



LfL



WEIHENSTEPHAN · TRIESDORF
University of Applied Sciences



Peatland
Science
Centre

Grundlagen und Handlungsoptionen für eine moorverträgliche Landwirtschaft

Dr. Lennart Gosch

Dr. Michael Diepolder

Dr. Annette Freibauer

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Agrarökologie und Biologischen Landbau
<https://www.lfl.bayern.de/moorbewirtschaftung>

23.11.2023

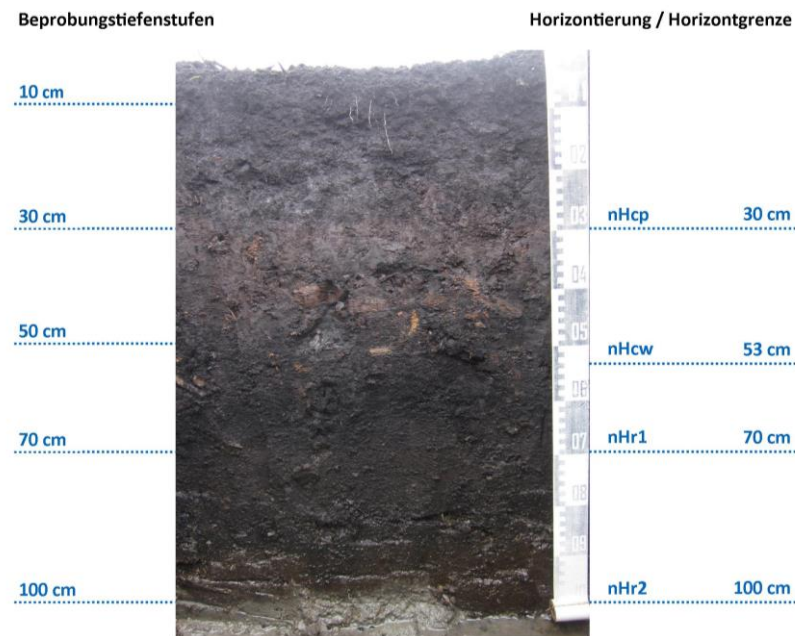
Folien basierend auf dem Musterfoliensatz „Moorverträgliche Bewirtschaftung“ von T. Koller und P. Röder

Gliederung

1. Moore und ihre Entstehung
2. Derzeitige Nutzung von Mooren und ihre Folgen
3. Moorbodenschonende Bewirtschaftung
 - 3.1. Anhebung des Wasserstandes
 - 3.2. Landwirtschaftliche Nutzungskonzepte

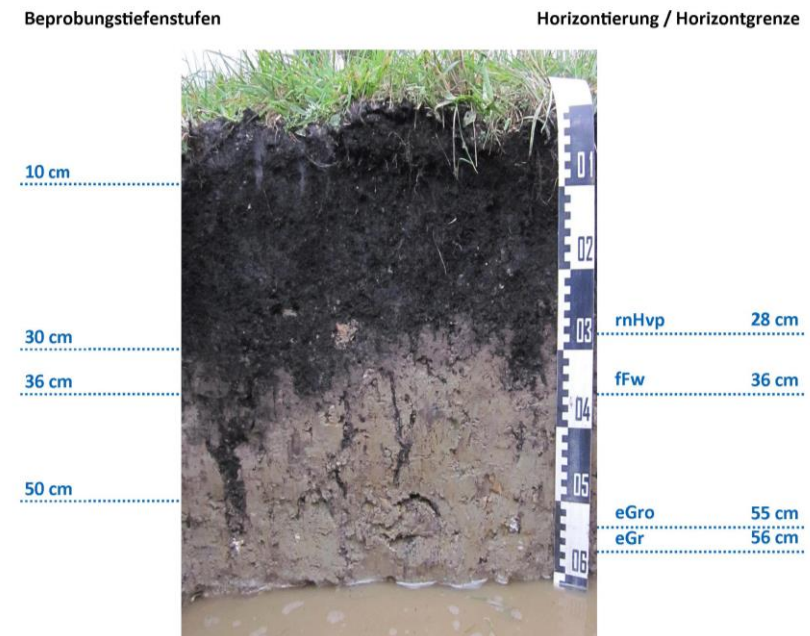
Was ist organischer Boden?

- Als organischen Boden bezeichnet man Böden mit einem Anteil **organischen Materials** von mind. **15%**:
Hochmoor, Niedermoor, Anmoor
- Organischer Boden enthält **Torf**.



Bodentyp zum Standort 4835: [Varietät von Kalkniedermoor](#)

Naturnahes Moor



Bodentyp zum Standort 4781: [Varietät von Normerdniedermoor](#)

Entwässertes, degradiertes Moor

Was ist Torf?

- Torf ist ein **organisches Sediment** aus **Pflanzenrückständen**.
- Torf entsteht aus **nicht oder unvollständig zersetztem Pflanzenmaterial**, er kann bis zu **12.000 Jahre alt** sein.
- Die Zersetzung der Pflanzenmaterialien ist durch den **Luftabschluss** durch Wassersättigung extrem gehemmt.
- Torf bildet sich **sehr langsam** (etwa 1 mm pro Jahr).
- Bei der Torf-Entstehung wird **Kohlenstoff** langfristig gespeichert, also CO₂ aus der Atmosphäre entzogen.
- Torf wird seit Jahrhunderten abgebaut und als **Energieträger** in Kraftwerken, Hausheizungen oder Erde im Blumentopf/ **Gartenbau** / Gemüseanbau verwendet.



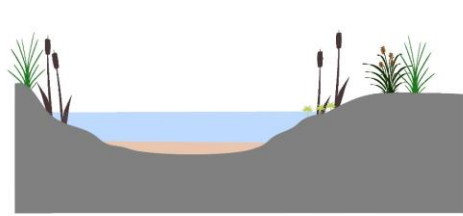
Foto: Ella Papp



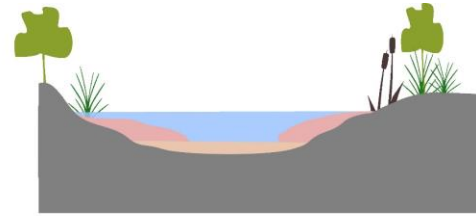
Foto: Matthias Drösler

Wie entsteht ein Moor?

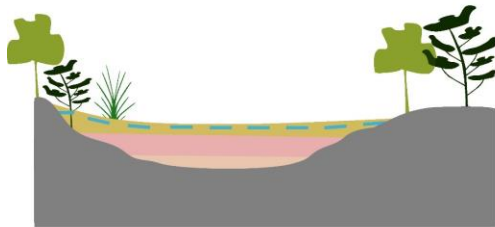
Moore werden aus Torf gebildet. Im Laufe der Zeit entstehen sie in Bereichen mit seichtem Wasser, wobei die Seen im Laufe der Zeit **eutrophieren** und durch die **abgestorbenen Pflanzenreste** verlanden.



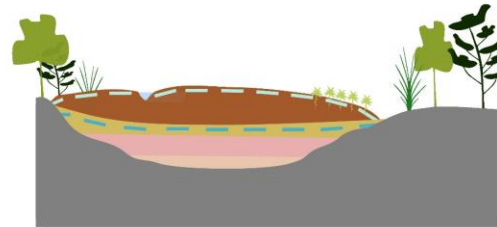
vor 12.000 Jahren
Anfangsstadium



vor 11.000 Jahren
Verlandung



vor 7.500 Jahren
Niedermoor



vor 4.500 Jahren
Hochmoor

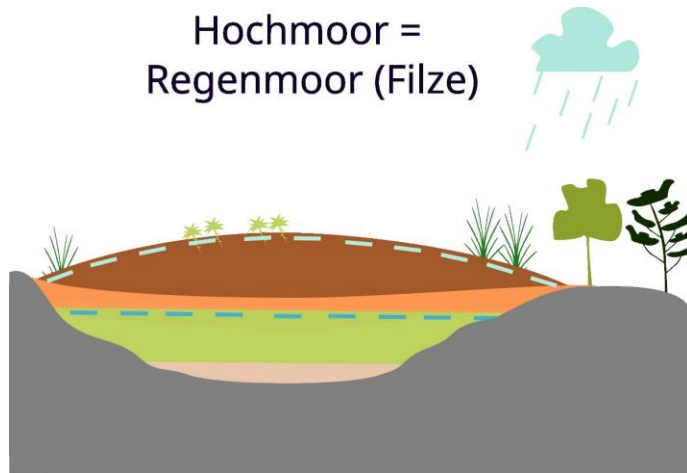


Jetzt

- offenes Wasser
- Grundwasser
- Regenwasser (Moorwasserstand)
- mineralischer Untergrund
- Mudden (Seeschlamm)
- Seggentorf/ Schilftorf
- Bruchwaldtorf
- Hochmoortorf
- Entwässerter Torf

Welche verschiedenen Moortypen gibt es?

