

Tagungsbeitrag zu:

Jahrestagung der DBG, Kommission VII

Titel der Tagung:

"Grenzen überwinden, Skalen überschreiten", DBG

03. – 08. September 2022, Trier

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

Humusformen als Indikatoren für die Zersetzer-gesellschaft in feuchten Waldökosystemen (Projekt: „BioFeuchtHumus“)

Tina Frank¹, Hans-Jörg Brauckmann¹, Gabriele Broll¹

Zusammenfassung

Zur Weiterentwicklung von Monitoringverfahren für die Bewertung bodenökologischer Eigenschaften in Feuchtwäldern kann die Erforschung der Indikatorfunktion von Humusformen einen wichtigen Beitrag leisten. Dies findet in Kooperation mit dem Landesbetrieb Wald & Holz, Nordrhein-Westfalen, dem IFAB und der NABU-Naturschutzstation Münsterland e.V. in dem neuen Projekt „BioFeuchtHumus“ statt (Waldklimafonds, FNR). Hierbei werden insbesondere die Feuchthumusformen (aerohydromorphe Humusformen) betrachtet, welche u.a. auf Pseudogley-Standorten auftreten.

Auf ausgesuchten Waldflächen im südlichen Münsterland werden in Messungen zur Bodenfeuchte und -temperatur direkt an der Grenze von Mineralboden und Auflagehorizonten durchgeführt, um den Wassereinfluss in der organischen Auflage zu erfassen. Die Regenwürmer und Enchyträen werden zur Bestimmung der

Zersetzer-gesellschaft erfasst. Durch Kenntnisse der genauen Zusammenhänge zwischen Humusform und den gemessenen Bodenparametern lässt sich die Entwicklung der Feuchtwälder unter veränderten Klimabedingungen flächenhaft darstellen. Dadurch wird es im Rahmen des Projektes möglich sein, die Identifizierung eindeutiger Klassifizierungsmerkmale für aerohydromorphe Humusformen in Feuchtwäldern weiter zu entwickeln.

In einem weiteren Arbeitspaket aus dem Projekt werden unter Anwendung regionaler und nationaler Klimawandel-Szenarien die bisherigen Modelle erweitert. Somit können die zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels auf den Bodenwasserhaushalt und auf die Verbreitungsmuster von Feuchthumusformen vorhergesagt werden. Dies wird zudem Aufschluss über die zukünftige Funktionalität der heutigen Feuchtwald-Ökosysteme geben, was für die forstliche Praxis bezüglich notwendiger und sinnvoller Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel von großer Bedeutung ist.

Schlüsselwörter:

Humusformen, Waldökosysteme, Zersetzer-gesellschaft, Bodenwasser

Einleitung

Das Projekt "Humusformen als Indikatoren für die Zersetzer-gesellschaft in feuchten Waldökosystemen" findet in Kooperation mit dem Landesbetrieb Wald & Holz, Nordrhein-Westfalen, dem IFAB und der NABU-Naturschutzstation Münsterland e.V. statt. Es soll einen Beitrag zur Bewertung bodenökologischer Eigenschaften in Feuchtwäldern leisten, was für die

