



Gefördert aus Mitteln des Paktes
für Forschung und Entwicklung



Auswirkungen von Wiedervernässung auf die Treibhausgas-Emissionen bewirtschafteter Niedermooere

Dipl.-Biol. Reinhard Wolf
Prof. Dr. Jutta Zeitz

Albrecht-Thaer-Institut, Fachgebiet Bodenkunde,
Humboldt-Universität zu Berlin

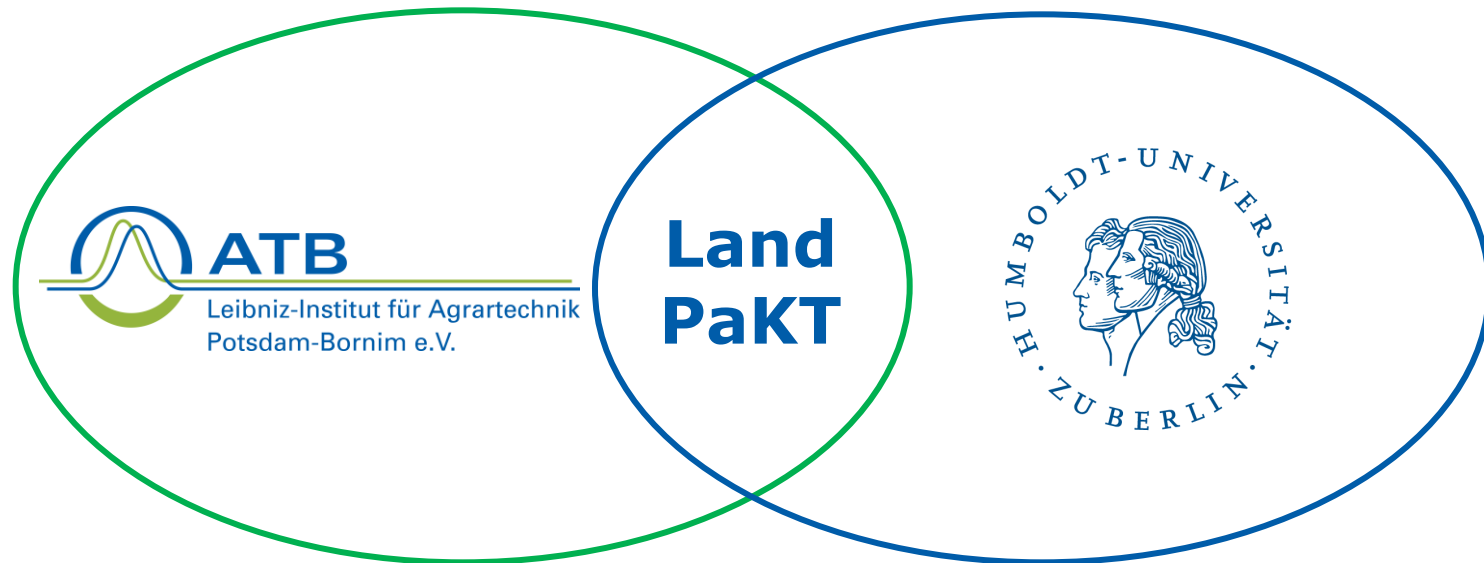
Curriculum Vitae

- Diplom-Biologiestudium Georg-August-Universität Göttingen 2003-2012
(Fächer: Botanik, Bodenkunde, Mikrobiologie, teils Biochemie),

Diplomarbeit: THG und C-Akkumulation von Kurzumtriebsplantagen
(als Buch im Handel erhältlich)
- Biotop-Kartierungen für Biota GmbH, Bützow, Mecklenburg-Vorpommern
2012-2013
- seit 08.2013 Doktorand an der Humboldt-Universität zu Berlin im LandPaKT-
Forschungsprojekt, Teilbereich „Organische Böden – Auswirkung von
Wiedervernässung“: www.landpakt.atb-potsdam.de/

LandPaKT ist...

- gemeinsamer Forschungsverbund mit Graduiertenschule und Promotionsprogramm



**Landwirtschaftliche Verfahren:
Potenziale und Kosten der Treibhausgasminde**

LandPaKT-Forschungsbereiche

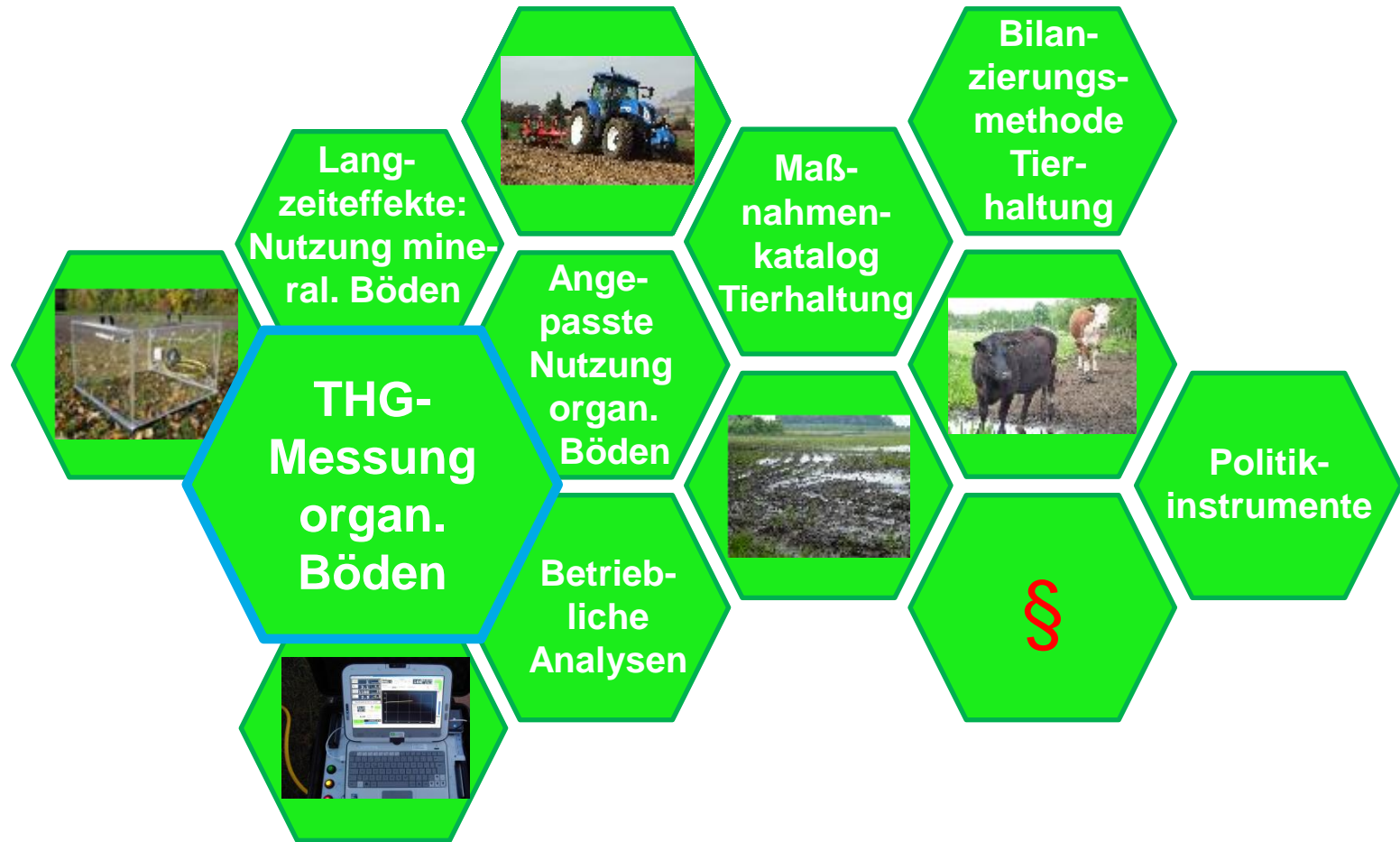


Abb. 1: Themenbereiche im LandPaKT-Verbund (Bilder: R. Wolf, A. Hansen].

Hintergrund

- Klimawandel und seine Folgen durch ständig steigende Treibhausgas-konzentrationen (CO₂, CH₄, N₂O)
- Moore mit 5,1% als größte Einzelquelle von Treibhausgasen außerhalb des Energiesektors in Deutschland [1]
- Flächenverlust bei drainierten, intensiv bewirtschafteten Mooren für zukünftige Generationen

Hintergrund von Gasmessungen

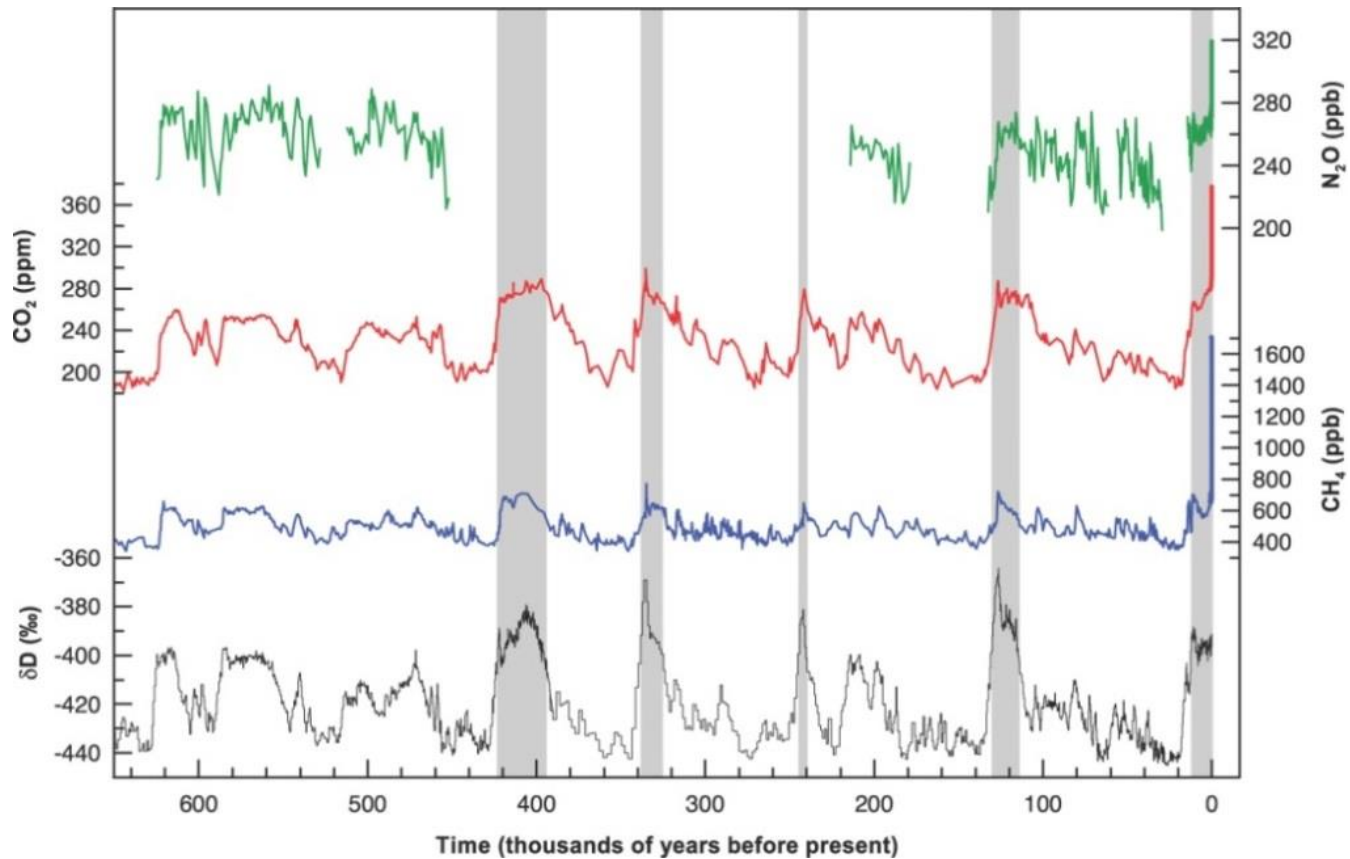


Abb. 2: Klimawandel: Konzentrationsverlauf von CO₂, CH₄ und N₂O sowie Deuterium (Proxy für die Temperatur) in den letzten 640 000 Jahren [2].