Man unterscheidet zwischen zwei **Moortypen**:



- Zufuhr von Wasser und Nährstoffen überwiegend durch den Regen
- nur sehr wenige Mineralstoffe – kein Kalk
- sehr sauer (pH 3,5 – 4,5)
- weniger ertragreich

- zuerst entsteht ein nährstoffreiches Niedermoor
- intakt vom Grundwasser gespeist
- sie weisen einen höheren Kalkgehalt auf
- weniger sauer bis neutral (pH 4.5 - 7)
- im Prinzip fruchtbar

Wie viele Moore haben wir und wo liegen diese?

In Bayern gibt es ca. 228.000 ha Moorböden (GLÖZ2-Kulisse).

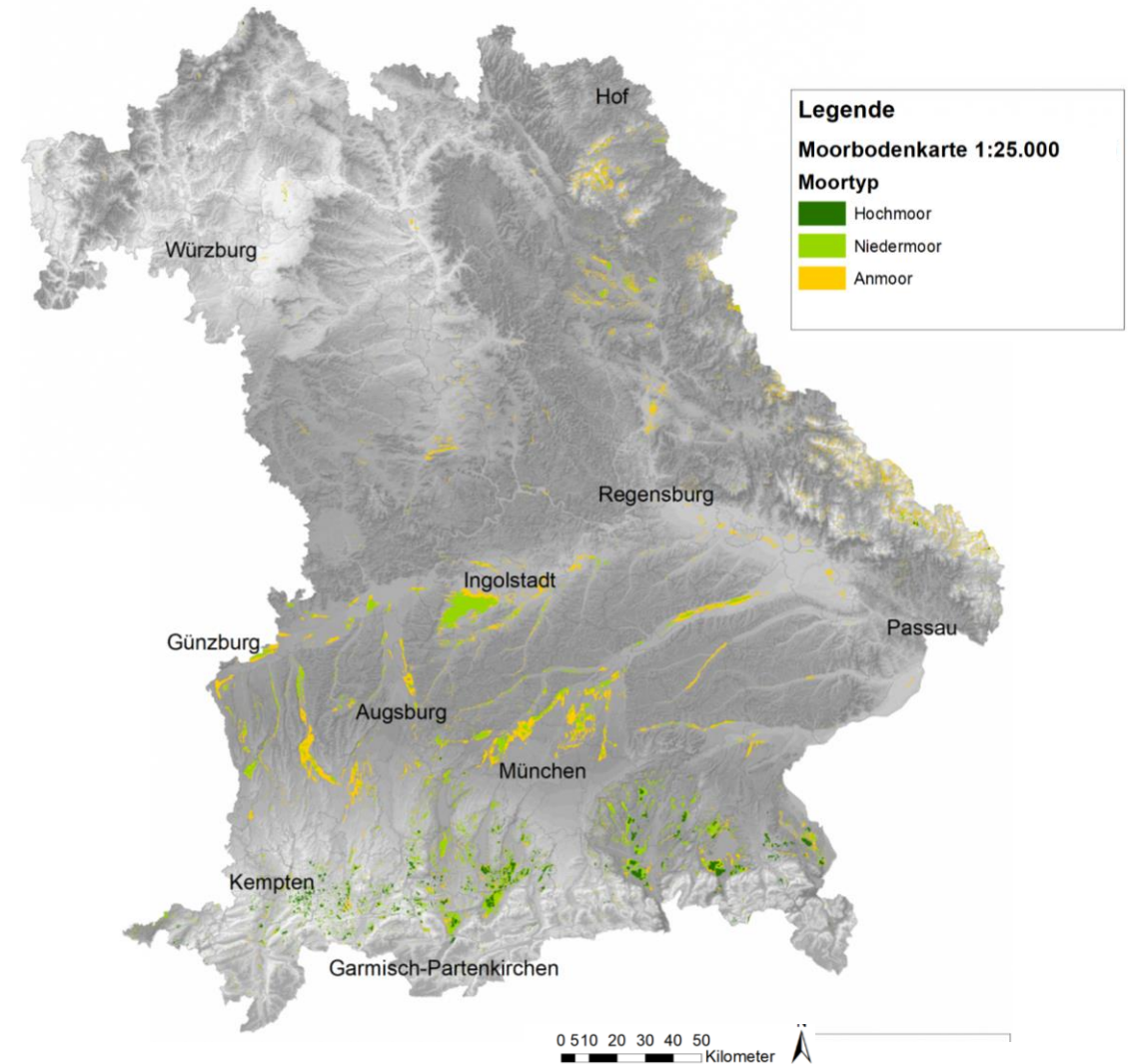
Davon ca.

10 % Hochmoor

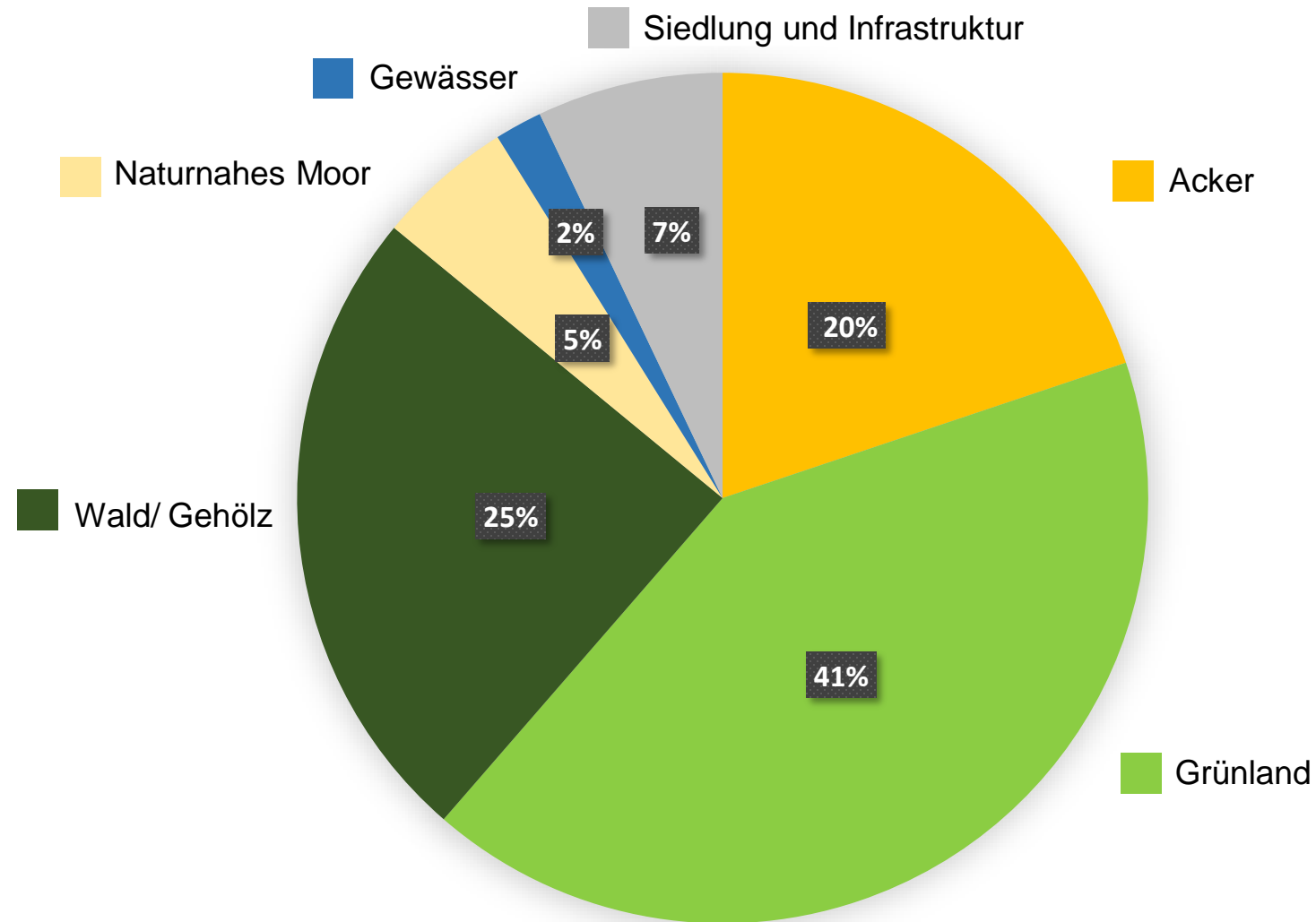
41 % Niedermoor

48 % Anmoor

➔ Etwa 95% der Moore wurden in Bayern vor allem für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung entwässert.