¹ Universität Osnabrück, Institut für Geographie
tina.frank@uni-osnabrueck.de

forstliche Praxis bezüglich notwendiger Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel von großer Bedeutung ist. Hierbei wurde vor allem die Rolle von Humusformen in Feuchtwäldern bisher weitgehend vernachlässigt, obwohl Standorte mit dem Bodentyp Pseudogley in Deutschland mehr als 10 % der Fläche ausmachen (Kuratorium Boden des Jahres, 2015) und durch ihre Abhängigkeit vom Niederschlag und der Evapotranspiration besonders sensitiv gegenüber Klimaveränderungen sind. Auch die Ansprache aerohydromorpher Humusformen ist in der aktuellen Humusformen-Klassifikation relativ unklar, da eindeutige Merkmale sowie diagnostische Horizonte zur Klassifizierung fehlen. In diesem Projekt soll daher diese Lücke geschlossen werden. Die Ausweisung eindeutiger diagnostischer Merkmale für Humusformen in Feuchtwäldern ermöglicht die Weiterentwicklung der Systematik für aerohydromorphe Humusformen. Auch zeigen bisherige Studien (Graefe & Belotti, 1999; Anschlag et al., 2017; Hellwig et al., 2017; 2018; 2019) in unterschiedlichen Waldökosystemen einen Zusammenhang der Humusform zu Bodenfeuchte, Bodenacidität, Bodenfauna und Bodenmikroorganismen, Kohlenstoff- und Stickstoffvorräten im Boden sowie zur Vegetation in der Krautschicht. Dabei stehen zum einem die Zersetzergemeinschaft (hier: Enchyträen und Regenwürmer) und die Humusform nicht nur bei den aeromorphen, sondern auch bei den aerohydromorphen Humusformen in wechselseitiger Abhängigkeit. Zum anderen dienen die von der Bodenfeuchte abhängigen ökologischen Artengruppen von Waldbodenpflanzen als Zeigerpflanzen für die Feuchthumusformen.

Daraus ergeben sich folgende Forschungsfragen:

- Für welche Wasserhaushaltsbedingungen und Zersetzergesellschaften

(Enchyträen und Regenwürmer) können die aerohydromorphen Humusformen (Feuchtmull, Feuchtmoder, Feuchtrohhumus) als Indikator dienen?

- Wie wirken sich verändernde Wasserhaushaltsbedingungen in Zeiten des Klimawandels auf die Feuchthumusformen aus?
- Welche diagnostischen Merkmale eignen sich zur Differenzierung der aerohydromorphen Humusformen?

Material und Methoden

Es wurden zwei Feuchtwaldstandorte im atlantisch geprägten Münsterland ausgesucht. Die Standorte sind durch Eichen- und Hainbuchenmischwälder auf staunassen Pseudogleyen geprägt. Diese Pseudogleye sind durch tonige Grundmoränen und Decksande über Grundmoränen und die dadurch auftretenden Texturunterschiede entstanden (= primäre Pseudogleye).

Das erste Waldgebiet ist die Davert, südwestlich von Münster gelegen. Eine Bodenfeuchte-Messstation wurde im Teilstück Inkmannsholz installiert. Das zweite Waldgebiet ist der Wolbecker Tiergarten, südöstlich von Münster gelegen. Hier wurde eine Bodenfeuchte-Messstation im südlichen Teil des Waldes installiert. Diese Stationen dienen dazu, um Messungen zur Bodenfeuchte und -temperatur u.a. direkt an der Grenze von Mineralboden und Auflagehorizonten durchzuführen. Weitere Sensoren wurden in der Bodentiefe 20 cm und 30 cm installiert. Es werden *Tensiomarks* der FA Ecotech verwendet, um die Wasserspannung kontinuierlich zu messen. Zusätzlich wurden Wetterstationen an beiden Standorten installiert. Es ergeben sich daraus 4 Intensivstandorte in jedem Waldgebiet.

Es erfolgt folgende Vorgehensweise in den beiden Waldgebieten:

Zunächst werden die aeromorphen und aerohydromorphen Humusformen unter verschiedenen Ausprägungen der Krautschicht und in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte im Feld untersucht (insgesamt $n \geq 65$). Begleitend werden auch Vegetationskartierungen durchgeführt.

Die Zersetzergemeinschaft (Enchyträen und Regenwürmer) wird an den einzelnen Standorten bestimmt, um Aussagen über die Feuchthumusformen als Lebensraum für Bodenorganismen treffen zu können. Die Kleinringelwürmer (Enchyträen) als Vertreter der Mesofauna werden aus einer Bodenprobe der oberen 15 cm extrahiert. Erfasst werden die Regenwürmer als Vertreter der Makrofauna mittels Senflösung und anschließender Handauslese mit jeweils drei Wiederholungen pro Mikrostandort und danach im Labor näher bestimmt.