Moorflächenanteile und -verluste

Tab. 1: Moorflächenanteile in Brandenburg von vor 1900 bis 2014 [3].

Fläche	Fläche	Anteil
Brandenburg	2.947.900 ha	100 %
Moore vor 20. Jhd.	270.000 -300.000 ha	~10 %
Moore 2014	163.000 ha	5,5 %
akkumulierende Moore 2014	3.000 ha	~2 %
emittierende Moore 2014	160.000 ha	~98 %

Ausmaße des Moorschwunds



Bild: R. Wolf

Abb. 3: Torfmoostorf eines natürlichen Moores.



Bild: R. Wolf

Abb. 4: Fast vollständig zersetzter Torfmoostorf.



Bild: R. Wolf

Abb. 5: Moorschwund im Donaumoos (Bayern) von 1836 bis heute.



Bild: J. Zeitz

Abb. 6: Schwach degradiertes Niedermoor mit Seggentorf, Extensivgrünland [4].

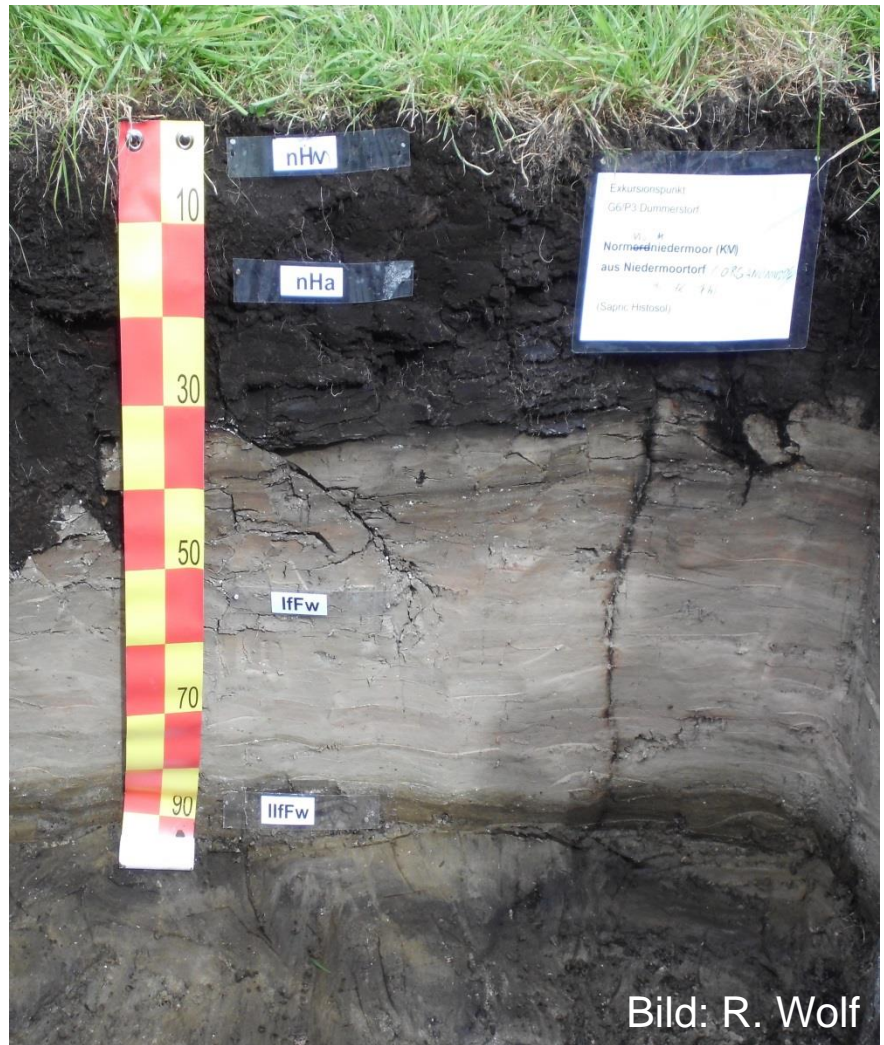


Bild: R. Wolf

Abb. 7: Extrem degradiertes Niedermoor mit Intensivgrünland nahe Rostock.

Hintergrund und Ziel

- Wiedervernässung von Mooren als effizienteste Maßnahme zur THG-Emissionsminderung: theoretisches Emissionsminderungspotenzial bei bis zu 76% [1]

Fokus: Emissionsminderungspotential von wiedervernässtem, extensiv bewirtschaftetem Niedermoor-Grünland im Vergleich zum intensiv bewirtschafteten Mooracker und Intensiv-Grünland

Minderungs- = THG-Bilanz - THG-Bilanz
potenzial drainiertes Moorgrünland wiedervernässtes
(Literatur) Moorgrünland
(Messungen)

Ziel: effiziente Treibhausgasvermeidung und Flächenerhalt in landwirtschaftlichen Betrieben

Versuchsflächen:
2x Seggen-Niedermoorgrünland (Nuthe-Nieplitz + Krieler Wiesen)
1x Flutrasen-Niedermoorgrünland (Krieler Wiesen)



Abb. 8: Seggenried im Nuthe-Nieplitz-Tal
nahe Körzin .

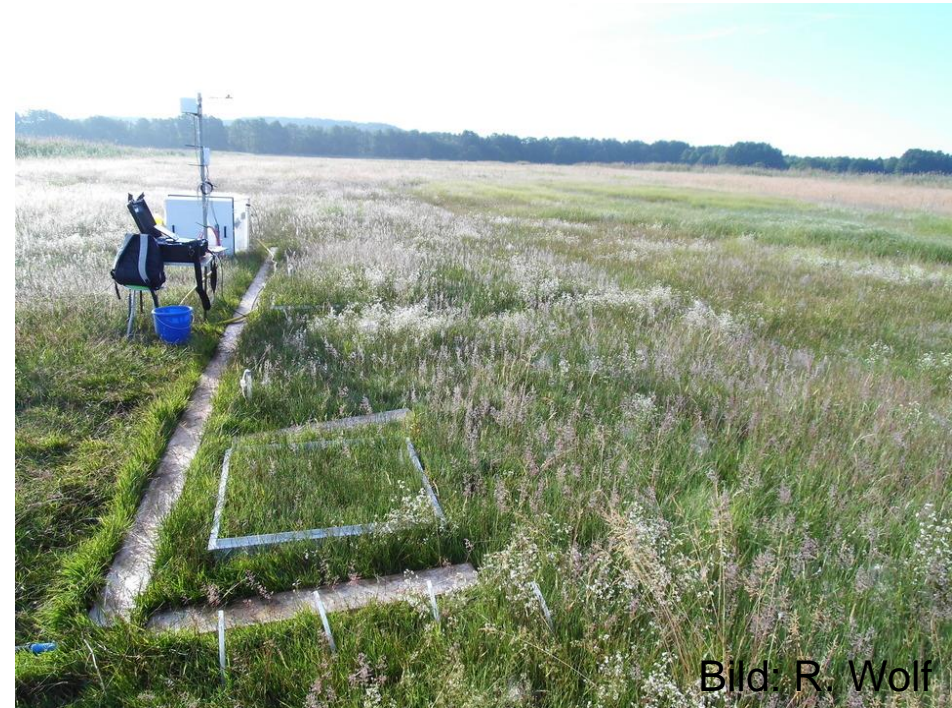


Abb. 9: Flutrasen aus *Agrostis canina*,
Eleocharis palustris und *Galium
palustre*, Krieler Wiesen.