Unterschiedliche Nutzungsformen der Moore in Bayern



Aktuelle landwirtschaftliche Moorbodennutzung

- In Bayern werden derzeit ca. 134.000 ha* Moorböden landwirtschaftlich genutzt. Diese sind in der Regel entwässert.
- Die Nutzung teilt sich auf in



Fotos: Bastian Zwack

Folgen:

Entwässerter Zustand führt zu **Zersetzung des Torfs** durch Mikroorganismen (zu CO₂ und anderen Treibhausgasen):

- **Bodendegradierung und Bodensackungen (0,5 bis 4 cm pro Jahr)**
- **Endlichkeit der bisherigen Nutzungsweise**
- **Treibhausgas-Emissionen (Moore sind die größte Einzelquelle außerhalb des Energiesektors)**

Hydrologische Extreme durch langjährige Entwässerung

Bodendegradation (Vermulmung) und **Bodenverdichtung** (als Resultat langjähriger Entwässerung) führen zu Extremen:



Winderosion



Foto: Matthias Drösler

Bei trockenen unbedeckten Moorflächen (Acker) kann Winderosion entstehen – im Bayerischen Donaumoos hat diese (aufgrund des regelmäßigen Auftretens) einen Namen: Moorhexen



Trockenrisse



Foto: Bastian Zwack

Risse im Oberboden durch anhaltende Trockenheit; Langenweiher, Bayerisches Donaumoos.

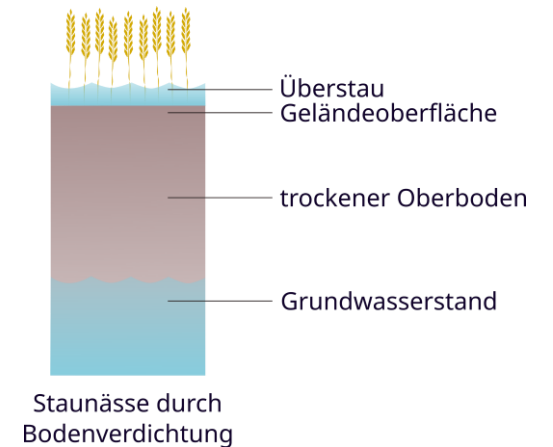


Staunässe



Foto: Bastian Zwack

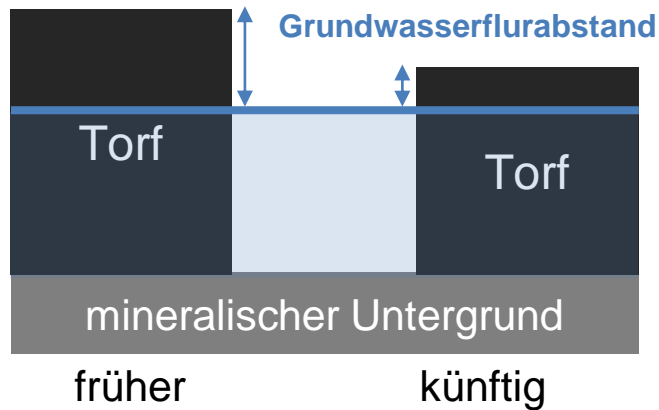
Staunässe nach Starkregenereignis in Karolinenfeld, nahe Rosenheim.



Endlichkeit der landwirtschaftlichen Moornutzung

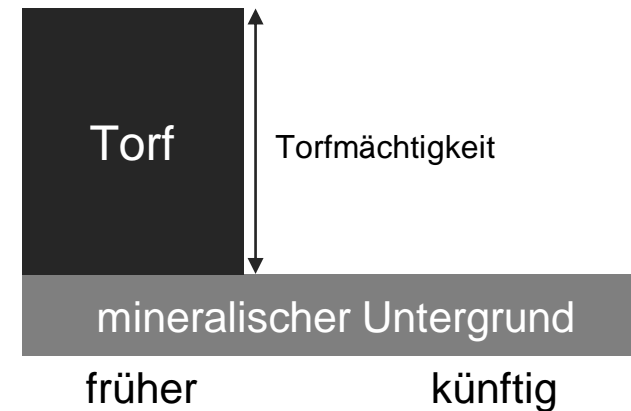
Durch Entwässerung kommt es zu **Torfschwund**. Dies führt zu zwei möglichen Szenarien:

Das **Grundwasser** wird erreicht (**Unterschreitung kritischer Grundwasserflurabstände**) und die bisherige trockene Bewirtschaftung wird nicht mehr möglich sein:



Vollständiger Verlust des Torfkörpers und Erreichen des unfruchtbaren, mineralischen Untergrunds

z.B. Kies, Seeton, z.T. Almkalk



Abschätzung der Endlichkeit über **Torfsackungsraten**

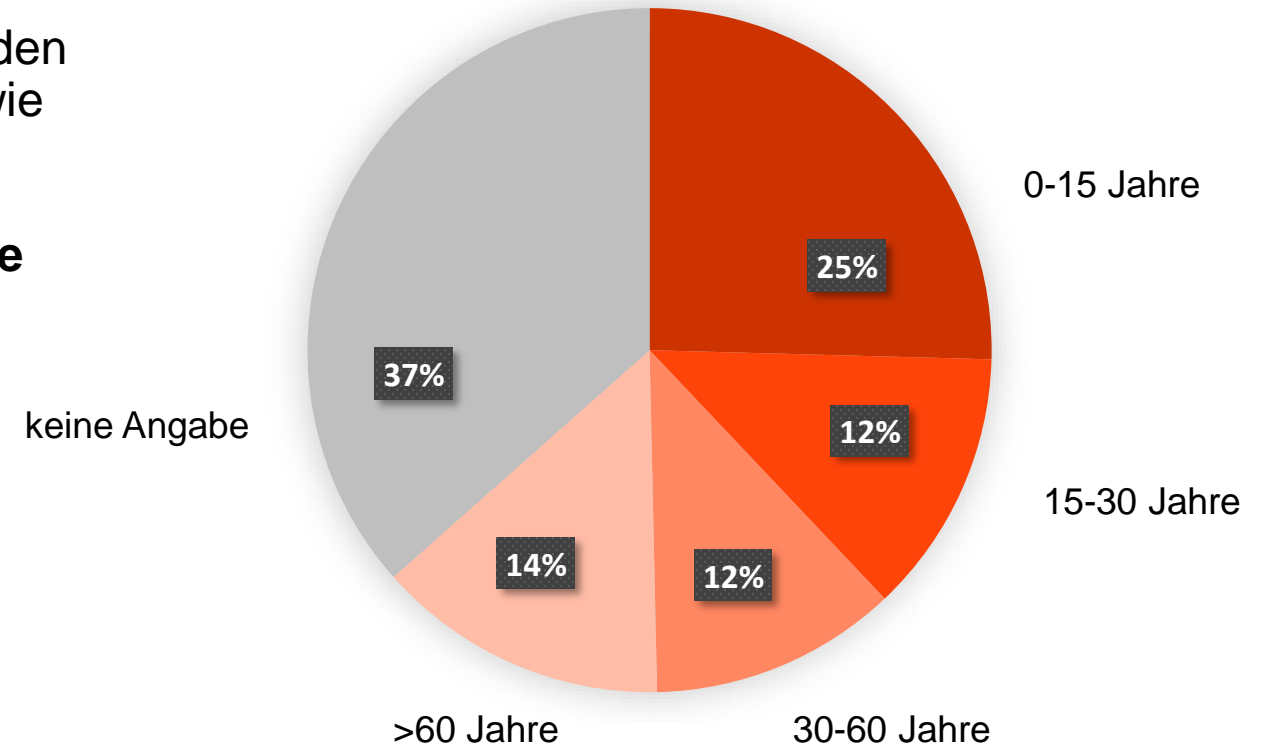
Endlichkeit der landwirtschaftlichen Moornutzung

Etwa **40%** der landwirtschaftlich genutzten Moorböden werden in den kommenden **30 Jahren** nicht mehr wie bisher nutzbar sein; davon

