

Gefäßpflanzen und Moose als Indikatoren von Bodeneigenschaften

Marcus Schmidt, Egbert Schönfelder, Uwe Paar und Jan Evers

Im Zuge der Bodenzustandserhebung (BZE) II wurde in den Bundesländern Niedersachsen, Hessen, Sachsen-Anhalt und Bremen erstmalig die Waldvegetation auf der Grundlage einer systematischen, repräsentativen Stichprobe großräumig und vollständig erfasst. Dabei wurden für alle BZE-Punkte in den Vegetationsperioden 2006 bis 2008 auf 400 Quadratmeter großen, dauerhaft markierten Flächen nach einheitlicher Methodik Vegetationsaufnahmen erstellt. Erfasst wurden die Arten der Baum-, Strauch- und Krautschicht mit ihrem Deckungsgrad. Darüber hinaus wurden die Arten der Mooschicht (Moose, Flechten) ohne Deckungsgradangaben notiert. Insgesamt 388 Vegetationsaufnahmen wurden in den Bundesländern Niedersachsen (169), Hessen (139), Sachsen-Anhalt (76) und Bremen (4) im Rahmen der BZE II durchgeführt.



Rotstengelmoos, Besenheide und Vogelbeere sind charakteristische Arten des Eisen- und Aluminium-Pufferbereichs. Fotos: M. Schmidt

Pufferbereiche (nach Ulrich 1981, verändert)

[Kohlensäure/Calcium-]Karbonat (pH H₂O >6,2)

Vorherrschende Pufferreaktion über Kalkauflösung, Humusform Mull, rasche Streuumsetzung, Auswaschung von Calcium, Bodenbildungsprozess Entkalkung, stabiles Bodengefüge, evtl. ungünstiges Ca/K-Verhältnis, keine Behinderung des Wurzelwachstums oder der Zersetzeraktivität aufgrund bodenchemischer Bedingungen, gute Wachstumsbedingungen seitens der Bodenchemie

[Kohlensäure-]Silikat (pH H₂O zwischen 6,2 und 5,0)

Vorherrschende Pufferreaktion Verwitterung der primären Silikate unter Freisetzung von Nährstoffkationen, Bodenbildungsprozess Verbraunung und Tonverlagerung, Humusform Mull und mullartiger Moder, optimale Nährstoffverfügbarkeit und ökologisches Optimum aus bodenchemischer Sicht

Austauscher (pH H₂O zwischen 5,0 und 4,2)

Vorherrschende Pufferreaktion weitere Verwitterung der Restgitter primärer Silikate und Freisetzung von Al-Ionen aus Tonmineralen, Entstehung polymerer Aluminium-Hydroxo-Kationen und Verdrängung von Calcium, Magnesium sowie Kalium vom Austauscher und Auswaschung mit der Bodenlösung, Rückgang der Austauschkapazität und der biologischen Aktivität, Verbraunung des Bodens, Humusform mullartiger Moder und Moder, Konkurrenzkräft anspruchsvoller Pflanzenarten geht zurück

Aluminium (pH H₂O zwischen 4,2 und 3,8)

Pufferung über die Auflösung der Aluminium-Hydroxo-Kationen und sekundärer Tonminerale, Tonmineralzerstörung, Freisetzung von Aluminium-Ionen und Protonen in die Bodenlösung, Podsoligkeit, zunehmende Einschränkung der Wachstumsleistung durch den bodenchemischen Zustand, geringe Basensättigung, Humusform Moder und Rohhumus

Eisen (pH H₂O <3,8)

Pufferung über die Auflösung von Eisenhydroxiden und Aluminium-Hydroxo-Kationen, Mobilisierung von Eisen und Huminstoffen, höhere Anteile von Aluminium, Eisen und Protonen in der Bodenlösung, zunehmender Säurestress, sehr geringe Basensättigung am Austauscher, stärkere bis starke Podsoligkeit, Wachstumsstörungen der Bäume, schlechte Moderhumusformen, Rohhumus

Gefäßpflanzen und Moose als Indikatoren von Bodeneigenschaften



Wald-veilchen und Goldnessel kommen gemeinsam im Austausch- und Silikat-Pufferbereich vor. Foto: M. Schmidt



Dominanzbestände von Weißmoos, hier zusammen mit Heidelbeere und Draht-Schmiere, weisen darauf hin, dass sich der Oberboden des betreffenden Waldbestandes im Eisen-Pufferbereich befindet.