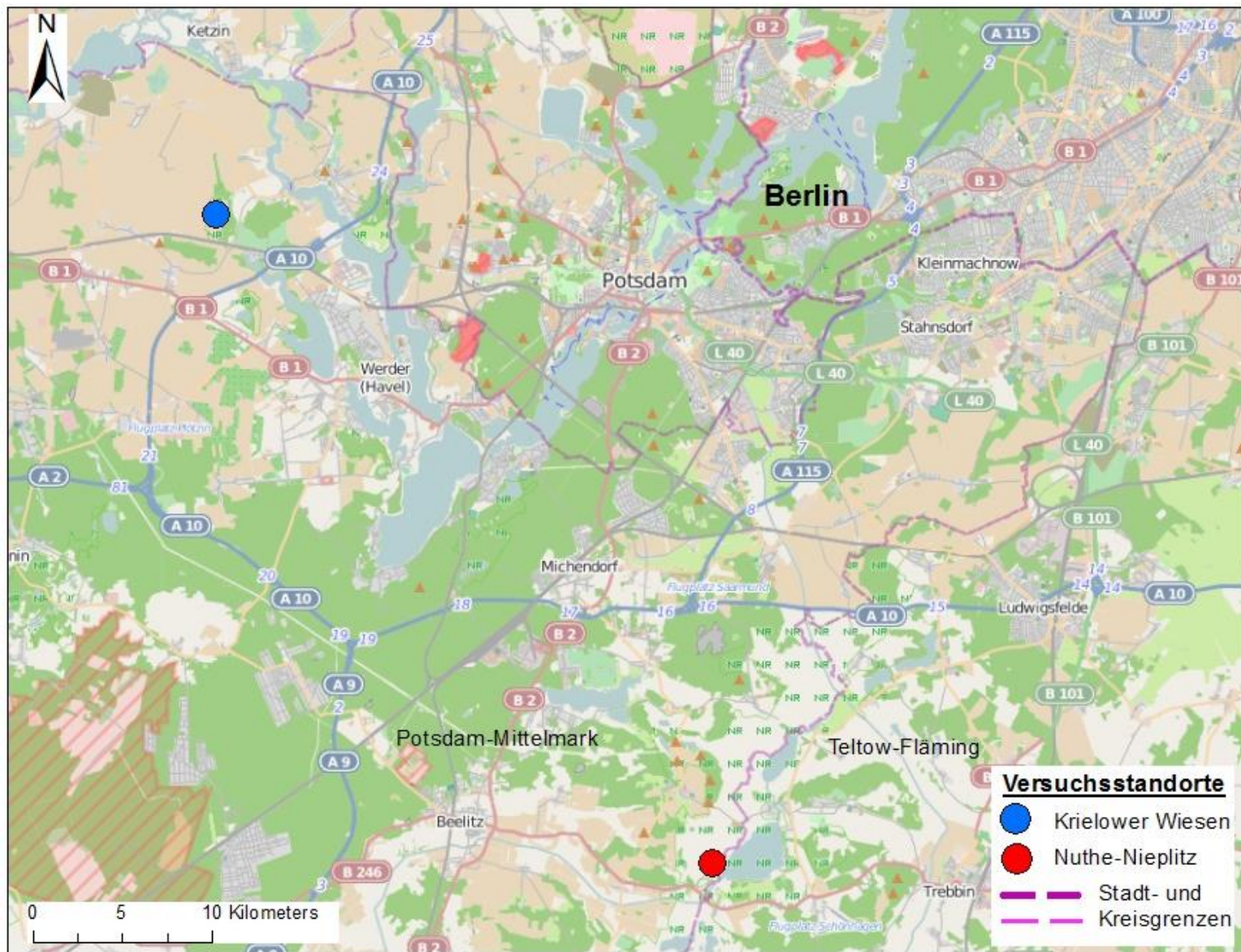


Abb. 10: Lage der Versuchsflächen [5].

Versuchsflächen

Tab. 2: Daten zu den Versuchsflächen.

	Carex Nuthe- Nieplitz	Carex Krielow	Agrostis Krielow
Nutzungskategorie	Niedermoor- Grünland	Niedermoor- Grünland	Niedermoor- Grünland
Bewirtschaftung	1x Mahd a ⁻¹ keine Düngung keine Beweidung	1x Mahd a ⁻¹ keine Düngung keine Beweidung	1x Mahd a ⁻¹ keine Düngung keine Beweidung
Torfmächtigkeit	1,6 m	1,6 m	1,2 m
Zersetzungsgrad bis 0,5 m Tiefe	sehr hoch bis hoch (H10-H8)	sehr hoch bis hoch (H10-H8)	sehr hoch bis hoch (H10-H8)
Wiedervernässung	seit max. 1991 wiedervernässt	seit max. 2009 wiedervernässt	seit max. 2009 wiedervernässt

Stationsaufbau

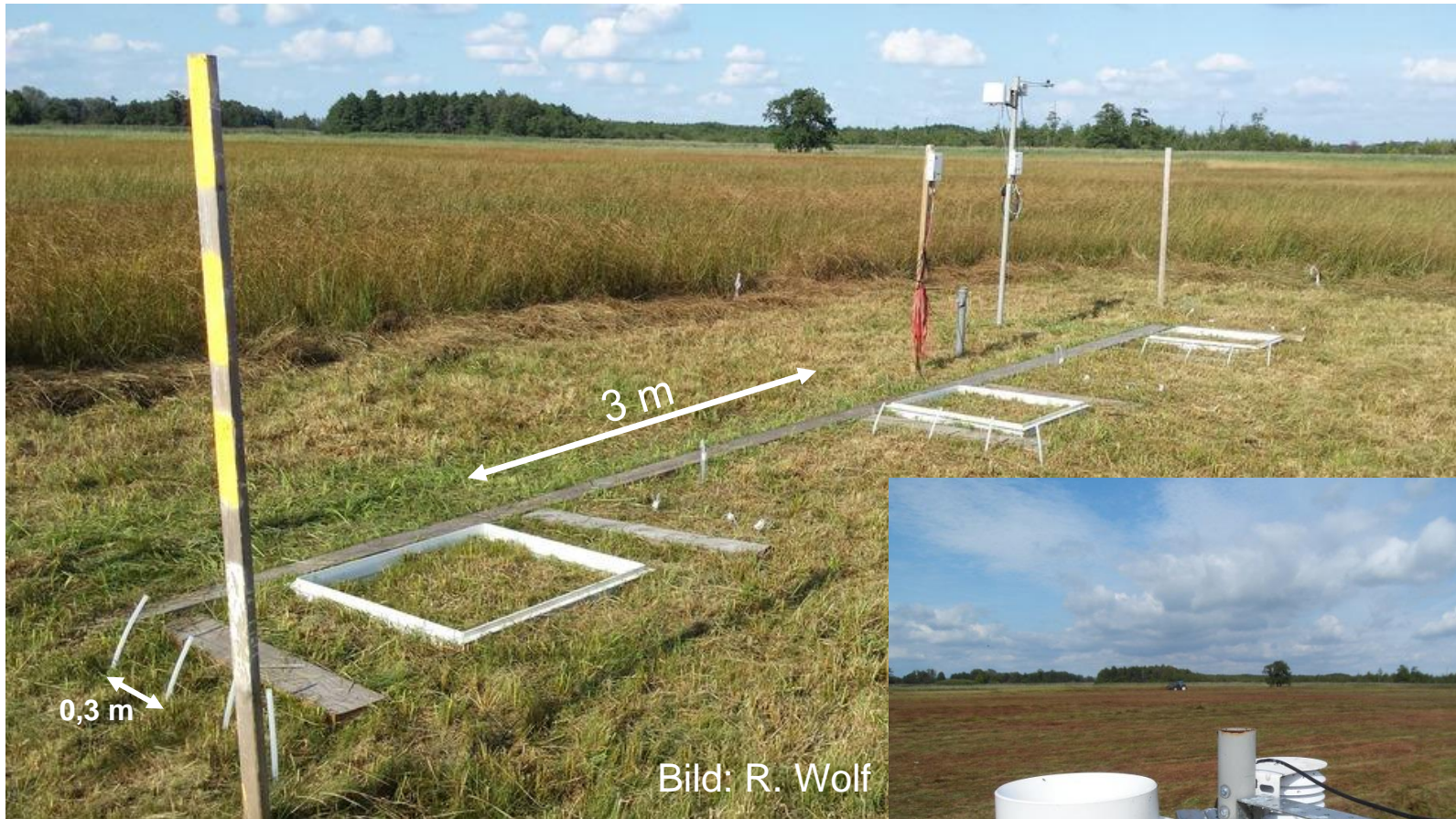


Abb. 11+12: Stationsaufbau: 3 Bodenrahmen mit Stegen, Mini-Piezometer, Saugkerzen, Grundwasser-Rohr und Wetterstation.



Messdesign/-ablauf der Treibhausgasmessungen

- 1) 2 Jahre lang alle 2-3 Wochen Treibhausgasmessungen
(01.05.14 – 30.04.16) mit 3 Wiederholungen (3 Bodenrahmen)

- 2) je Versuchsfläche und Messtag:
 - a) CO₂-Messungen dynamisch mit 1 Transparent- und 1 Dunkelhaube:
vor Sonnenaufgang bis 15:00/16:00 Uhr

 - b) CO₂-, CH₄- und N₂O-Messungen geschlossen, statisch mit 3
Dunkelhauben, Beprobung 1 h lang in 10 min-Intervallen

Erfassung der Steuergrößen von CO₂, CH₄ und N₂O

Boden- physik

- Bodenfeuchte und Bodentemperatur
(**automatische Bodensonden**)
- Grundwasserstand
(**Diver + Piezometer**)
- Trockenraumdichte
(**einmalige Bodenbeprobung**)

Boden- chemie

- C_t, C_{org}, N_t, pH
(**einmalige Bodenbeprobung**)
 - DOC, DON
 - NH₄⁺, NO₃⁻
- von Boden-, Grund-,
Regen-, Grabenwasser**

Witterung

- Niederschlag + Lufttemperatur + Photosynthetisch aktive Strahlung (PAR)
(**automatische Wetterstation**)

Mobile, dynamische CO₂-Messungen: Aufbau



Abb. 13: Bestandteile beim Messen von CO₂: Dunkel-Haube mit Schlauch und CO₂-Analyser im Koffer, Pyranometer und Wetterstation

Mobile, dynamische CO₂-Messungen: Transparenthaube

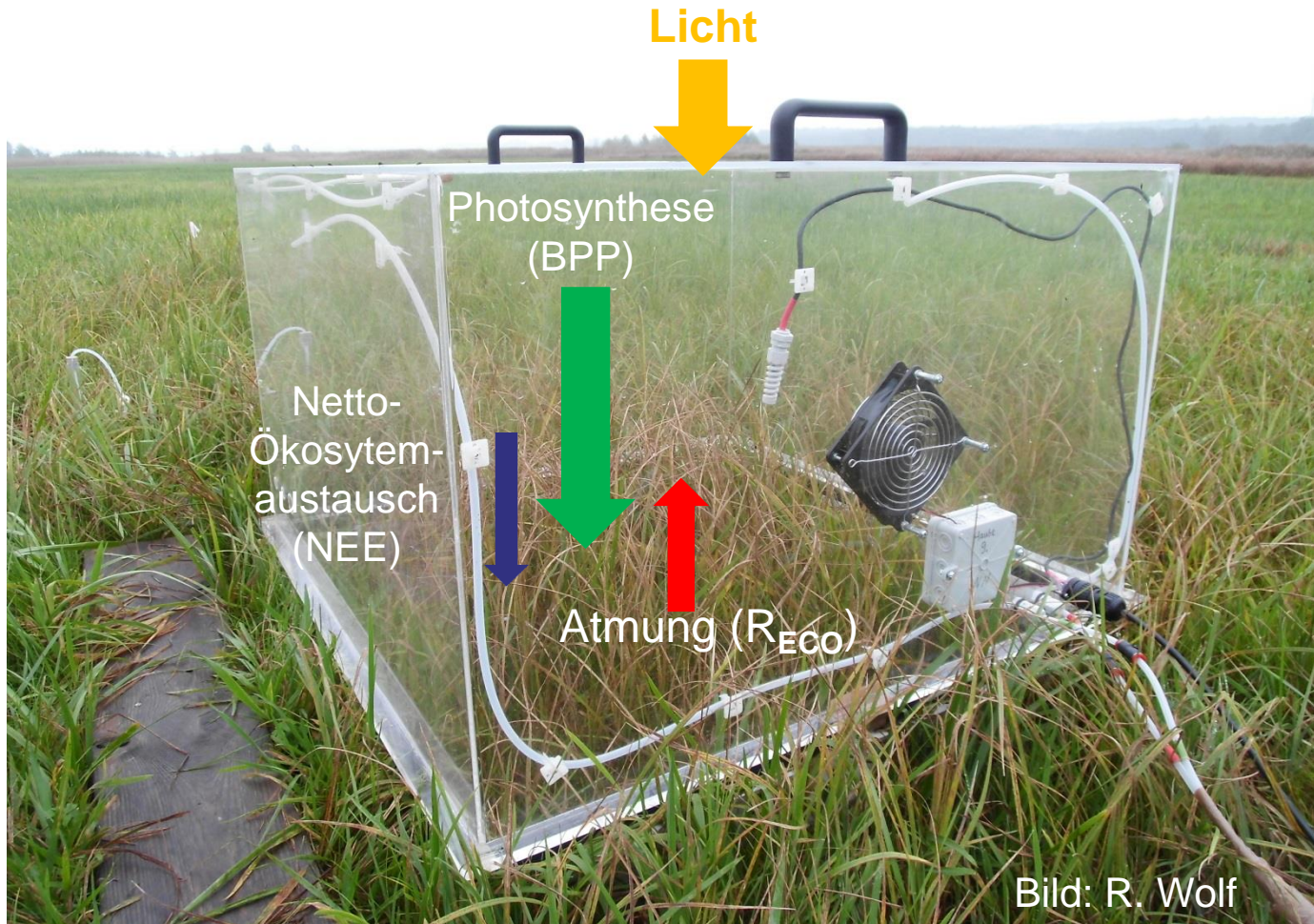


Abb. 14: Transparente Haube zur Messung des CO₂-Netto-Ökosystemaustausches (NEE) bestehend aus Photosynthese – Atmung.