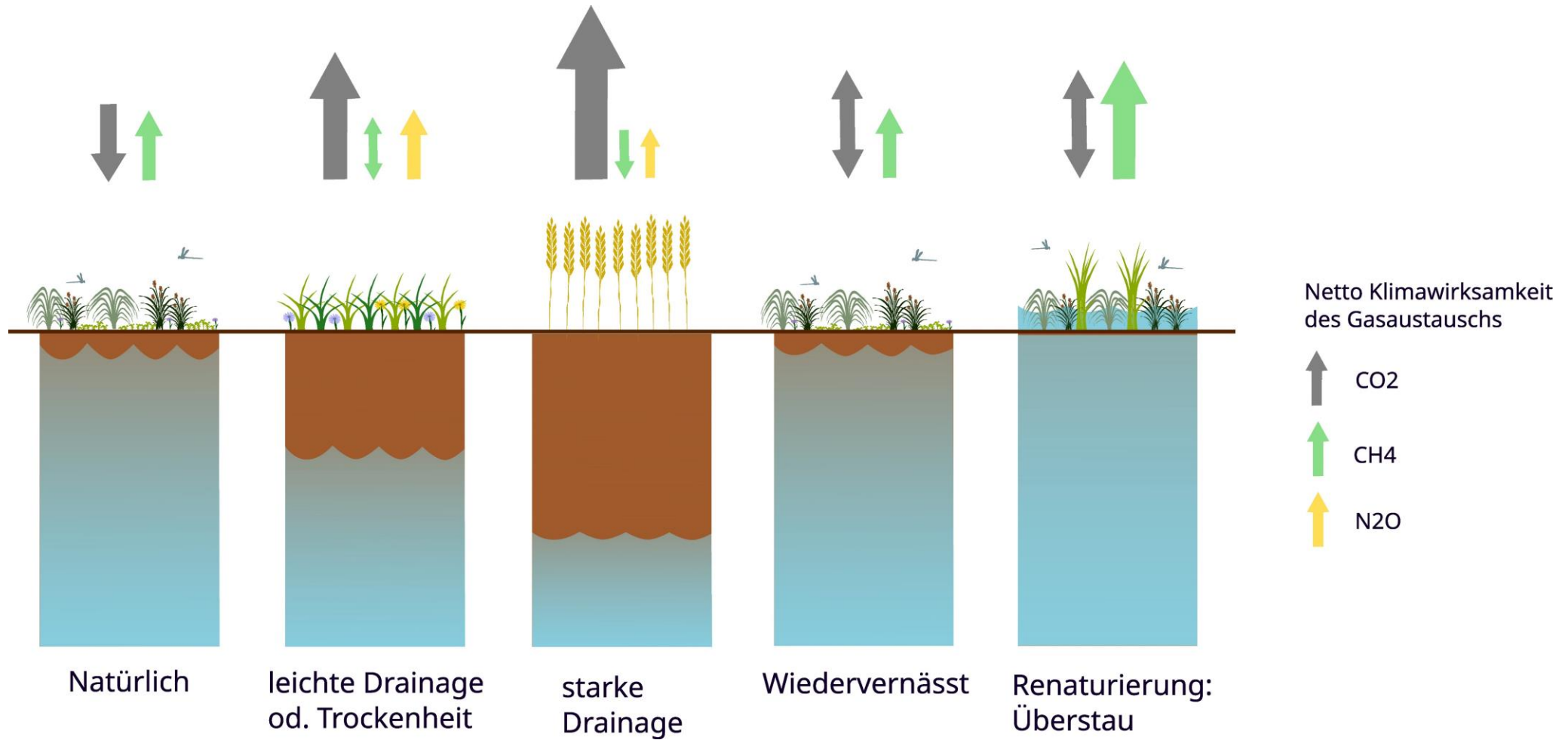
ca. **25%** innerhalb der nächsten **0-15 Jahre**

ca. **12%** in den nächsten **15-30 Jahren**

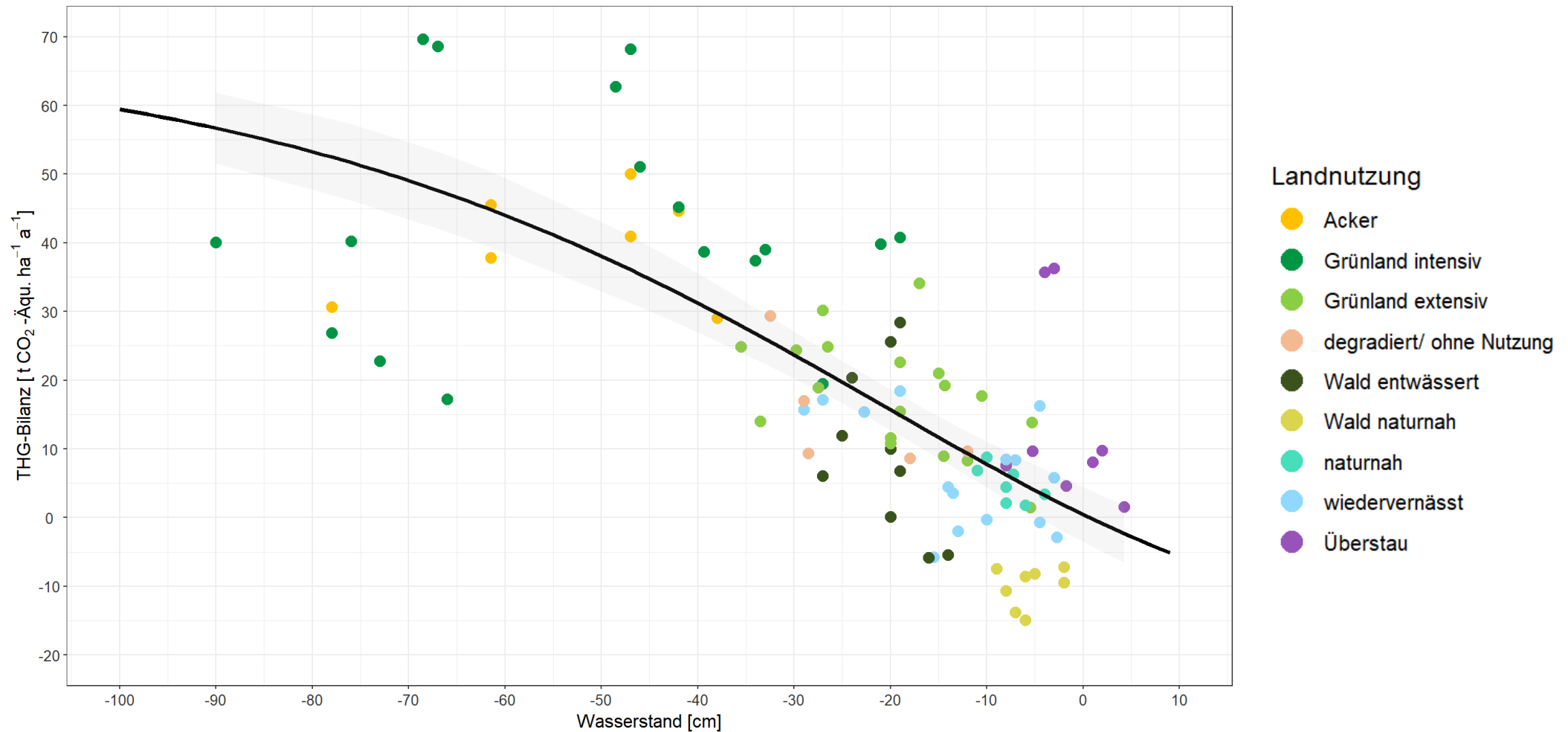
➔ **Bodenwert soll erhalten bleiben bzw. wiederhergestellt werden.**