Foto: J. Evers

Die direkte Verbindung der dabei gewonnenen Vegetationsdaten mit den erfassten bodenchemischen Kenngrößen ermöglicht Aussagen zu den Zusammenhängen zwischen der Artenzusammensetzung der Waldbestände und dem Bodenzustand. Am Beispiel des pH-Wertes von Waldböden sollen im Folgenden Auswertungsmöglichkeiten der Kombination von Vegetations- und Bodendaten sowie deren Nutzung für die waldökologische Praxis gezeigt werden.

Der pH-Wert eines Bodens, die sogenannte Bodenreaktion, ergibt sich aus der Wasserstoff-Ionen-Aktivität in der Bodenlösung. Er hat Einfluss auf zahlreiche chemische und biologische Prozesse im Boden und ist eine der wichtigsten bodenökologischen Kenngrößen, aus der sich viele für das Pflanzenwachstum bedeutsame Bodeneigenschaften, wie die Basen- und Nährstoffversorgung, ableiten lassen. So ergeben sich aus dem pH-Wert einerseits sehr gute Hinweise auf die Verfügbarkeit von Nährstoffen (z. B. Magnesium oder Calcium) und andererseits auf toxisch wirkende Kon-




Der Vorkommensschwerpunkt des Wald-Ehrenpreises liegt im Aluminium-Pufferbereich. Foto: M. Schmidt



Das Wald-Bingelkraut kennzeichnet den Silikat- und Karbonat-Pufferbereich. Foto: M. Schmidt

Gefäßpflanzen und Moose als Indikatoren von Bodeneigenschaften

Auf der Grundlage der BZE II entwickeltes Trennschema zur Ansprache der Pufferbereiche von Waldböden

Eisen	Aluminium	Austauscher	Silikat	Karbonat
Aderfarn, Einseitwendiges Kleingabelzahnmoos, Gewelltblättriges Gabelzahnmoos, Weißmoos				
Besenförmiges Gabelzahnmoos, Besenheide, Breitblättriger Dornfarn, Draht-Schmiele, Echtes Schlafmoos, Europäischer Siebenstern, Faulbaum, Gewöhnlicher Dornfarn, Harzer Labkraut, Heidelbeere, Pfeifengras, Rankender Lerchensporn, Rotstengelmoos, Sand-Segge, Späte Trauben-Kirsche, Vogelbeere, Wald-Frauenhaar				
		Flatter-Binse, Pillen-Segge, Roter Fingerhut, Rotes Straußgras, Salbei-Gamander, Schmalblättriges Weidenröschen, Wald-Ehrenpreis, Wald-Geißblatt, Wolliges Honiggras		
Behaarte Hainsimse, Hasenfuß-Segge				
		Brennnessel, Flattergras, Gewelltes Katharinenmoos, Goldnessel, Großes Springkraut, Hain-Rispengras, Knotige Braunwurz, Rasen-Schmiele, Schwarzer Holunder, Tüpfel-Johanniskraut, Wurmfarne, Zwiebel-Zahnwurz		
Berg-Ahorn, Busch-Windröschen, Einblütiges Perlgras, Große Sternmiere, Scharbockskraut, Waldmeister, Wald-Segge, Wald-Veilchen				
		Eichenfarn, Gewöhnliches Hexenkraut, Winkel-Segge		
Feld-Ahorn, Esche, Gewöhnliche Nelkenwurz, Knoblauchsrauke, Rainkohl, Vogel-Kirsche, Süß-Kirsche, Wald-Bingelkraut, Waldgerste, Wald-Ziest, Wald-Zwenke, Zaun-Wicke				
		Gestreiftes Schönschnabelmoos, Hasel, Spitz-Ahorn, Stink-Storchschnabel, Wald-Erdbeere		