Mobile CO₂-Messung



Abb. 15: Laptop-Bildschirm während einer Dunkelmessung mit Licor-Infrarot-Analyzer.

Mobile CO₂-Messung

Bild: R. Wolf

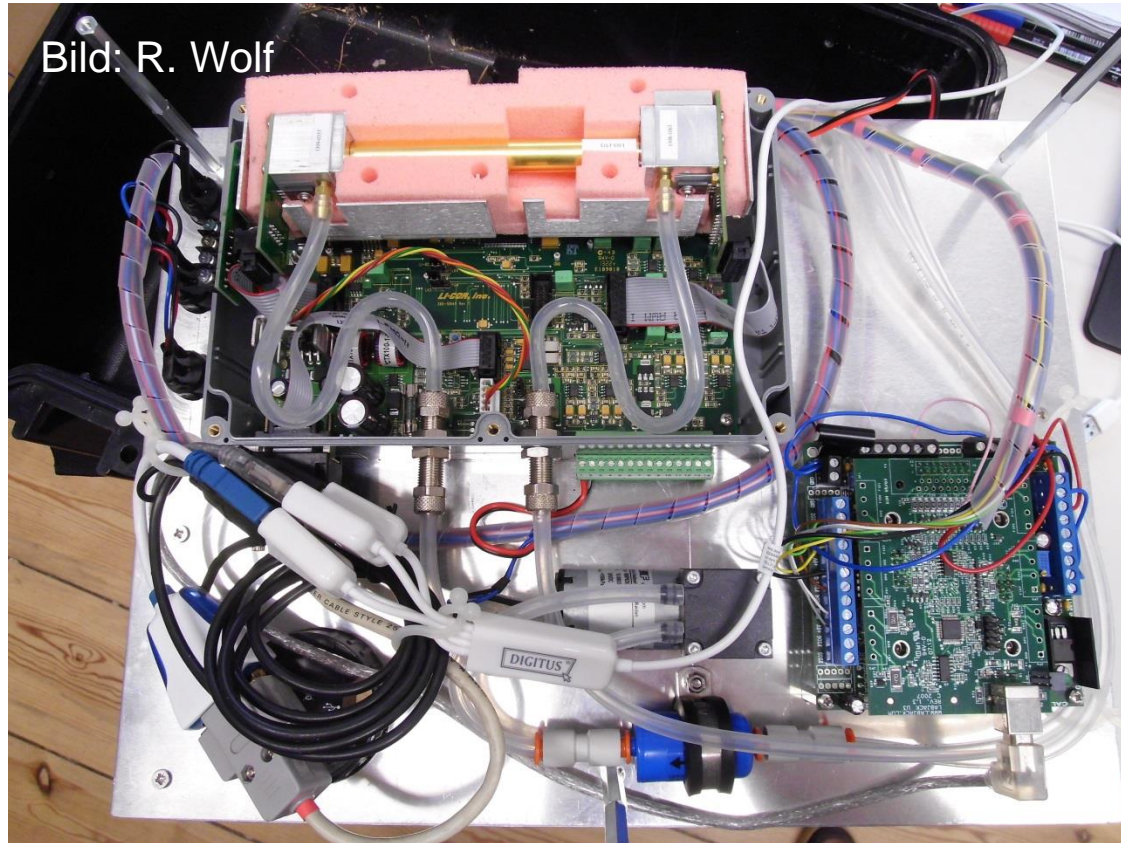


Abb. 16: Luftfilter, Licor-Infrarot-Analyzer und Pumpe.

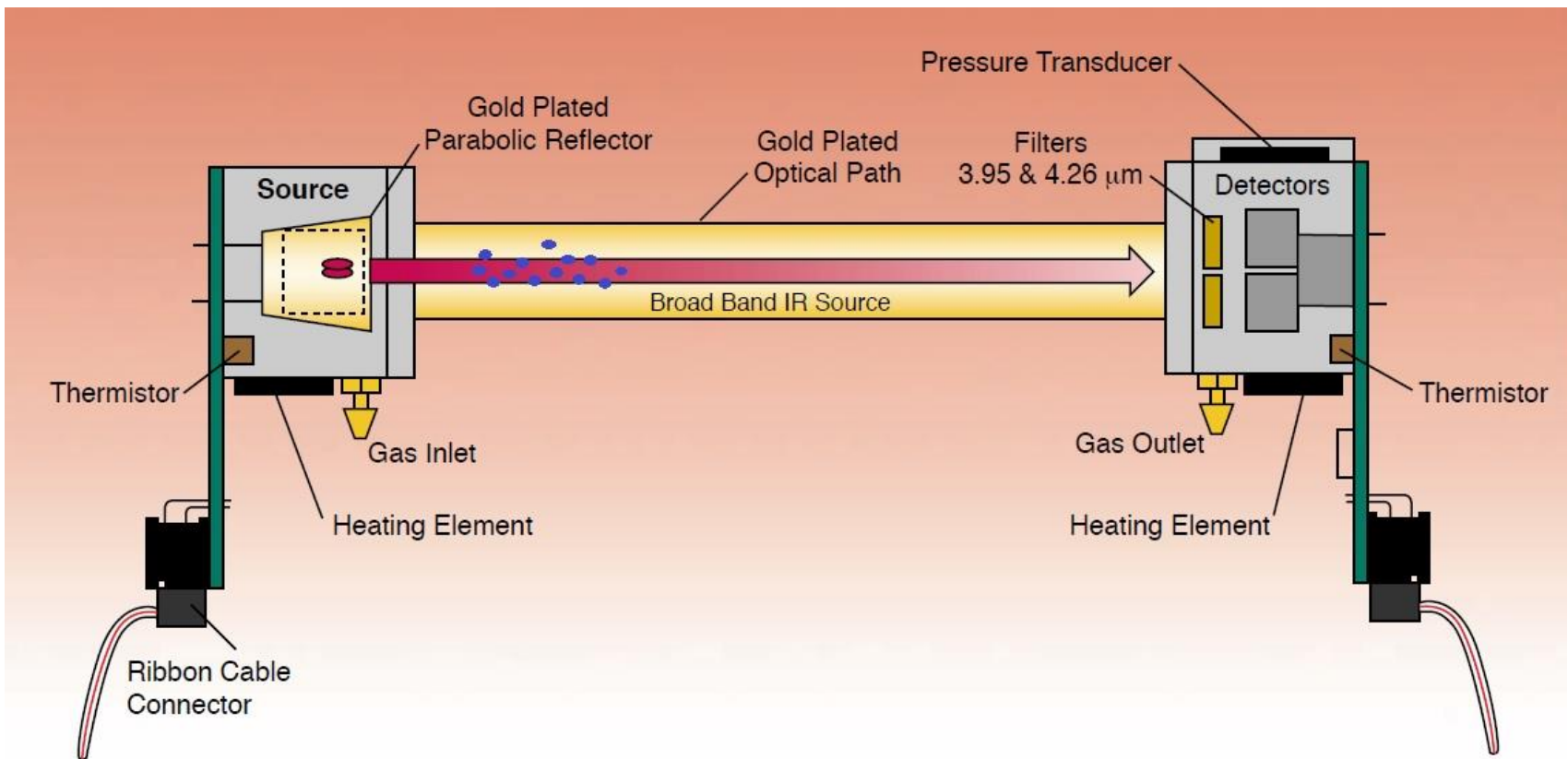


Abb. 17: Aufbau und Funktionsprinzip des Licor-Infrarot-Analyzers [verändert nach 6]:
 CO_2 -Moleküle schwächen IR-Strahl quantitativ.