Treibhausgasflüsse in Mooren

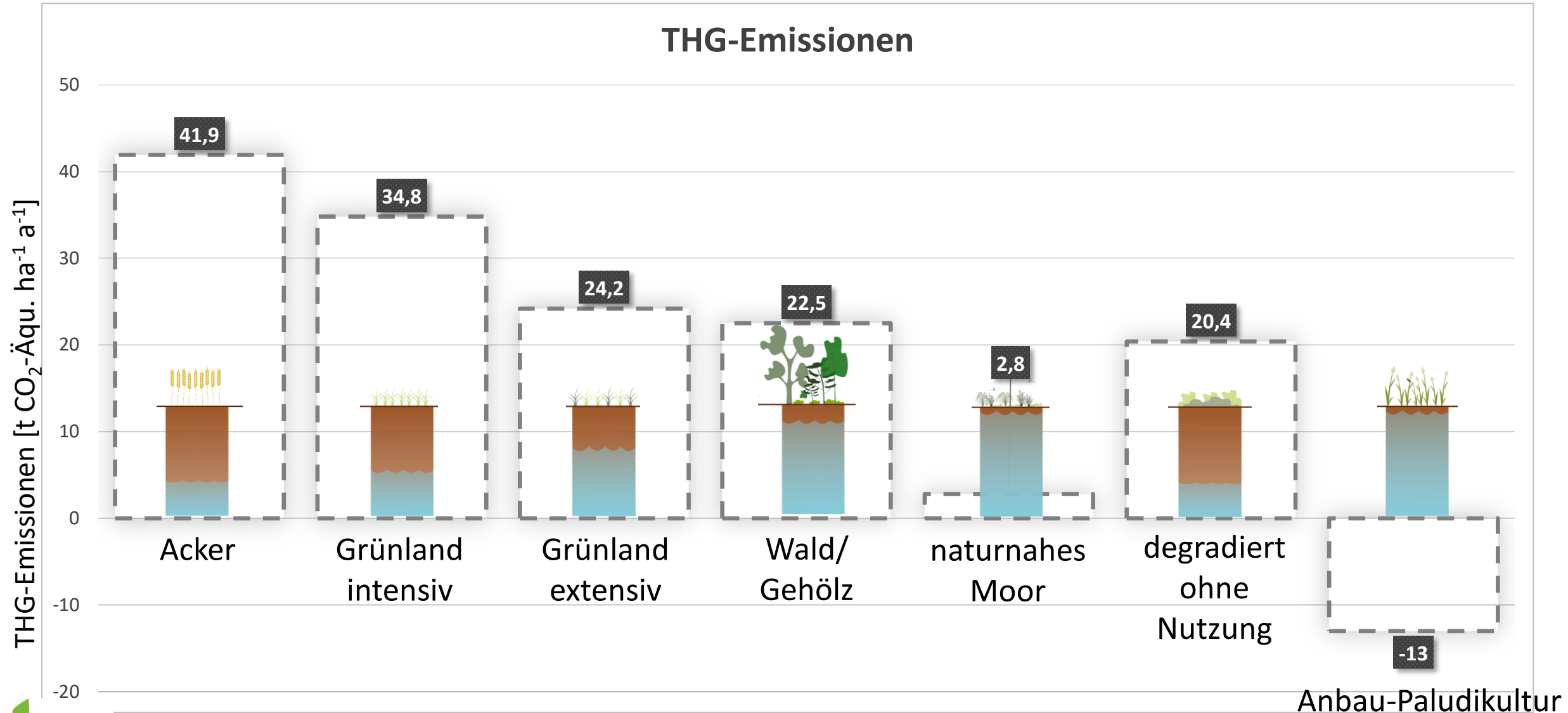


Wasserstandsabhängigkeit der Treibhausgasemissionen



➔ Die höchsten Treibhausgasemissionen treten auf intensiv genutzten Flächen auf.

Mittlere Emissionen sind abhängig von Landnutzung und Wasserstand



Lösungsansatz: Moorbodenschonende Bewirtschaftung

→ Moorverträgliche Bewirtschaftung bedeutet Landwirtschaft bei **erhöhten Wasserständen** mit dem Ziel, die **Torfsackung einzudämmen**.

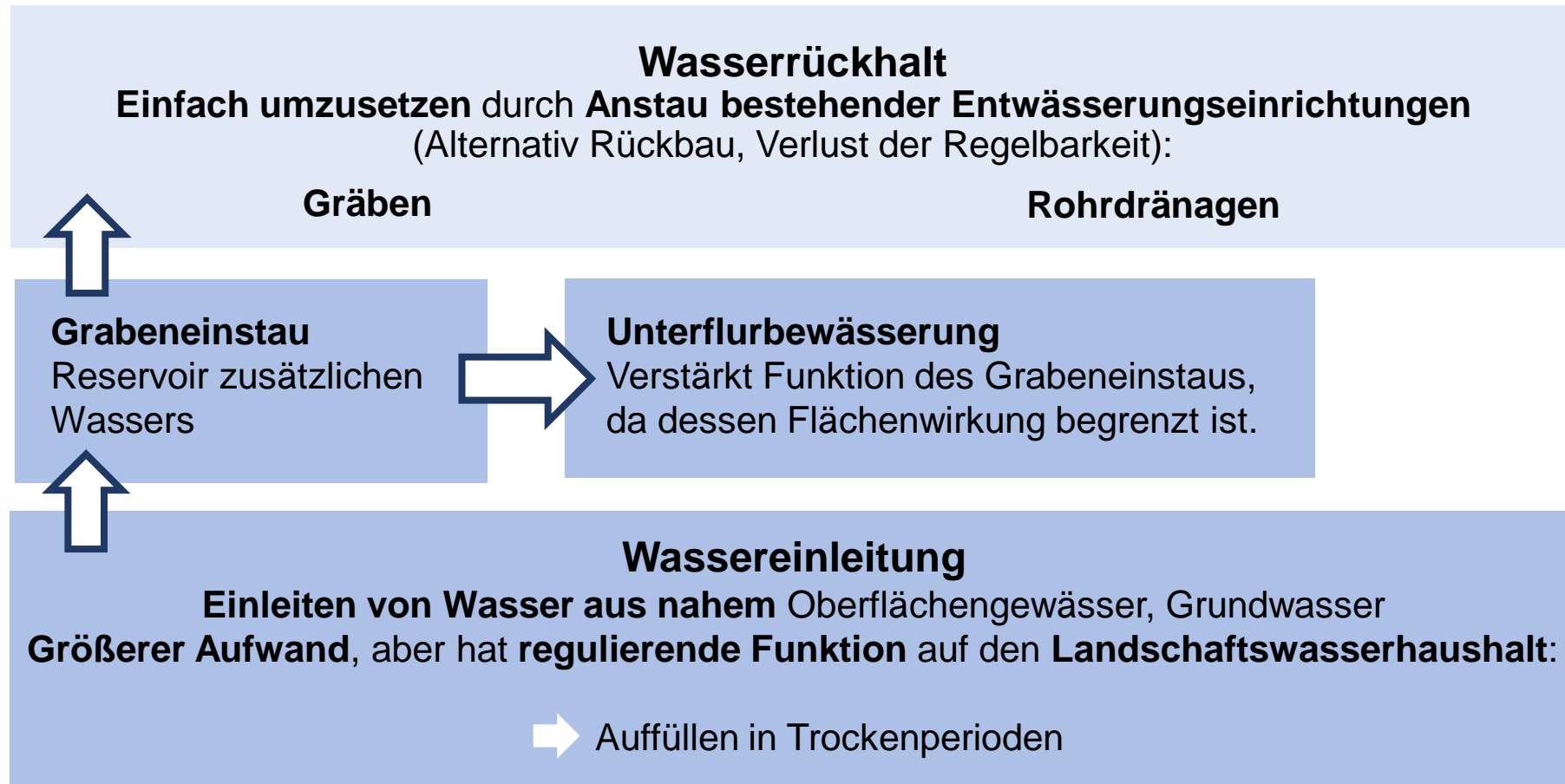
Wie kann das erreicht werden?

- Wassermanagement mit angehobenen Wasserständen
- Angepasste Landnutzung, z.B. mit nässeverträglichen Kulturen wie Paludikulturen
- Landtechnische Optionen für nasse Niedermoorstandorte
- Angepasste Verwertung der Aufwüchse u. Aufbau neuer Wertschöpfungsketten
- Finanzielle Förderungen (Moorbauernprogramm)



Foto: Annika Woortman

Wasserregelungstechniken



➔ Wiedervernässung klappt nur mit Einverständnis der Anrainer!
Regelbare Techniken erleichtern landwirtschaftliche Nutzung mit Standardtechnik.

Gräben



Graben ohne Stauwehr



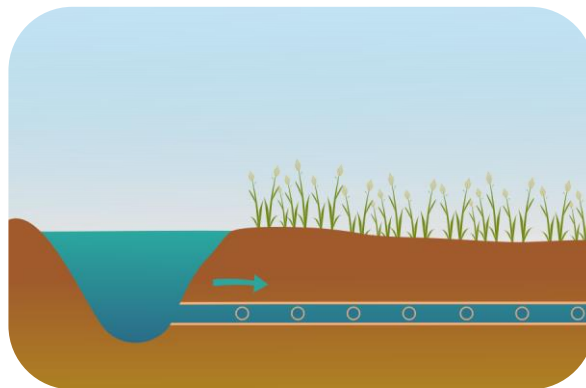
Graben mit Stauwehr inklusive Schieber

Fotos: Eva Schmidt

Bereits bestehende **Entwässerungsgräben** werden mit **Stauwehren** aufgestaut, sodass Wasser aus der Fläche zurückgehalten wird. Mithilfe eines **Schiebers** kann der **Wasserstand** manuell geregelt werden.

