

Tagungsbeitrag zu:

Jahrestagung der DBG, Kommission K 2.5
Forest floor and climate change

Titel der Tagung:

"Böden – divers & multifunktional"

Veranstalter:

DBG

Termin und Ort der Tagung:

02.–08. September 2023, Halle (Saale)

Berichte der DBG (nicht begutachtete
online Publikation); <http://www.dbges.de>

Feuchthumusformen und Bodenvegetation in Waldökosystemen im Münsterland

Britta Linnemann^a, Lea Santora^a, Tina Frank^b, Jens Wöllecke^a, Michael Elmer^c, Max Fornfeist^c, Gabriele Broll^b

Zusammenfassung

Mithilfe der Bodenvegetation lässt sich die Ansprache von Bodenverhältnissen im Wald vereinfachen. Verschiedene Pflanzenarten sind an unterschiedliche Standortbedingungen angepasst, sodass sie oftmals als Zeiger für bestimmte Standorteigenschaften herangezogen werden. Das Waldklimafonds-Projekt „BioFeuchtHumus“ befasst sich mit Feuchthumusformen in Wäldern und wirft u.a. die Frage auf, inwieweit sich anhand der Vegetation Rückschlüsse auf das Feuchteregime des Bodens und die damit assoziierten Humusformen ziehen lassen. Die Untersuchungen finden in zwei Waldgebieten im Kernmünsterland statt, die durch staunasse Pseudogley-Böden geprägt sind. Es lassen sich trockene von feuchten Humusformen anhand der Zusammensetzung der Vegetation und ihres Ellenberg-Feuchtezeigerwerts auf den Untersuchungsflächen abgrenzen. Darüber hinaus kommen einige Pflanzenarten im Einzelnen als Indikatoren für bestimmte Feuchthumusformen infrage.

Schlüsselwörter: Humusformen, Waldökosysteme, Gefäßpflanzenarten, Feuchtezeiger, Indikatorarten

Einleitung

Im Rahmen des Projekts "Humusformen als Indikatoren für die Zersetzergesellschaft in Zeiten des Klimawandels" („BioFeuchtHumus“, Waldklimafonds, FNR) sollen bodenökologische Monitoringverfahren in Feuchtwäldern verbessert werden. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Wissensvermittlung für die Forstpraxis, um die Feuchtwaldökosysteme an die sich verändernden Klimabedingungen anzupassen (Frank et al. 2023). Das Projekt findet als Kooperation zwischen dem Institut für Geographie der Universität Osnabrück und dem Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen statt. Einzelne Erhebungen werden außerdem durch die NABU-Naturschutzstation Münsterland e.V. und das Institut für Angewandte Bodenbiologie GmbH durchgeführt. Untersucht werden die Wechselwirkungen zwischen Feuchthumusformen, Bodenwasserhaushalt, Bodeneigenschaften inkl. Kohlenstoffspeicherung, der Zersetzergesellschaft (Beylich & Graefe 2023) sowie der Vegetation.

Die Zusammenhänge zwischen Humusform und Bodenvegetation wurden im Kernmünsterland mit Blick auf folgende Forschungsfragen bearbeitet:

- 1) Welche Gefäßpflanzenarten kommen auf Waldstandorten mit Feuchthumusformen vor?
- 2) Unterscheiden sich die vorkommenden Gefäßpflanzenarten hinsichtlich ihrer Feuchtepräferenzen von denen auf trockeneren Referenzstandorten?
- 3) Gibt es für die unterschiedlichen Feuchthumusformen Indikatorarten unter den Gefäßpflanzen?

^aNABU-Naturschutzstation Münsterland e.V.

^bInstitut für Geographie, Universität Osnabrück

^cLandesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen
Kontakt: l.santora@nabu-station.de

Material und Methoden

Die Untersuchungen fanden in zwei Waldgebieten im Kernmünsterland im Süden (Inkemannsholz als Teilstück der Davert) bzw. Südosten (Wolbecker Tiergarten) von Münster statt. Diese liegen in der überwiegend planaren und waldarmen Westfälischen Bucht. Im Kernmünsterland sind Eichen-Hainbuchenwälder auf staunassen Pseudogley-Böden die häufigste Waldgesellschaft. Diese sind von besonderer waldökologischer Bedeutung, z.B. als eines der größten Mittelspechtvorkommen in NRW (NABU-Naturschutzstation Münsterland e.V. 2018). Die wechselfeuchten Böden können Feuchthumusformen ausbilden und speichern überdurchschnittlich große Mengen an Kohlenstoff (Hamer et al. 2023).

Insgesamt wurden an 64 Standorten mit Feuchthumusformen sowie an vier trockeneren Referenzstandorten mit aeromorphen Humusformen Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Dies erfolgte zwischen Mai und August 2023 in Anlehnung an Braun-Blanquet auf 25 m² großen quadratischen Aufnahmeflächen. Die statistischen Analysen wurden mit R Version 4.2.1 durchgeführt (R Core Team 2022).