N₂O- und CH₄-Beprobung mit Dunkel-Haube, Spritze und Vial

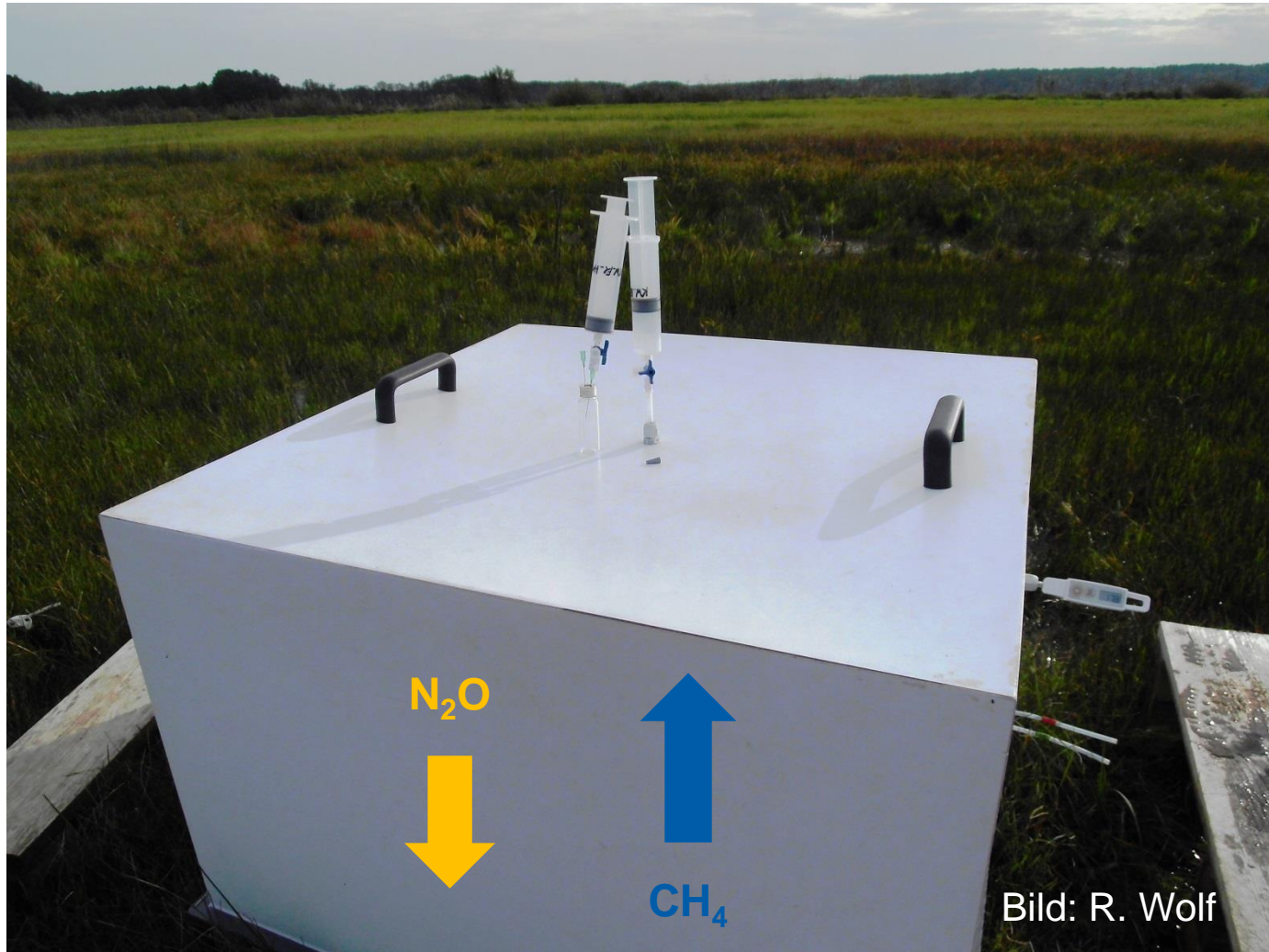


Abb. 18: Dunkel-Haube zur Beprobung von N₂O und CH₄.

Treibhausgas-Flussberechnung

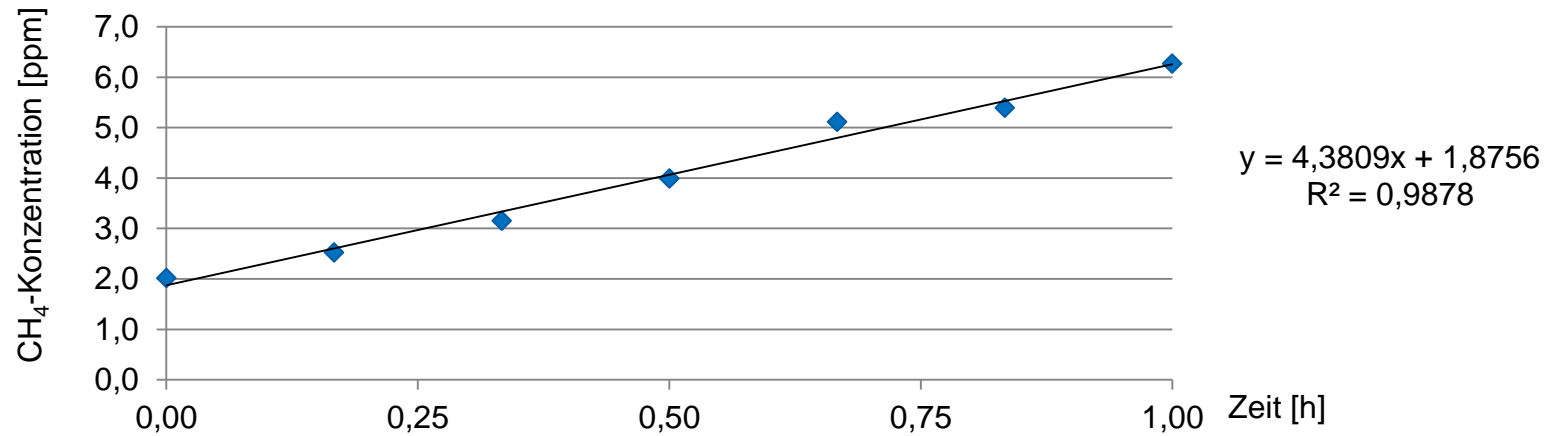


Abb. 19: Anstieg der CH₄-Konzentration mit der Zeit sowie Formel zur CH₄-Flussberechnung.

Treibhausgas-Flussberechnung

$$F_{\text{CH}_4} = k_{\text{CH}_4} \frac{273,15}{T} \frac{V}{A} \frac{\Delta c}{\Delta t}$$

F_{CH_4}	= Flussrate von CH ₄ -C [mg CH ₄ -C m ⁻² h ⁻¹]
k_{CH_4}	= Gas-Konstante bei 273.15 K
T	= Haubenlufttemperatur während der Messung [K]
V	= Haubenvolumen [l]
A	= eingeschlossene Bodengrundfläche [m ²]
$\frac{\Delta c}{\Delta t}$	= Konzentrationsänderung der Haubenluft je Zeit

Abb. 20: Formel zur CH₄-C-Flussberechnung.

Erste Ergebnisse: Niederschläge und Grundwasserstände

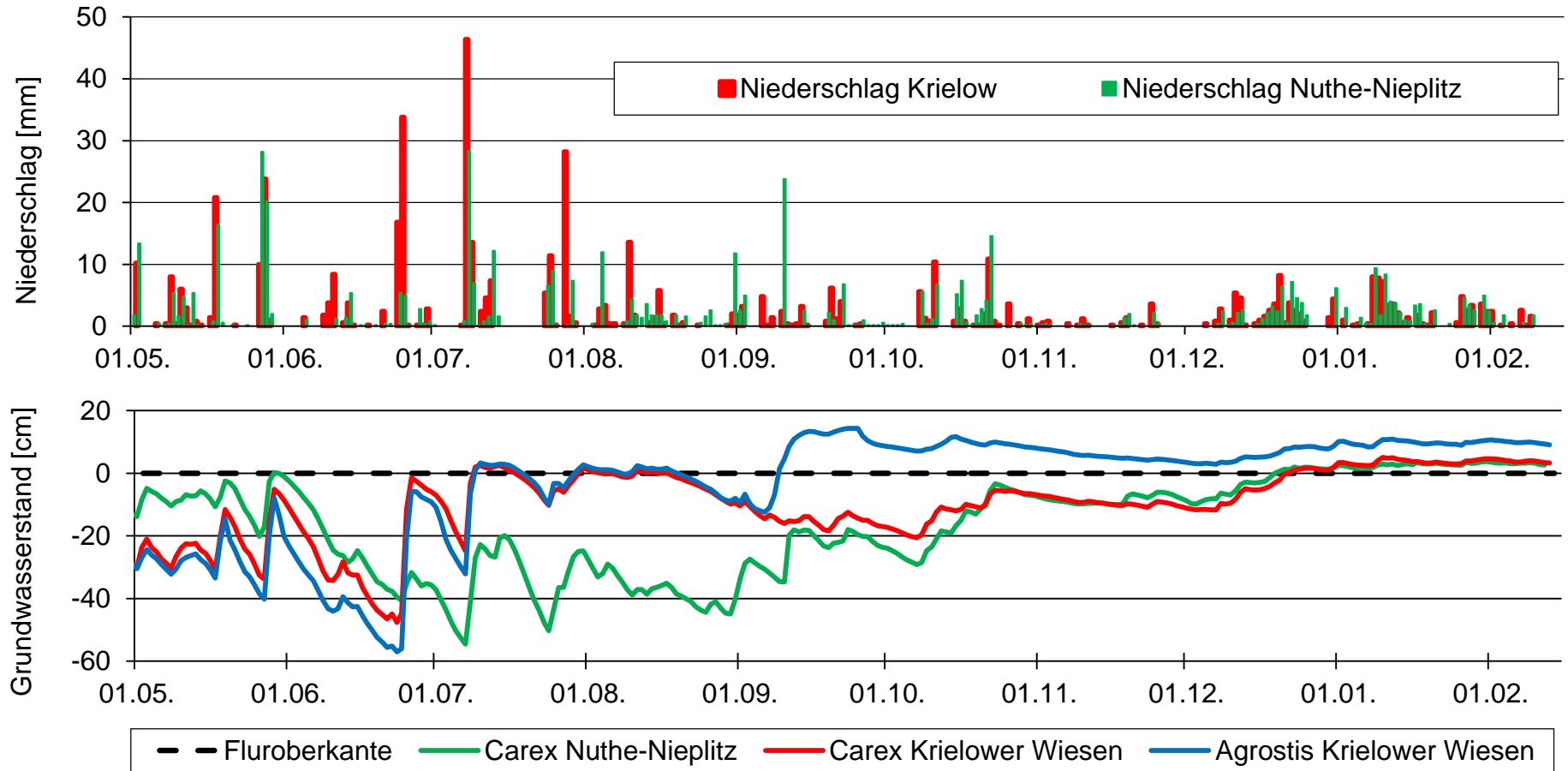


Abb. 21+22: Niederschläge und Grundwasserstände der Versuchsflächen 2014-2015.