➡ **Dränagen** leiten das Grabenwasser in die Fläche

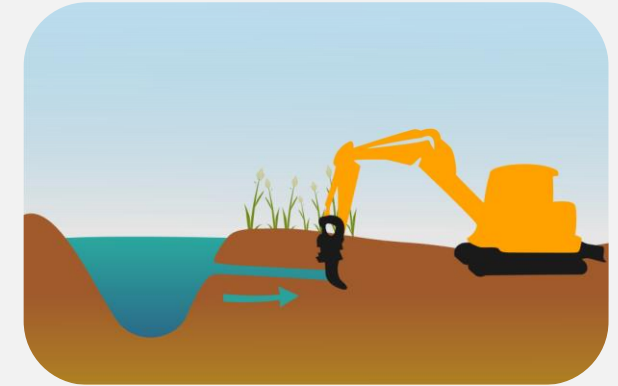
➡ Dortiger Wasserstand wird erhöht



Modifikationen:

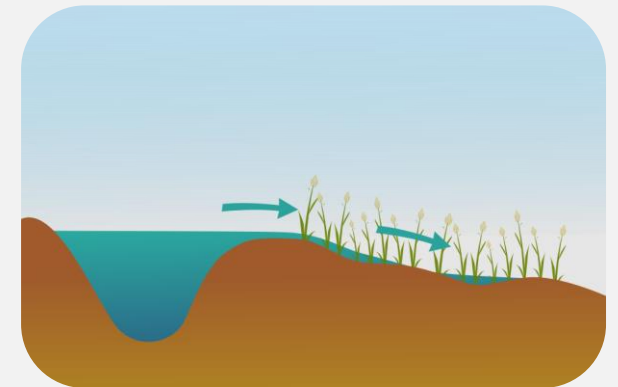
Rohrlose Unterflurbewässerung

Vom Graben ausgehend wird ein Hohlraum gezogen, durch den Wasser in die Fläche geleitet wird.

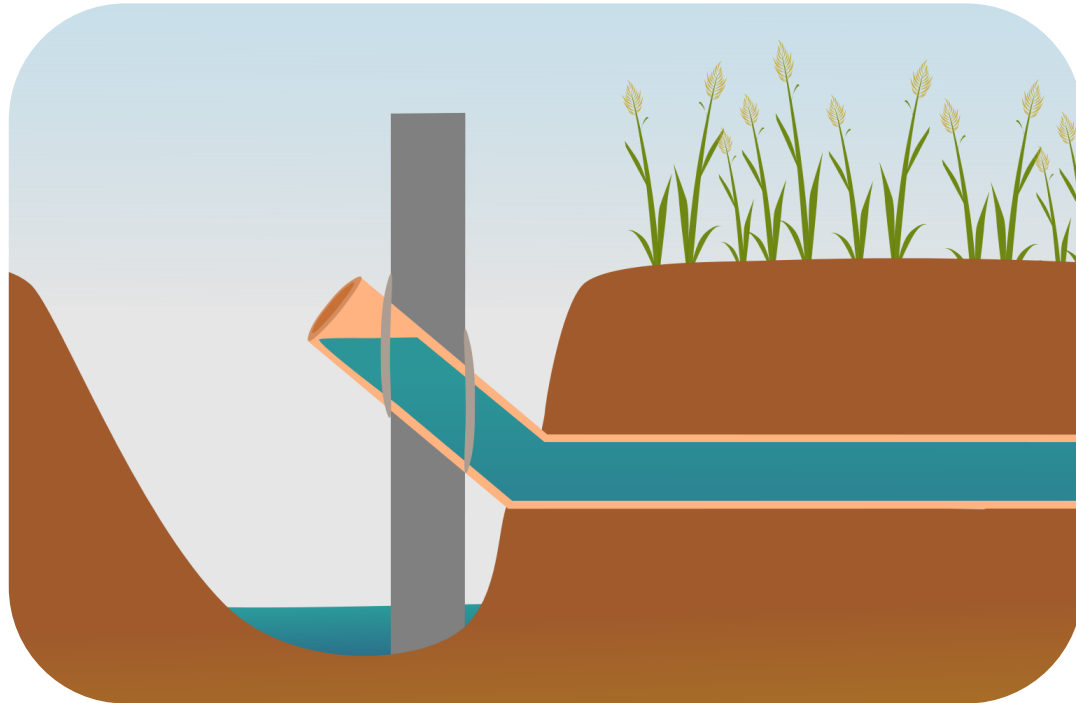


Hangparallele Überrieselung

- Wird bei geneigten Flächen und höhenlinienparallelen Gräben angewendet.
- Da der Grabenwasserstand höher ist als die Grabenschulter, wird das Wasser abschüssig geleitet.



Regelung von Dränagen

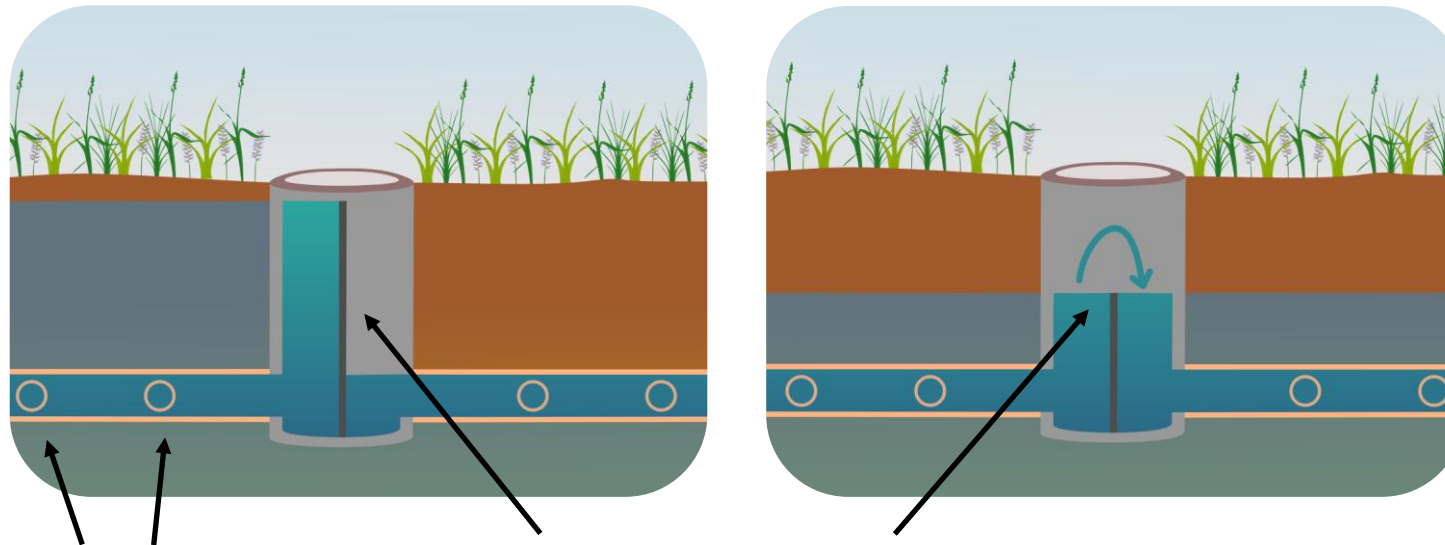


Mündet eine Drainage direkt in einen Graben, kann durch Anbringen eines **schwenkbaren Rohraufsatzes** der Wasserrückhalt in der Fläche erhöht und das Wasser bei Bedarf abgelassen werden.

Diese Maßnahme bietet sich daher vor allem in **niederschlagsreichen Regionen** an, wo der vorhandene Bodenwasserspeicher schnell durch Niederschlagswasser aufgefüllt werden kann.

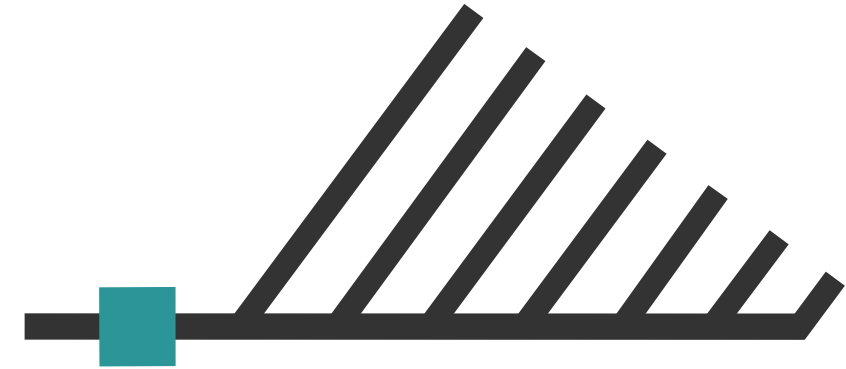
Schachtsystem an Dränagen

- Ein Schacht wird an einem **Knotenpunkt** im **Dränagensystem** angeschlossen.
- Ein **höhenverstellbarer Schieber** ermöglicht den Wasserrückhalt in der oberliegenden Fläche.