Zur Charakterisierung der einzelnen Standorte (≥ 65) wird eine Beprobung des Bodens durchgeführt. Die organische Auflage wird mittels eines Stechrahmens horizontweise aufgenommen. Aus dem mineralischen Boden wird gestörtes und ungestörtes Material aus den Tiefen 0-5 cm, 5-10 cm und 10-15 cm entnommen. An dem gestörten Bodenmaterial werden chemische Analysen durchgeführt, u.a. die Bestimmung des pH-Wertes und die Analyse von C_{org} und N_t . Ungestörtes Material wird in Form von Stechzylindern entnommen um die Lagerungsdichte ρ_B zu bestimmen.

Ergebnisse

In den beiden Untersuchungsgebieten im Münsterland liegen aerohydromorphe Humusformen über Pseudogley (mit hoher Staunässe) vor.

Insbesondere verschieden ausgeprägte Formen von Feuchtmull und Feuchtmoder sind sowohl im Wolbecker Tiergarten als auch in der Davert zu finden. Die Redoxmerkmale erstrecken sich hierbei bis in die organische Auflage. Die schwarzen „schmierigen“ Blätter, die paketartig im Owl- und Owf-Horizont zusammenliegen, zeigen einen eindeutigen (zeitweiligen) Wassereinfluss (= **w**) und können somit als ein Klassifizierungsmerkmal für die aerohydromorphen Humusformen genutzt werden. Weitere Erkennungsmerkmale sind die Krümelstruktur und ein erhöhtes Aufkommen von Regenwürmern insbesondere im mineralischen Ah-Horizont unter Feuchtmull (Abb. 1). In den aufgenommenen Feuchtmodern finden wir mächtige Owf-Horizonte und an einigen Standorten einen schmierigen Owih-Horizont. Dieser ist gekennzeichnet durch sein filmartiges, geringmächtiges oder sogar nur stellenweise vorhandenes Auftreten [**i** = filmartig].



Abb. 1: Bodenmonolith mit der aerohydromorphen Humusform Feucht F-Mull

Diskussion und Ausblick

In den ersten neun Monaten des Projektes konnten bereits mehrere Feuchthumusstandorte aufgenommen und näher charakterisiert werden. Es war dabei möglich morphologische Eigenschaften zu finden, die im Feld gut zu erkennen sind. Weitere Standorte sollen in den nächsten Monaten folgen. Die Ergebnisse der Vegetationskartierungen sowie die Erfassung der Zersetzergemeinschaften werden helfen die Interaktion mit den Feuchthumusformen besser zu verstehen. Anschlag et al. (2017) konnten bereits in alpinen Nadelwäldern einen Zusammenhang zwischen der Krautschicht und den dort auftretenden Humusformen (Oh-Mächtigkeit) zeigen. Insgesamt zeigten Broll et al. (1998) und Milbert & Broll (1998) schon Mitte der 1990er auf, dass der Bodenwasserhaushalt als ein zentraler Faktor für die

Organismen und Prozesse im Boden und somit auch für die Humusform betrachtet werden muss. In einem Projekt von Erber und Broll (2000-2003) wurde an sechs Mittelgebirgsstandorten die morphologische Ausprägung von aerohydromorphen Humusformen im Zusammenwirken mit der Sauerstoffverfügbarkeit in der organischen Auflage und der biologischen Aktivität in Laub- und Nadelholzbeständen untersucht. Es konnte dabei aufgezeigt werden, dass sich die Oh-Lage als anoxische Zone beschreiben lässt (Erber & Broll, 2003, 2005, 2006).