Ergebnisse

In der Krautschicht der Feuchthumus-Plots wurden insgesamt 76 Gefäßpflanzenarten kartiert. Die häufigsten Arten waren *Carpinus betulus* (Hainbuche; 63 Plots), *Carex remota* (Winkel-Segge, 58 Plots) und *Oxalis acetosella* (Wald-Sauerklee; 36 Plots). In der Baumschicht dominierten *Quercus robur* (Stiel-Eiche) und *Carpinus betulus*, die zum Teil durch Arten wie *Fagus sylvatica* (Rot-Buche), *Betula pendula* (Hänge-Birke) und *Fraxinus excelsior* (Gewöhnliche Esche) ergänzt wurden. Auf pflanzensoziologischer Ebene sind die Standorte den Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwäldern (*Stellario holosteeae-Carpinetum betuli*) zuzuordnen, geprägt durch die Charakterart *Carpinus betulus*. Dass die Assoziation hier ihre feuchte Ausprägung aufweist, wird am Vorkommen von dafür typischen Arten wie

Athyrium filix-femina (Gewöhnlicher Frauenfarn), *Carex remota* und *Circaea lutetiana* (Großes Hexenkraut) ersichtlich (Kühn 2000, Oberdorfer 1992). Der gewichtete Feuchtezeigerwert nach Ellenberg (Ellenberg et al. 1991) lag im Mittel bei 6,9. Damit war er signifikant höher als der mittlere gewichtete Feuchtezeigerwert von 5,7 für die vier Referenzflächen auf trockenen Humusformen (einseitiger t-Test; $p < 0,001$, Effektstärke (Cohens d) = 1,75). Für jede der drei Feuchthumusformen konnten anhand der Indicator Species Analysis (ISA) (Dufrêne & Légendre 1997) ein bis zwei Indikatorarten identifiziert werden (Tab. 1).

Tab. 1: Indikatorarten für die einzelnen Feuchthumusformen, basierend auf Indicator Species Analysis. A: Relative Häufigkeit (A = 1, wenn die Art in Aufnahmen von ausschließlicher Gruppe vorkommt), B: Relative Frequenz (B = 1, wenn die Art in jeder Aufnahme der Gruppe vorkommt).

Humusform	Pflanzenart	A	B
Feucht F-Mull	<i>Carex sylvatica</i>	0,76	0,71
	<i>Agrostis stolonifera</i> agg.	0,92	0,29
Feucht L-Mull	<i>Impatiens noli-tangere</i>	0,98	0,28
Feuchtmoder	<i>Vaccinium myrtillus</i>	1,00	0,33
	<i>Molinia caerulea</i>	0,95	0,22

In der Forstlichen Standortsaufnahme (Arbeitskreis Standortkartierung 2016) werden von der Bodenfeuchte abhängige ökologische Artengruppen von Waldbodenpflanzen vorgestellt, die als Zeigerpflanzen für Humusformen dienen sollen. Als Vertreter von dreien dieser Gruppen wurden *Carex remota* (Zeiger für „bessere Moder-Humusformen bis F-Mull“), *Lysimachia vulgaris* (Gewöhnlicher Gilbweiderich; Zeiger für „Feuchtmoder bis Feuchtmull“) und *Carex acutiformis* (Sumpf-Segge; Zeiger für „Feuchtmull bis Anmoor“) nachgewiesen.

Diskussion und Ausblick

Die Bodenvegetation wird in verschiedenen Kontexten genutzt, um daraus Bodeneigenschaften wie Feuchte- oder Nährstoffhaushalt abzuleiten (Lisein et al. 2022, Pinto et al. 2016, Wilson et al. 2001). Der Ellenberg'sche Feuchtezeigerwert, der auf den untersuchten Feuchthumus-Plots gut

durchfeuchtete, aber noch nicht nasse Böden anzeigt (Ellenberg et al. 1991), lässt erkennen, dass die Artenzusammensetzung die Bodenbedingungen sehr gut widerspiegelt. Er hebt sich außerdem deutlich vom Wert für die Referenzflächen auf trockenem Humus ab. Der mit der Bodenvegetation assoziierte Feuchtezeigerwert ist daher ein guter Indikator zur Unterscheidung der Humusform in feucht und terrestrisch. Auf einzelne Pflanzenarten kann man hierbei mit Blick auf die drei gefundenen Zeigerpflanzen der Forstlichen Standortaufnahme (Arbeitskreis Standortkartierung 2016) Bezug nehmen. Der Umstand, dass *Carex remota* als Zeigerpflanze nicht ausschließlich Feuchthumus anzeigt und dass nur drei von insgesamt 26 aufgelisteten Arten für feuchte Standorte gefunden wurden, legt nahe, dass der aktuelle Katalog an Zeigerpflanzen aufgrund des Ausbleibens eines Großteils an Arten allein kein hinreichendes Mittel zur schnellen Erkennung von Feuchthumus(-formen) im Gelände darstellt.