In die Fläche führende Dränagen

Schieber ermöglicht Steuerung des Wassers



Stauschacht

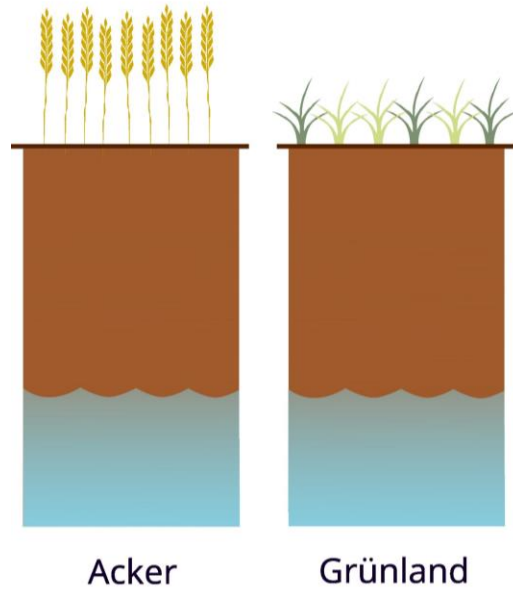


Schachtsystem vor allem anwendbar bei **großen Dränsystemen**

Klimaschutz durch Moorbodenschutz

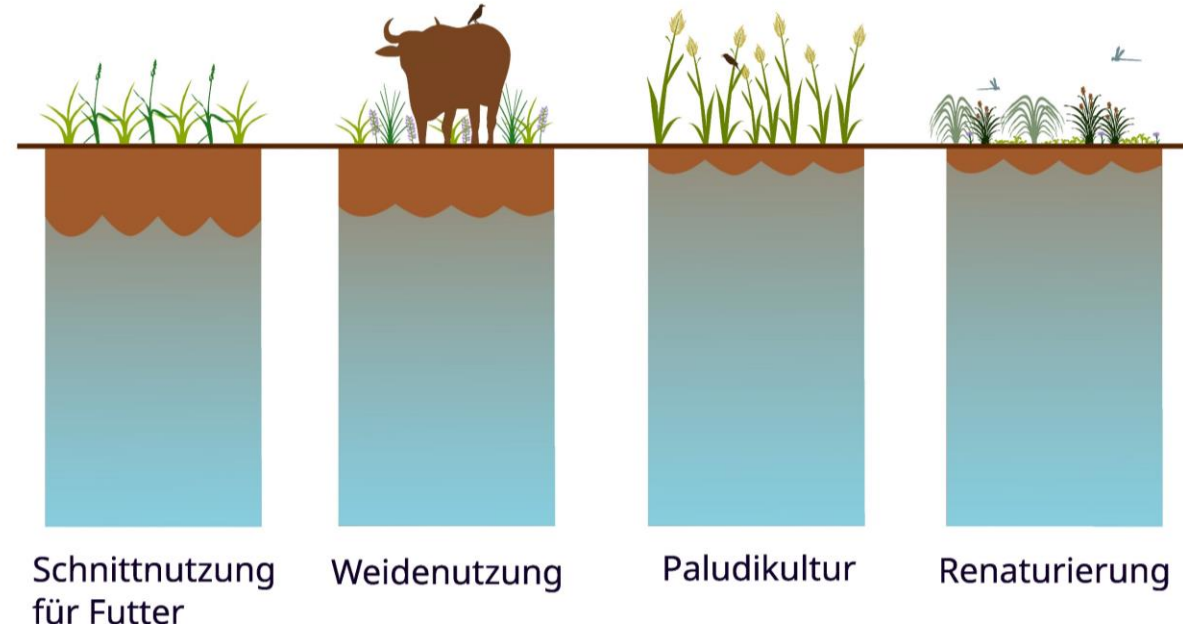
Ausgangszustände

Entwässert



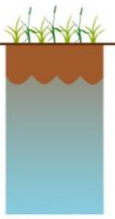
Moorverträgliche Zielzustände

Wiedervernässt



Wasserstandshebung als Grundvoraussetzung für Moorbodenschutz

Feucht- bis Nassgrünland zur Futterproduktion



Pflanzenbestand und Inhaltsstoffe

- Durch den Einsatz von nässeangepassten Süßgräsern lassen sich, bei drei bis vier Schnitten im Jahr, futterbaulich nutzbare Bestände mit einer festen Grasnarbe erzeugen.
- Aufwuchs mit einem hohen Anteil an Süßgräsern kann als Strukturergänzung bei der Milchkuhfütterung sowie als Futter für Jungvieh, Trockensteher, Pferde und Schafe verwerten werden.
- Aufgrund der natürlicherweise geringen Kaliumverfügbarkeit auf Moorböden ist der Aufwuchs besonders zur Milchfieberprophylaxe geeignet.

Ernte und Konservierung

- Auf grundwassernahen Standorten muss insbesondere auf die Anforderungen der Futterhygiene geachtet werden.
- Partien mit starker Verschmutzung oder giftigen Pflanzen sind nicht zur Futtergewinnung geeignet.
- Schnitthöhe > 8 cm, Schnittlänge möglichst kurz, Einstellung der Erntegeräte mit geringem Bodenkontakt, Siliermitteleinsatz



Foto: Bastian Zwack

Neuartige Verwertungsmöglichkeiten für Grünlandaufwuchs:

- Trockenbauplatten
- Dämmmaterial

Saatguteinsatz bei der Umwandlung zu Feucht- bis Nassgrünland



Acker
entwässert



Neuansaat
von nassetoleranten
Futtergräsern im Herbst vor der
Wasserstandsanhebung



**Feucht- bis
Nassgrünland**
zur Futterproduktion

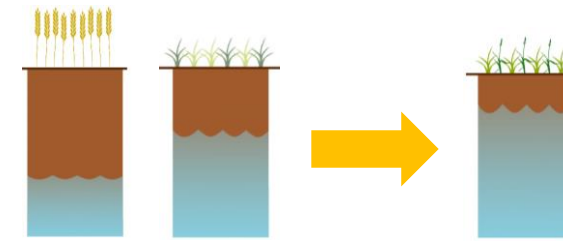
Fotos: Bastian Zwack



Grünland
entwässert



Nachsaat
mit nassetoleranten
Futtergräsern gleichzeitig zur
Wasserstandsanhebung



In Planung nach Empfehlung der LfL:
Bayerische Qualitätssaatgutmischung
für Wiesen- und Weiden auf
grundwassernahen Moorstandorten
bei mittelintensiver Nutzung (3 bis 4)

Art	kg/ha	Gew.-%
Rohrschwingel	13,5	45
Wiesenlieschgras	7,5	25
Wiesenrispe	4,5	15
Wiesenfuchsschwanz	3	10
Wiesenschwingel	1,5	5

Beispiele für eine Weidenutzung auf nassen Moorstandorten



Foto: Lennart Gosch

Murnau-Werdenfelser

- Alte **bayerische Landrasse**
- Sehr **robust**
- Gute Klauengesundheit
- Trotz Insekten mit dichtem Fell und Sozialverhalten



Foto: Teresa Koller

Dexter

- **Kleinste Rinderrasse** Europas
- Wenig Trittschäden, aber sehr gute „Entbuscher“



Foto: Arbeitsgemeinschaft Schwäbisches Donaumos e.V.

Schottische Hochlandrinder

- Robust und genügsam
- **Genügsame Fresser**, fressen Brennnessel und indisches Springkraut



Foto: Lennart Gosch

Wasserbüffel

- Kommen mit **extrem nassen Flächen** zurecht
- Verwerten **mehr Pflanzenarten** und diese besser **als Rinder**
- Sind ruhig und genügsam, nicht aggressiv



Befestigte Liegeflächen ermöglichen Pflege von Tieren und ggf. ganzjährige Freilandhaltung* (Einhaltung Tierwohl erforderlich!).
Fleischerzeugung zumeist mit Direktvermarktung (z.B. Hofladen).