Offen bleibt derzeit, welchen Veränderungen Feuchtwälder im Zuge des Klimawandels in der Fläche (also im gesamten Münsterland bzw. in ganz Deutschland) ausgesetzt sind und sich verändernde Wasserhaushaltsbedingungen auf die Feuchthumusformen auswirken. Um sich der Antwort auf diese Fragen zu nähern, ist in einem weiteren Arbeitspaket ein Upscaling-Ansatz mittels räumlicher Modellierung, basierend auf flächenhaft verfügbaren Umweltdaten und repräsentativ erhobenen Indikatoren für bodenökologische Prozesse (z. B. die Humusform), erforderlich. Hierbei werden unter Anwendung regionaler und nationaler Klimawandel-Szenarien die bisherigen Modelle erweitert, um die zukünftig zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels auf den Bodenwasserhaushalt und auf die Verbreitungsmuster von Feuchthumusformen vorhersagen zu können.

Danksagung

Wir danken dem Waldklimafonds der FNR, welcher vom BMEL und BMUV gemeinsam getragen wird, für die Finanzierung des Projektes (2219WK41A4). Ebenfalls geht ein Dank an unsere Projektpartner vom Landesbetrieb Wald & Holz, NRW, dem Institut für Angewandte

Bodenforschung, Hamburg (IFAB) und der NABU-Naturschutzstation Münsterland für die Unterstützung und Zusammenarbeit im Projekt.

Literaturverzeichnis

Anschlag, K., D. Tatti, N. Hellwig, G. Sartori, J.-M. Gobat, G. Broll, 2017: Vegetation-based bioindication of humus forms in coniferous mountain forests. *Journal of Mountain Science* 14 (4), 662–673.

Broll, G., G. Milbert, E. Belotti, 1998: Der Bodenwasserhaushalt als ein Kriterium für die Klassifikation von Humusformen. *DBG (Hrsg.). Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft*, 125–128.

Erber, C., G. Broll, 2003: Feuchthumus und Torf als Indikatoren für einen sich verändernden Wasserhaushalt – zwei Beispiele aus dem Sauerland. *Forstwissenschaftliche Fakultät der Uni Freiburg und Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (Hrsg.). Freiburger Forstliche Forschung, Freiburg, Elgenverlag der FVA*, 33–42.

Erber, C., G. Broll, 2005: Ausbildung von Feuchtmoder-Humusformen in Abhängigkeit von der Sauerstoff-Verfügbarkeit. *DBG (Hrsg.). Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft*, 301–302.

Erber, C., G. Broll, 2006: Topsoil Changes in former wet Forest Stands in North-Western Germany. *Hydrology and Management of Forested Wetlands*, 552–559.

Graefe, U., E. Belotti, 1999: Strukturmerkmale der Bodenbiozönose als Grundlage für ein natürliches System der Humusformen. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 89, 181–184.

Hellwig, N., M. Gómez-Brandón, J. Ascher-Jenull, T. Bardelli, K. Anschlag, F. Fornasier, G. Pietramellara, H. Insam, G. Broll, 2018: Humus Forms and Soil Microbiological Parameters in a Mountain Forest: Upscaling to the Slope Scale. *Soil Systems* 2 (1), 12.

Hellwig, N., U. Graefe, D. Tatti, G. Sartori, K. Anschlag, A. Beylich, J.-M. Gobat, G. Broll, 2017: Upscaling the spatial distribution of enchytraeids and humus forms in a high mountain environment on the basis of GIS and fuzzy logic. *European Journal of Soil Biology* 79, 1–13.

Hellwig, N., D. Tatti, G. Sartori, K. Anschlag, U. Graefe, M. Egli, J.-M. Gobat, G. Broll, 2019: Modeling Spatial Patterns of Humus Forms in Montane and Subalpine Forests: Implications of Local Variability for Upscaling. *Sustainability* 11 (1), 48.

Kuratorium Boden des Jahres, 2015: Stauwasserboden: https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Aktuelles/Archiv/Boden_des_Jahres_2015_Stauwasserboden.

Milbert, G., G. Broll, 1998: Diskussionsvorschlag zur Gliederung der Humusformen unter Berücksichtigung von Bodenwasserhaushalt und Nutzung. *DBG (Hrsg.). Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft*, 133–136.