Erste Ergebnisse: CH₄-Emissionen

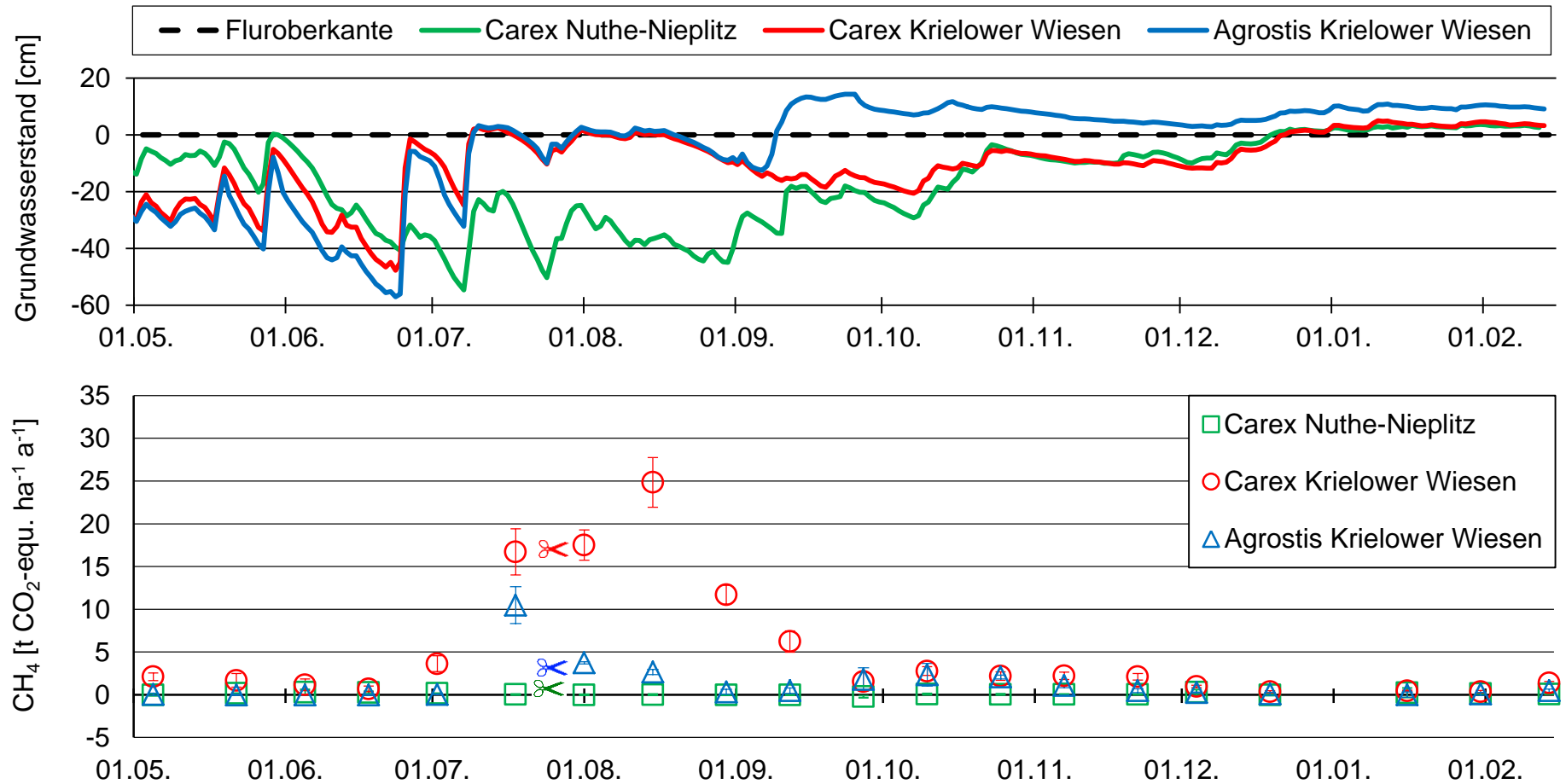


Abb. 23+24: Erste Hochrechnung der CH₄-Bilanz in Abhängigkeit vom Grundwasserstand 2014-2015.

Erste Ergebnisse: N₂O-Bilanz

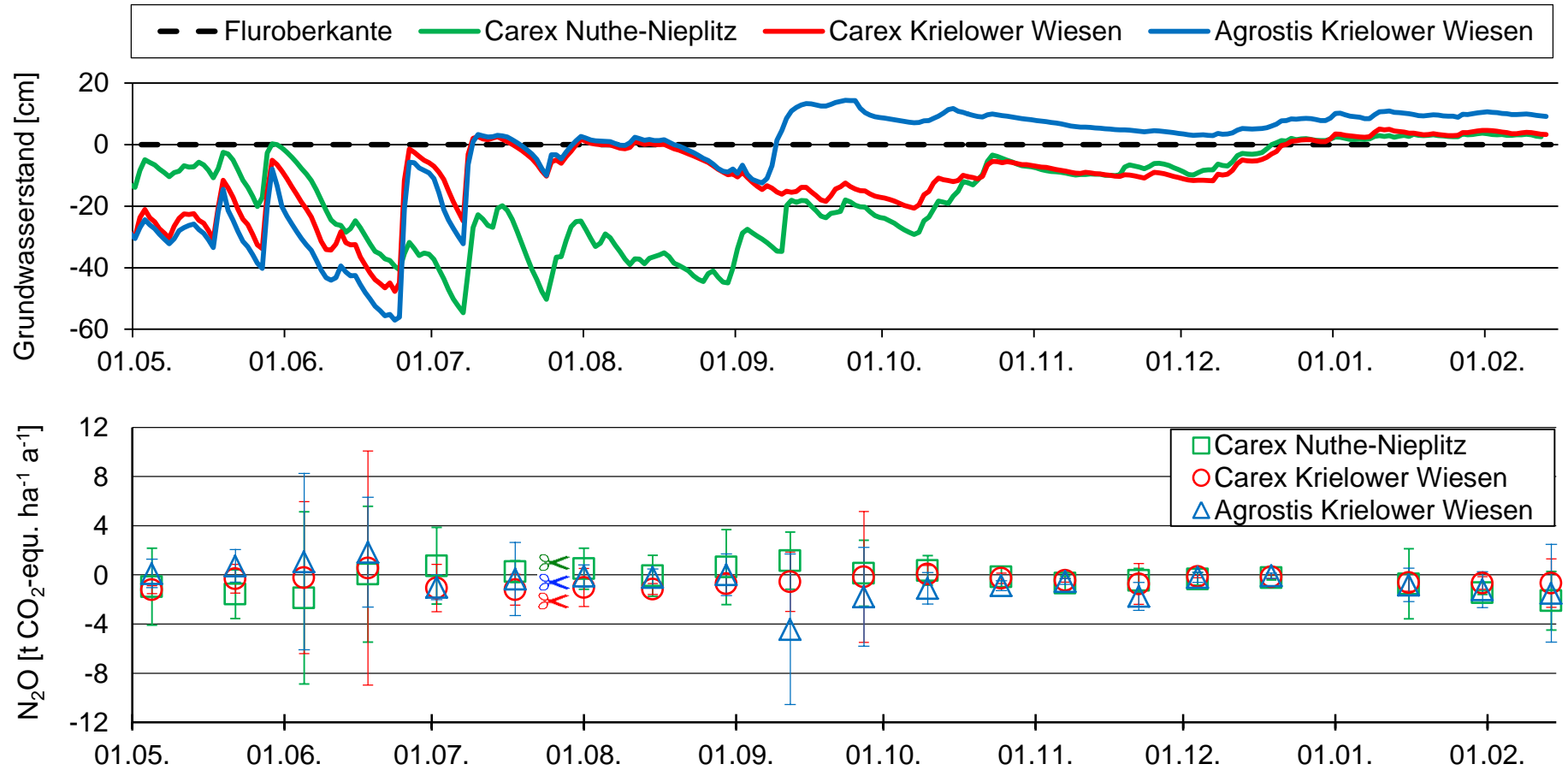


Abb. 25+26: Erste Hochrechnung der N₂O-Bilanz in Abhängigkeit vom Grundwasserstand 2014-2015.

Erste Ergebnisse: DOC-Konzentrationen und CH₄-Emissionen

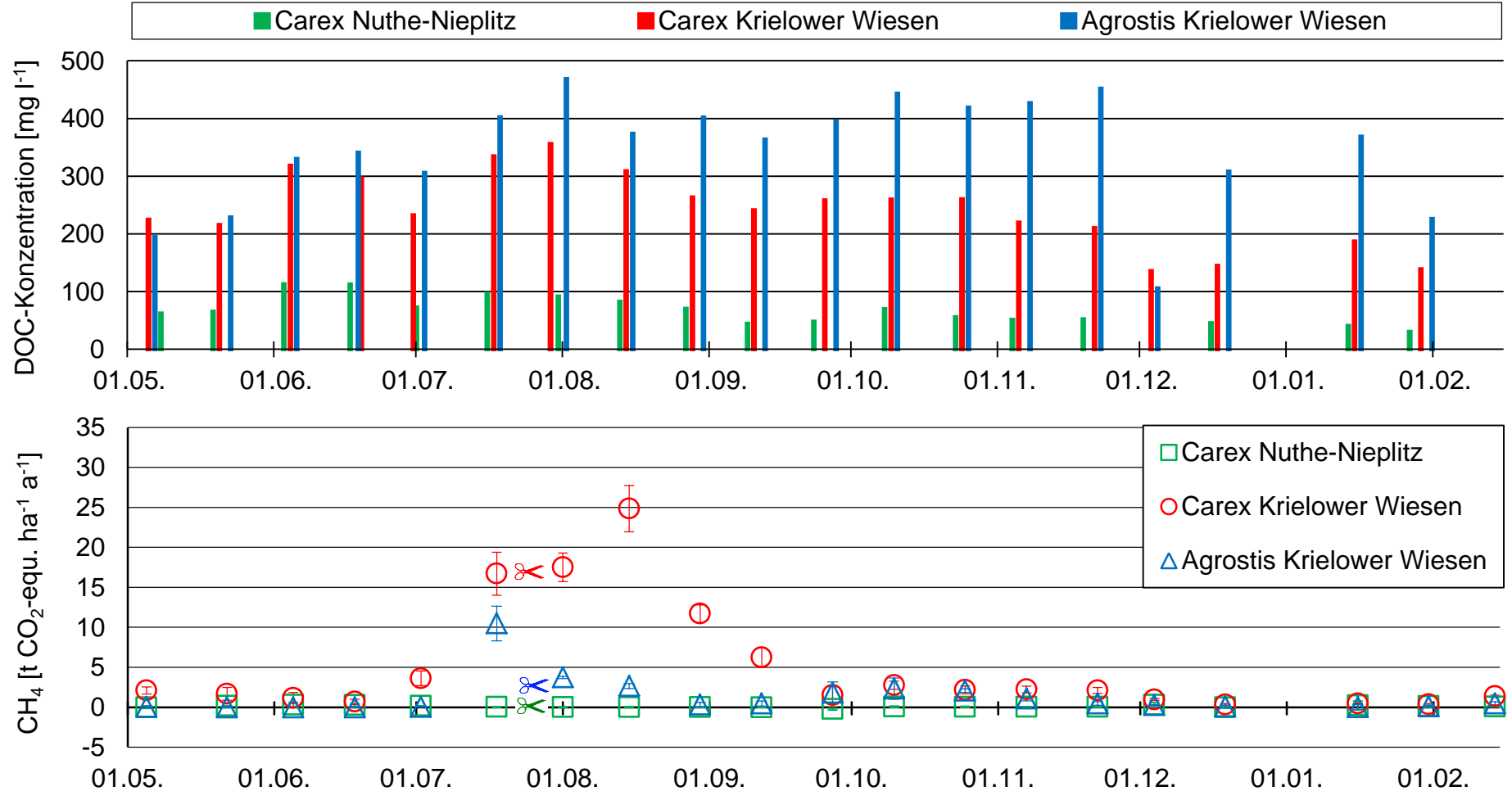


Abb. 27+28: Beziehung zwischen der DOC-Konzentration im Bodenwasser in 15 cm Tiefe und der CH₄-Emission der Versuchsstandorte 2014-2015.



**Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!**

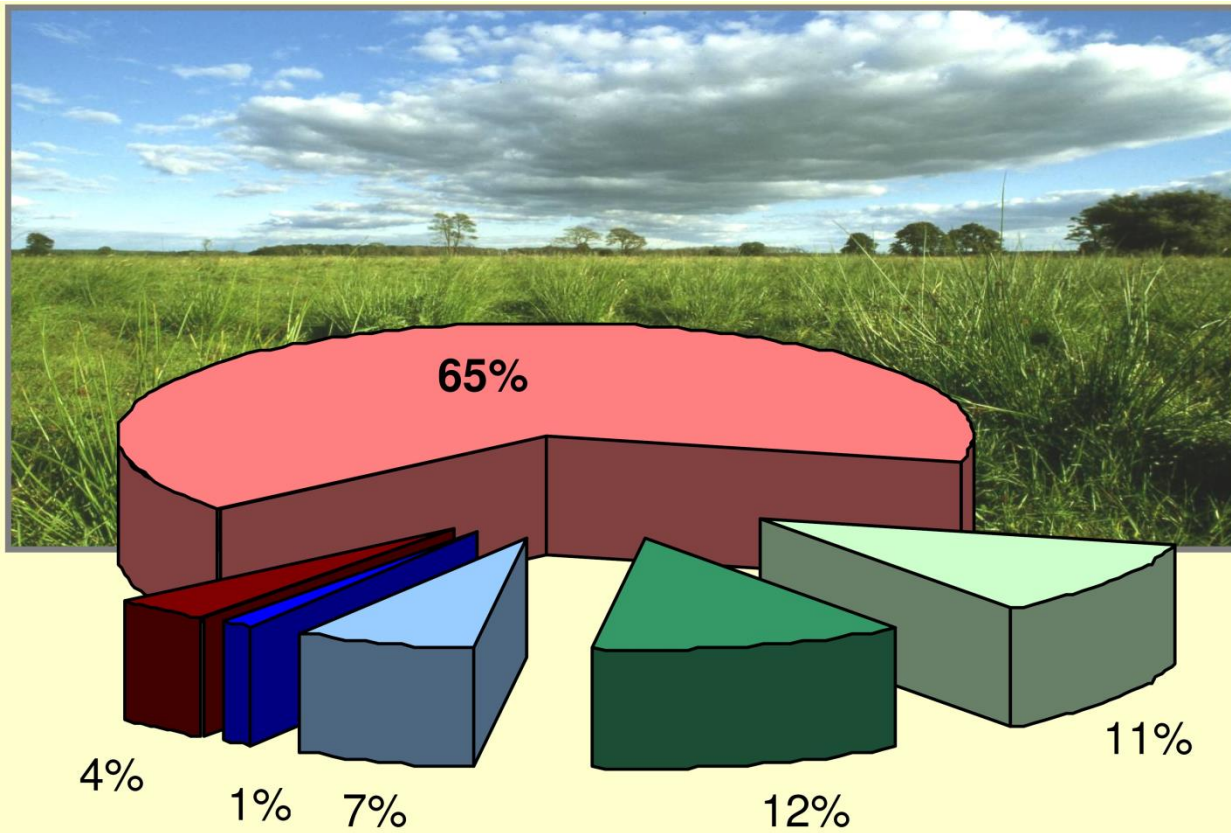
Literaturquellen

- [1] DRÖSLER, M., ADELMANN, W., AUGUSTIN, J., BERGMAN, L., BEYER, C., CHOJNICKI, B., FÖRSTER, C., FREIBAUER, A., GIEBELS, M., GÖRLITZ, S., HÖPER, H., KANTELHARDT, J., LIEBERSBACH, H., HAHN-SCHÖFL, M., MINKE, M., PETSCHOW, U., PFADENHAUER, J., SCHALLER, L., SCHÄGNER, P., SOMMER, M., THUILLE, A., WEHRHAN, M., 2013: Klimaschutz durch Moorschutz. Schlussbericht des Vorhabens „Klimaschutz-Moornutzungsstrategien“ 2006-2010. Freising.
- [2] IPCC, 2007 b: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller, H.L. (eds.)]. Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- [3] LUTHARDT, V., ZEITZ, J., 2014: Moore in Brandenburg und Berlin. Rangsdorf: Natur+Text GmbH.
- [4] ZEITZ, J., 2012: Boden des Jahres 2012 – Niedermoor.
https://www.dbges.de/wb/media/Steckbrief_2012.pdf (Stand: 12.11.14).

- [5] OPEN STREET MAP, 2015: © OpenStreetMap-Mitwirkende; www.openstreetmap.org/copyright.
- [6] LI-COR BIOSCIENCES, 2009: The LI-820 CO₂ Gas Analyzer. http://www.licor.com/env/pdf/gas_analyzers/820/820_brochure.pdf (Stand: 12.11.14)
- [7] LANDGRAF, L.: Moorschutz in Brandenburg – Förderinstrumente, Projekte und Handlungsbedarf. http://www.schleswig-holstein.de/LLUR/DE/Service/Vortraege/PDF/Moorschutz_Brandenburg__blob=publicationFile.pdf. (Stand: 08.11.14)
- [8] DRÖSLER, M., FREIBAUER, A., ADELMANN, W., AUGUSTIN, J., BERGMAN, L., BEYER, C., CHOJNICKI, B., FÖRSTER, C., GIEBELS, M., GÖRLITZ, S., HÖPER, H., KANTELHARDT, J., LIEBERSBACH, H., HAHN-SCHÖFL, M., MINKE, M., PETSCHOW, U., PFADENHAUER, J., SCHALLER, L., SCHÄGNER, P., SOMMER, M., THUILLE, A., WEHRHAN, M., 2011: Klima-schutz durch Moorschutz in der Praxis. Ergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Klimaschutz-Moornutzungsstrategien“ 2006-2010. Arbeitsberichte aus dem vTI-Institut für Agrarrelevante Klimaforschung. Braunschweig: vTI.
- [9] LANDGRAF, L., 2011: Synergien zwischen WRRL und Moorschutz. www.lpv.de/.../Vortraege/.../8_Vortrag_Synergien_Moor_Landgraf.pdf (Stand: 12.11.14).

- [10] DRÖSLER, M., 2009: Klimarelevanz von Mooren in Deutschland. Monetäre CO₂-Bilanzierung von ausgewählten Naturschutzgebieten. http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/ina/vortraege/2009-Biodiv-Klima-Droesler_Verhandlungsstand-REDD.pdf (Stand: 12.11.14).
- [11] Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung (LANA), 2012: Potentiale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz. [http://www.la-na.de/servlet/is/15793/Potentiale und Ziele zum Moor -und Klimaschutz.pdf?command=downloadContent&filename=Potentiale und Ziele zum Moor-und Klimaschutz.pdf](http://www.la-na.de/servlet/is/15793/Potentiale_und_Ziele_zum_Moor_-und_Klimaschutz.pdf?command=downloadContent&filename=Potentiale_und_Ziele_zum_Moor-und_Klimaschutz.pdf).

Anhang: Anteile der Moornutzungsformen



- intensiv bewirtschaftetes Moorgrünland und -acker
- extensiv bewirtschaftetes Moorgrünland
- bewaldete Moore mit Forstnutzung
- naturnahe Moore
- wachsende Moore
- sonstige Moore

Abb. 29: Moornutzung in Brandenburg [verändert nach 7].

THG-Emissionen der Moornutzungsformen

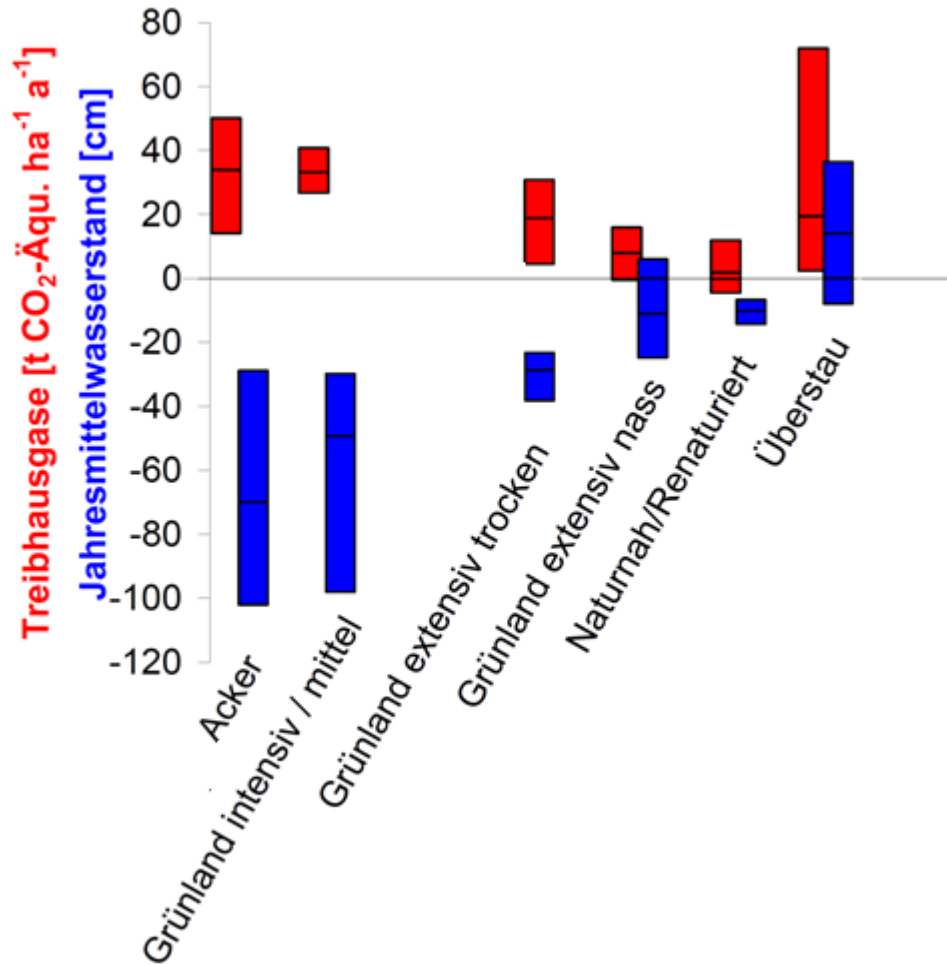


Abb. 30: Treibhausgasemissionen verschiedener Moornutzungsformen in Abhängigkeit vom Grundwasserstand [verändert nach 8].