*mit Witterungsschutz gemäß Cross Compliance 2022 (StMELF, StMUV)

Anbau-Paludikulturen

- land- oder forstwirtschaftliche Nutzung **nasser** und **wiedervernässter** Moorstandorte
- Verwendung **nässeangepasster Pflanzen**, optimalerweise zum Aufbau von neuem Torf
- **Aufrechterhaltung** der **Produktionsfunktion** der Moore bei gleichzeitigem Torfschutz und Klimaschutz
- Sehr **großer Effekt** für den **Klimaschutz** durch Einsparung bis 50t CO₂-Äquiv/ha*a mit einer **Aufnahme von 13t CO₂-Äquiv/ha*a**
- großer **Gewinn** für die faunistische **Biodiversität**



Querschnitt Segge



Foto: Ella Papp

Beispiele für Anbau - Paludikulturen



Rohrglanzgras



Schilf



Segge



Rohrkolben



Fotos: Eila Papp

	Rohrglanzgras	Schilf	Segge (Sauergras)	Rohrkolben
Etablierung	<i>Etablierung über Saatgut möglich</i>	<i>Etablierung über Saatgut möglich wenn danach Wasserstand auf Geländeoberfläche angehoben wird</i>	<i>An der effizientesten Art der Etablierung wird aktuell geforscht</i>	<i>Etablierung über Saatgut möglich wenn danach Wasserstand auf Geländeoberfläche angehoben wird</i>
Ernte	<i>Der Erntezeitpunkt richtet sich nach der angestrebten Verwertungsart der Biomasse Biogas: im Sommer Stoffliche Nutzung: Winter, erste Ernte nach 2 Jahren</i>	<i>jährlich einmal, für stoffliche Nutzung im Winter, erste Ernte nach 4-5 Jahren</i>	<i>jährlich einmal, zwischen Sommer und Winter (einschließlich), für stoffliche Nutzung im Winter, erste Ernte im 2ten Jahr</i>	<i>jährlich einmal, bevorzugt im Winter erste Ernte nach 2 Jahren</i>
Trockenmasserträge	$11,56 \pm 0,33 \text{ t ha}^{-1}$	$11,59 \pm 4,08 \text{ t ha}^{-1}$	$9,76 \pm 2,23 \text{ t ha}^{-1}$	$7,56 \pm 1,14 \text{ t ha}^{-1}$

Angepasste Landtechnik für unterschiedliche Wasserpegel



Fotos: Annika
Woortman

Traktor mit Zwillings-/Breitbereifung und Scheiben-/Trommelmähwerk

- Doppelbereifung/ Breitbereifung (straßentauglich)
- Herkömmliche, robuste Mähwerke
- Relativ hohes Gewicht
- Nicht geeignet zum Einsatz bei Paludikulturen
- **Kaum Rüst- und Wartungszeiten der Mähwerke**

Traktor mit Giterrädern und Doppelmesser

- Kleine, leichte Traktoren zur Gewichtsreduzierung
- Giterräder erhöhen die Tragfähigkeit (nicht straßentauglich)
- **Viel Rüst- und Wartungszeiten**
- Doppelmesser zum besonders schonenden Mähen, hoher Wartungsaufwand

Mähtrac mit Doppelmesser

- Häufiger Einsatz durch **Förderungen**
- Sehr leicht
- Bereifung bereitet **teilweise Probleme auf sehr nassen Flächen**
- Doppelmesser zum besonders schonenden Mähen, hoher Wartungsaufwand

Pistenraupe

- Pistenraupe mit Doppelmessermähwerk im Frontanbau und integriertem Ladewagen mit Pickup (nicht straßentauglich)
- **Geringer Bodendruck**
- Kaum Rüst- und Wartungszeiten
- Beim **Wenden teilweise Zerstörung von Narbe, Boden und Aufwuchs**

Einachsmäher mit Doppelmesser

- Einsatz vor allem bei **sehr nassen und unübersichtlichen Stellen**
- **Manuelle Steuerung** auf Moorflächen notwendig
- Doppelmesser zum besonders schonenden Mähen
- Zusätzlicher Anhänger für den Transport notwendig



Paludikulturen: Zahlreiche Verwertungsmöglichkeiten



Stofflich:

- Baustoffe (Dämmmaterial, Platten etc.)
- Biokunststoffe
- Verpackungsmaterial
- Papierersatz
- Pflanzenkohle etc.
- Möglichkeit der Auffaserung - große Nachfrage nach Verpackungsmaterial

➔ Binden des Kohlenstoffs über einen langen Zeitraum

Energetisch:

- Biogas
- Thermisch
→ Verwendung als
Cosubstrat in Anlagen
> 100kW



In den nächsten Jahren ist eine hohe Marktdynamik zu erwarten!



Paludikulturen: Stoffliche Verwertungsmöglichkeiten



Verpackungsindustrie (z.B. Obstschalen)



Möbelbau, hochwertige Oberflächen



Papier



Bauplatten, z.B. Trockenbauplatte für Innenausbau



Einweggeschirr



Zaunpfosten



Dämmmaterial (Schaumplatten)



Mehrwegbehälter z.B. im Lebensmittelbereich

Fotos: Ella Papp

Wo gibt es etwas zu sehen und zu erleben?

1 Karolinenfeld

Demonstrationsbetrieb und Moorversuchsstandort der BaySG

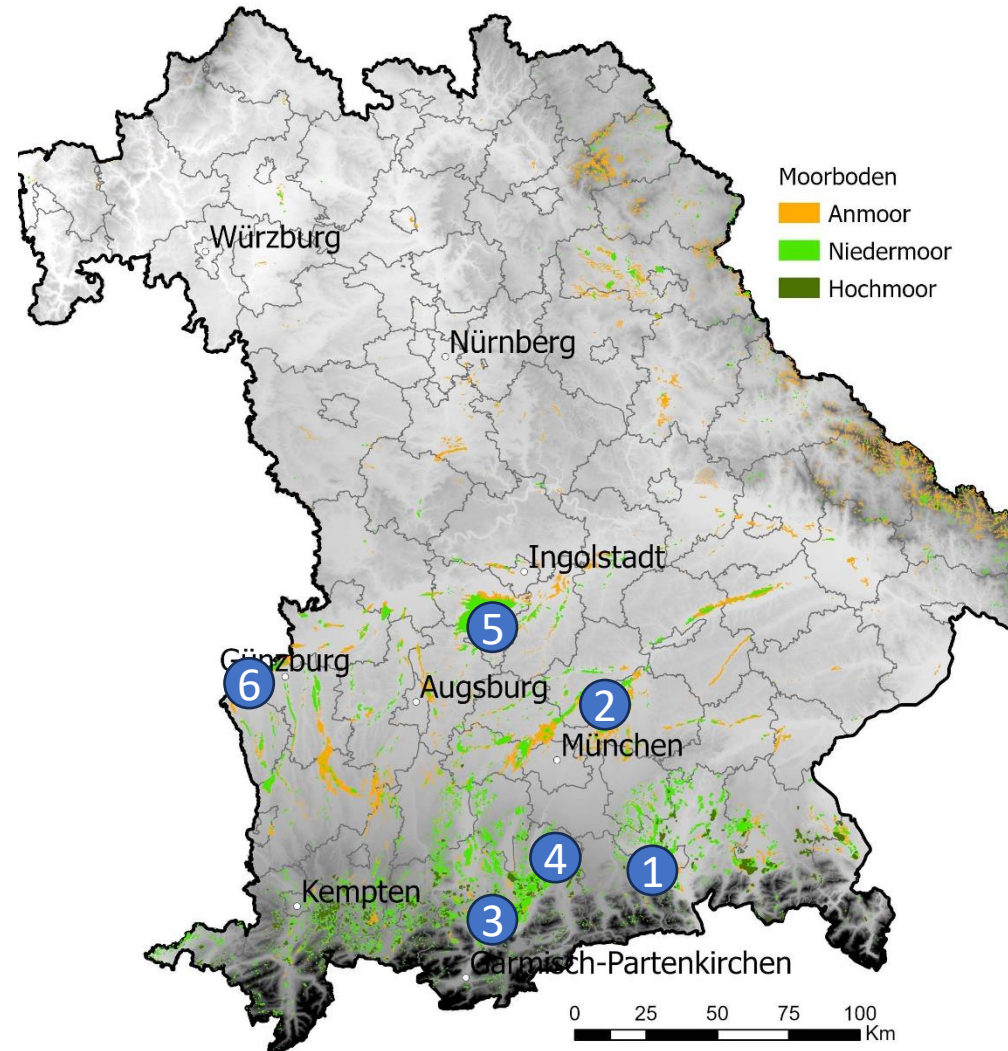
- *Schachtsystem, Stauwehr*
- Nassgrünland
- Paludikulturen
- Landtechnik

2 Freisinger Moos

- *Stauwehr, Unterflurbewässerung*
- Paludikulturen

3 Murnauer Moos

- *Stauwehr*



4 Benediktbeuern

- *Schachtsystem*

5 Bayerisches Donaumoos

- *Stauwehr, Unterflurbewässerung, Überrieselung*
- Nassgrünland
- Paludikulturen

6 Schwäbisches Donaumoos

- *Stauwehr*
- Verschiedene Beweidungsformen
- Paludikulturen