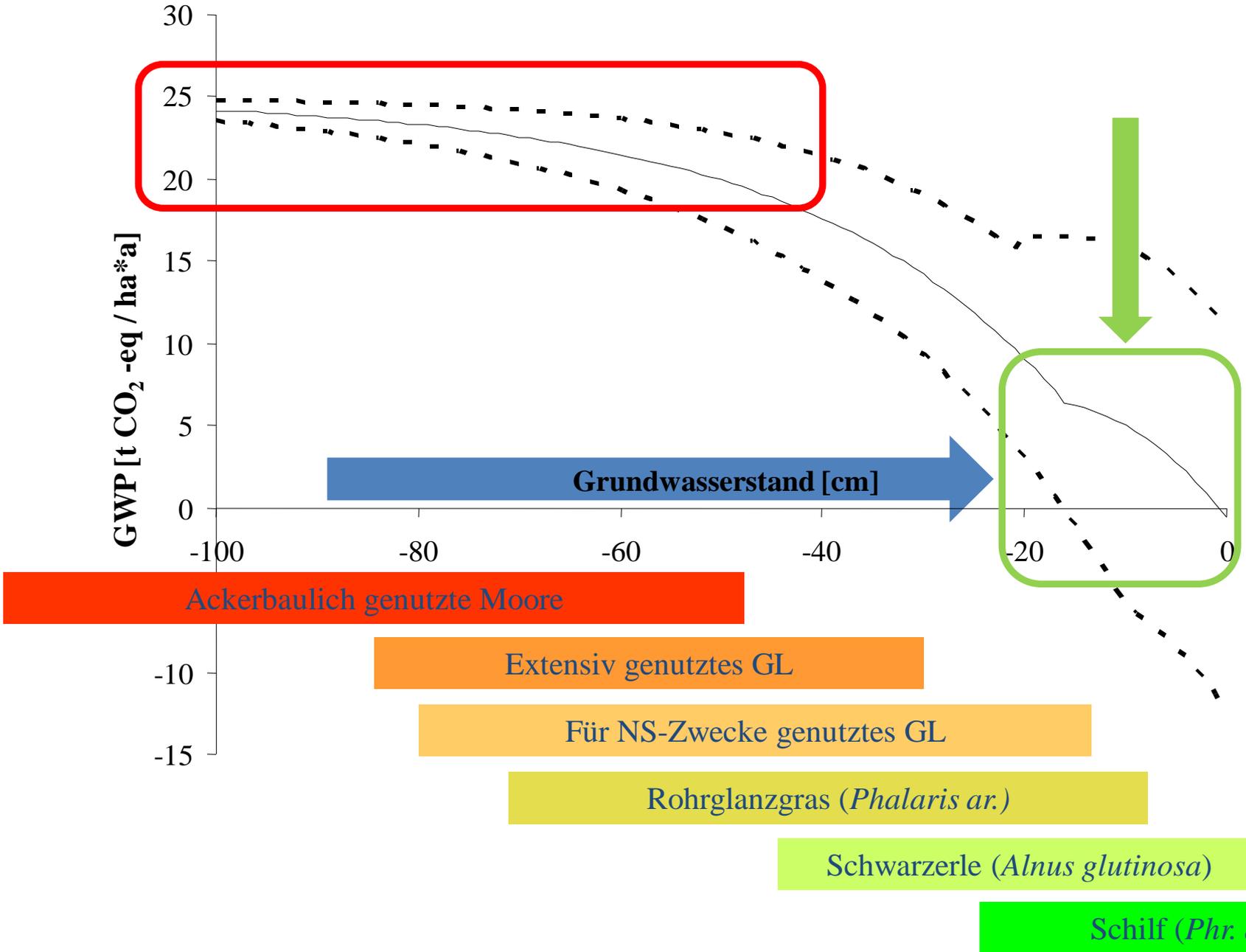
Nutzung	mittlerer Wasserstand (m unter Flur)	summarische Klimawirkung (t CO <sub>2</sub> -Äquivalente/ha/a)
Acker	- 0,29	<b>30,9 (21,3 – 40,7)</b>
GL intensiv/mittel	- 0,49	<b>33,8 (14,2 – 50,0)</b>
GL extensiv trocken	- 0,70	22,5 (19,5 – 30,9)
GL extensiv nass	- 0,11	10,3 (5,8 – 16,3)
<b>naturnah/renaturiert</b>	<b>- 0,10</b>	<b>3,3 (-4,3 – 11,9)</b>

(Drösler et al. 2011)



**Global Warming Potential (ohne N<sub>2</sub>O) in Abhängigkeit vom GW-Stand**

# Global Warming Potential (ohne N<sub>2</sub>O) in Abhängigkeit vom GW-Stand



# Grundsätze für die Bewirtschaftung eines entwässerten Moorstandortes



- ▶ ausschließlich Graslandnutzung, kein Acker !
- ▶ Dauergraslandnutzung, d.h. umbruchlos, Nachsaaten höchstens durch Ritzverfahren, Ansaatmischungen am Standort orientieren– besser aus sich selbst entwickeln lassen
- ▶ Wasserregulation optimieren in Richtung sehr hoher Stauhaltung im Winter (Überstau vermeiden), maximaler Wasserrückhalt im Frühjahr (Puffer schaffen), stabile Wasserhaltung über den Sommer anstreben, d.h. besser 1. Mahd um 14 Tage verschieben, als Wasser ablassen

**Merke:** desto gleichmäßiger die Wasserversorgung über das Jahr gegeben ist, desto artenreichere = stabilere Pflanzenbestände

⇒ Ertragskontinuität und-qualität,

desto bessere Anpassung des Bodenlebens, insbesondere des Regenwurms

⇒ Verbesserung der Bodenstruktur für bessere Wasserleitfähigkeit



**KUP Erle**



**Mutterkuhhaltung**

**Oder: Alternative Bewirtschaftungsformen von agrarischen Nassstandorten: DSS-TORBOS**



**Schilf für Bioenergie**



**Fleisch für Feinschmecker**

Dank – an alle, die in den Moorboden schauen