Treibhausgas-Emissionen entwässerter Moore in Brandenburg

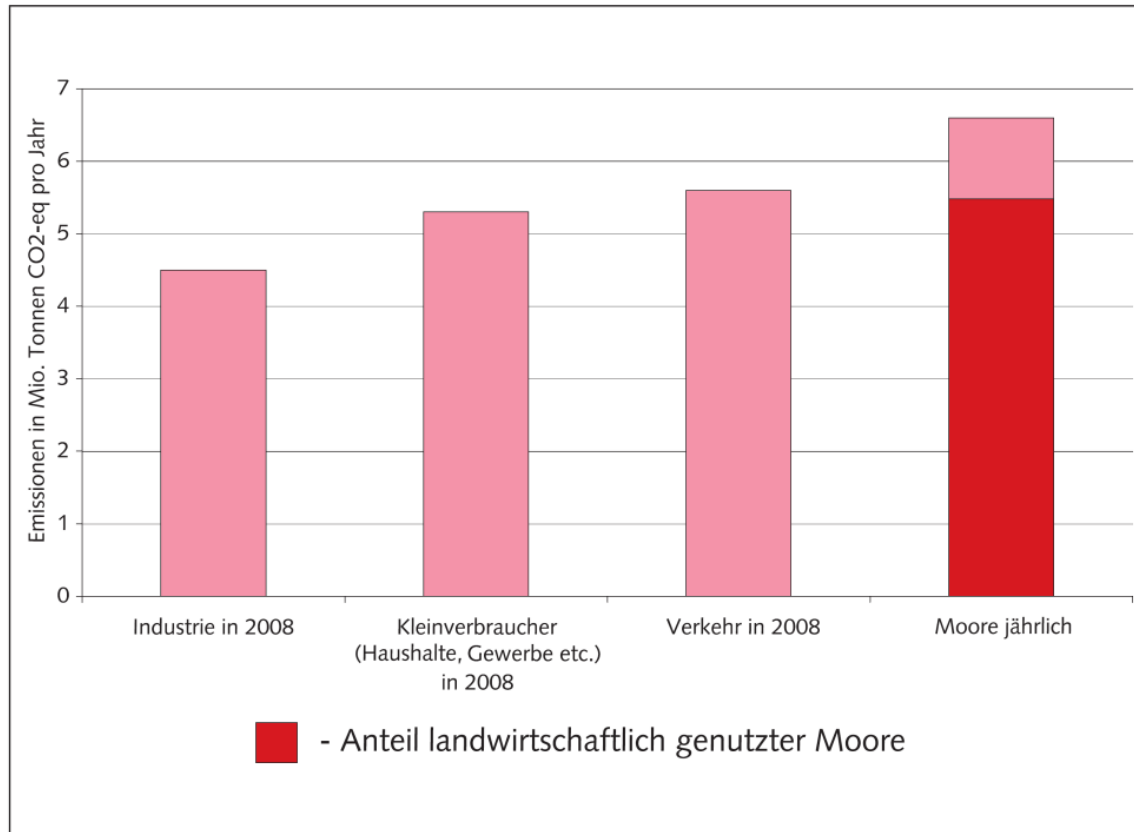


Abb. 31: Vergleich der Treibhausgas-Emissionen von Industrie, Haushalten, Verkehr und Mooren in Brandenburg für das Jahr 2008 [9].

Ausmaße der Moorentwässerung und -emissionen

Tab. 3: Vergleich der Moorflächen, dem Anteil entwässerter Moore und dem Mooremissionen zwischen EU 25, Deutschland und Brandenburg [1; 10; 11].

Land	Moorfläche	entwässerter Anteil	Moor-emissionen
EU 25	7 %	> 60 %	--
Deutschland	4 %	> 90 %	5,1 %
Brandenburg	5,5 %	~ 98 %	9,0 %

Deutschland:
7. Platz in EU-Moorfläche aber
2. Platz in der Klimabelastung durch Moore

Erste Ergebnisse: CO₂ und Grundwasserstand

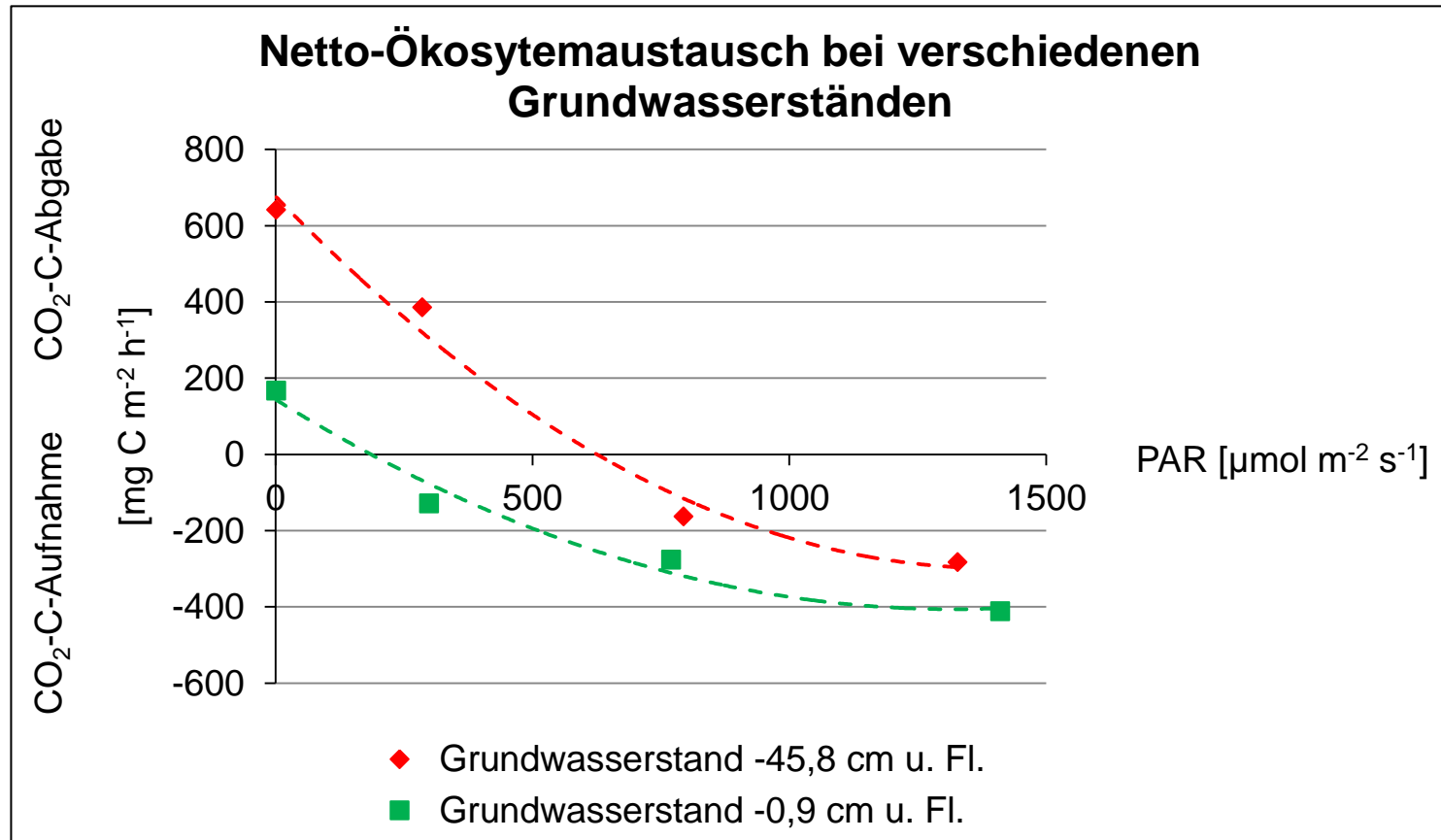


Abb. 32: CO₂-Netto-Ökosystemaustausch des Flutrasens der Krieler Wiese bei flurfernem und flurnahem Grundwasserstand.

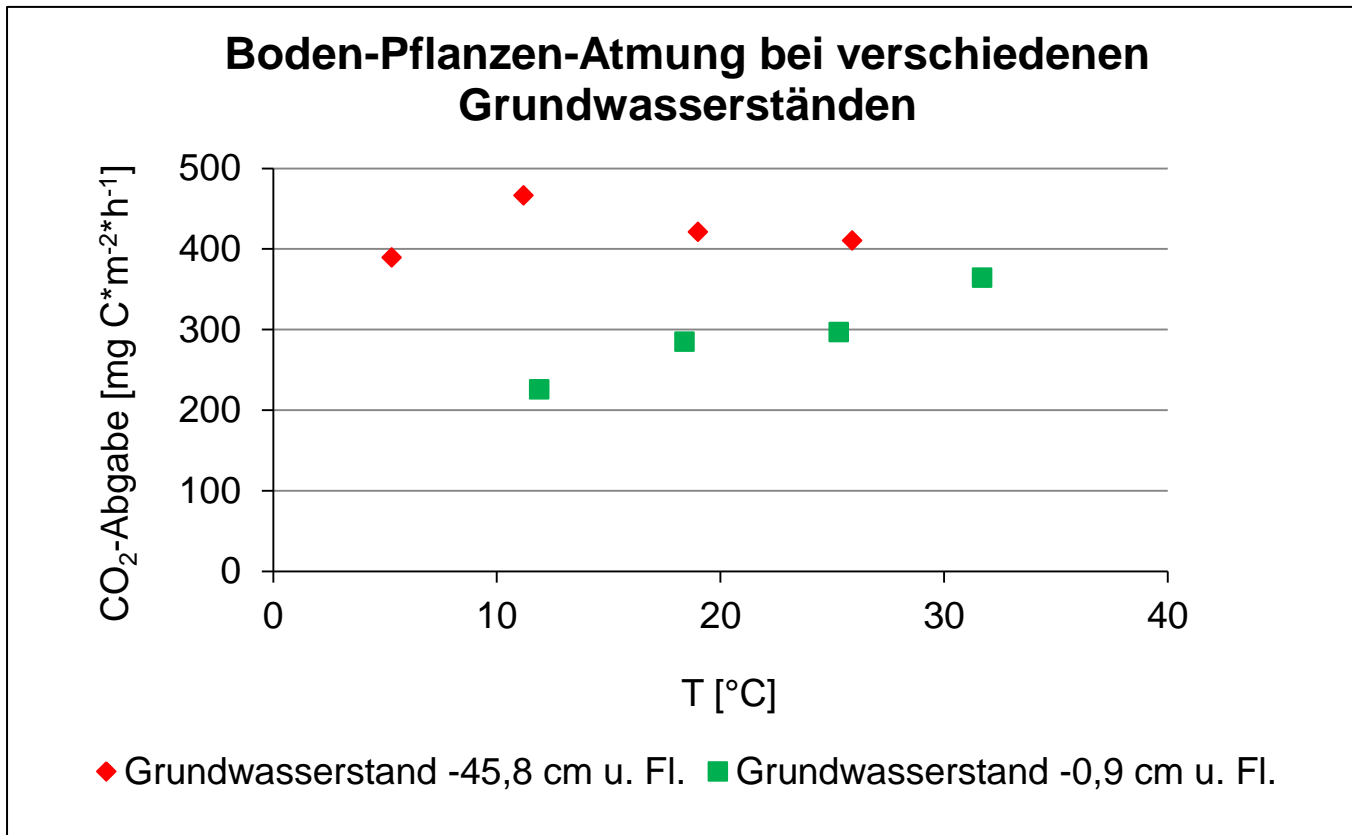


Abb. 33: CO₂-Emission durch Boden-Pflanzen-Atmung des Flutrasens Krielower Wiese bei flurfernem und flurnahem Grundwasserstand.