Die Schwierigkeit der Unterscheidung einzelner Feuchthumusformen mittels bestimmter Pflanzenarten wird auch an der ISA ersichtlich. Zwar zeigt sich dort, dass beim Vorkommen einer Indikatorart auf einem Plot in den meisten Fällen auf die Humusform geschlossen werden kann, die sie indiziert. Jedoch kommen außer *Carex sylvatica* die Indikatorarten nur auf maximal einem Drittel der Plots mit der jeweiligen Humusform vor, d.h. auf vielen Flächen ist keine Art vorhanden, von der die Humusform abgeleitet werden könnte. Aufgrund des Untersuchungsdesigns kann außerdem kein Vergleich zu potenziellen Indikatorarten auf den äquivalenten Humusformen auf Trockenstandorten gezogen werden. Die Ergebnisse müssten überdies mithilfe weiterer Stichproben in anderen feuchten Waldgebieten überprüft werden, um eine verallgemeinerbare Aussage über die Eignung der Arten als Indikatorpflanzen für verschiedene Feuchthumusformen treffen zu können (Bakker 2008).

Die Zusammensetzung der Vegetation in der Krautschicht erlaubt insgesamt Rückschlüsse über das Feuchteregime des Bodens und lässt in Teilen auch Annahmen über die Humusform zu. Dies muss jedoch aufgrund der geringen Anzahl an Referenzflächen unter Vorbehalt passieren und kann außerdem nicht ohne Weiteres auf andere Wälder mit ähnlichen Feuchteverhältnissen übertragen werden. Die noch ausstehende Auswertung des Vorkommens von Moosen auf den Untersuchungsflächen könnte den Zusammenhang zwischen Humusform und Bodenvegetation noch klarer herausstellen.

Danksagung

Wir danken der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR) und den Bundesministerien für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) sowie für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) als Träger des Waldklimafonds für die Finanzierung des Projekts (FKZ: 2219WK41A4).

Literaturverzeichnis

Arbeitskreis Standortkartierung (2016): 'Forstliche Standortaufnahme', Eching: IHW-Verlag, 7. Auflage.

Bakker, J. (2008): Increasing the utility of Indicator Species Analysis. *Journal of Applied Ecology* 45: 1829-1835.

Beylich, A.; Graefe, U. (2023): Untersuchungen der Anneliden-Fauna (Regenwürmer und Kleinringelwürmer) von Feuchthumusformen im Münsterland – ein Beitrag zum Projekt „BioFeuchtHumus“. *Mitteilungen der DBG*, Bd. 121.

Dufrêne, M.; P. Legendre (1997): Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67: 345– 366.

Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W.; D. Paulissen (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* 18. Erich Goltze KG: Göttingen.

Frank, T.; Brauckmann, H.-J.; Broll, G. (2023): Feuchthumusformen und Bodenwasserhaushalt von Waldökosystemen im Münsterland. Mitteilungen der DBG, Bd. 121.

Hamer, U.; Klein-Raufhake, T.; Meyer, M.; Schaper, J.; Rentemeister, K. (2023): Kohlenstoffspeicherung in Wäldern Nordrhein-Westfalens. AFZ – Der Wald 21: 21 – 23.

Kühn, I. (2000): Ökologisch-numerische Untersuchungen an Wäldern in der Westfälischen Bucht. Ein Beitrag zur Biodiversitäts- und Altwald-Forschung. Archiv naturwissenschaftlicher Dissertationen Bd. 12.

Lisein, J.; Fayolle, A.; Legrain, A.; Prévot, C.; Claessens, H. (2022): Prediction of forest nutrient and moisture regimes from understory vegetation with random forest classification models. Ecological Indicators 144, 109446.

NABU-Naturschutzstation Münsterland e.V. (Hrsg.) (2018): Wälder im Klimawandel. Online unter: www.fit-fuer-den-klimawandel.de/downloads-fuer-schulen-und-waldbesitzer/waldbesitzer/ (zuletzt abgerufen am 08.12.23)

Oberdorfer, E. (Hrsg., 1992²): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil IV. Wälder und Gebüsche. A. Textband. Gustav-Fischer-Verlag. Jena.

Pinto, P.E.; Dupouey, J.-L.; Hervé, J.-C.; Legay, M.; Wurpillot, S.; Montpied, P.; Gégout, J.-C. (2016): Optimizing the bioindication of forest soil acidity, nitrogen and mineral nutrition using plant species. Ecological Indicators 71: 359-367

R Core Team (2022): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Wien, Österreich. Online unter: www.R-project.org/ (zuletzt abgerufen am 08.12.23)

Wilson, S.McG.; Pyatt, D.G.; Malcolm, D.C.; Connolly, T. (2001): The use of ground vegetation and humus type as indicators of soil

nutrient regime for an ecological site classification of British forests. Forest Ecology and Management 140: 101-116.