Gefäßpflanzen und Moose als Indikatoren von Bodeneigenschaften



Das Busch-Windröschen fehlt nur im Eisen- und im Aluminium-Pufferbereich. Auf allen basenreicheren Waldböden ist die Art weit verbreitet.
Foto: J. Evers

zentrationen von Elementen wie Aluminium oder Mangan. Dementsprechend ist die Bindung vieler Pflanzenarten und Pflanzengesellschaften an bestimmte pH-Bereiche (auch als Pufferbereiche bezeichnet) unter einheitlichen klimatischen Bedingungen sehr eng.

In der Forstlichen Standortskartierung geben Bodenmerkmale wie die Humusform (Mull, Moder, Rohhumus) oder Podsolierungserscheinungen (Bleichung im Oberboden infolge einer Versauerung) Hinweise auf den Pufferbereich, in dem sich ein Waldboden befindet. Darüber hinaus können aber auch Waldbodenpflanzen als Indikatoren für bestimmte pH-Bereiche dienen. Um diese Indikatoreigenschaften vieler Waldpflanzen optimal nutzen zu können, muss die Spannweite der pH-Werte bekannt sein, bei denen die Arten im Wald auftreten. Mit dem im Rahmen der Bodenzustandserhebung II erhobenen Vegetationsdatensatz liegt eine einzigartige Datengrundlage vor, aus der für die un-



Der Waldmeister tritt im Austausch-, Silikat- und Karbonat-Pufferbereich auf.
Foto: M. Schmidt

tersuchten Bundesländer das Vorkommen vieler häufiger Waldbodenpflanzen in bestimmten Pufferbereichen (pH gemessen in H₂O für 0-5 cm Bodentiefe) statistisch fundiert abgeleitet werden kann.

Nur wenige Gefäßpflanzen- oder Moosarten sind dabei in ihrem Vorkommen auf nur einen Pufferbereich beschränkt, doch lässt sich für die meisten Arten erkennen, in welchen Pufferbereichen ihr Auftreten sehr wahrscheinlich, eher selten oder nahezu ausgeschlossen ist. Um die Indikatoreigenschaften der Waldpflanzenarten beispielsweise im Rahmen eines Kartierverfahrens für eine sichere Ansprache des Pufferbereichs zu nutzen, ist eine möglichst große Zahl von Indikatorarten notwendig. Zusätzlich kann auch das Fehlen anderer Arten(-gruppen) Hinweise zur Bestimmung des Pufferbereichs geben. Das auf Seite 28 abgebildete Trennschemata kann hierbei Anwendung finden. Die einzelnen Kästen decken einen oder mehrere Pufferbereiche ab, in denen die in ihnen aufgeführten Pflanzenarten nach den Ergebnissen der BZE II den Schwerpunkt ihres Vorkommens haben. Erkennbar ist hier, dass die schärfste floristische Grenze zwischen dem Aluminium- und dem Austausch-Pufferbereich verläuft. Dies entspricht etwa der bodenökologischen Grenze zwischen den natürlichen Waldgesellschaften Hainsimsen-Buchenwald (Eisen- oder Aluminium-Pufferbereich) und Waldmeister-Buchenwald (Austauscher-Pufferbereich). Auf Böden mit höheren pH-Werten schließt sich ökologisch der Waldgersten-Buchenwald an, dessen kennzeichnende Arten ihren Schwerpunkt im Silikat- und/oder Karbonat-Pufferbereich haben. Die Bestimmung der Pufferbereiche über die aufgeführten Zeigerarten ist ein wichtiges Hilfsmittel zur Ansprache der Trophie (Nährstoffverfügbarkeit) von Waldstandorten.



Das Scharbockskraut kennzeichnet den Austausch-, Silikat- und Karbonat-Pufferbereich.
Foto: M. Schmidt