

Zur Bedeutung von Zeigerpflanzen im Grünland

Andreas Bohner^{1*}

Zusammenfassung

Viele Pflanzenarten besitzen einen Zeigerwert über die am Standort vorherrschenden Umweltbedingungen. Sie können als Bioindikatoren (Zeigerpflanzen) im Grünland verwendet werden. In dieser Arbeit wird über die praktischen Einsatzmöglichkeiten von Zeigerpflanzen in der Grünlandwirtschaft und über die Bedeutung von Zeigerwertberechnungen für die Wissenschaft und Praxis berichtet. Probleme, Einschränkungen und Fehlermöglichkeiten bei der Durchführung und Interpretation von Zeigerwertberechnungen und bei der Verwendung von Zeigerpflanzen für landwirtschaftliche, naturschutzfachliche und landschaftsplanerische Zwecke werden aufgezeigt.

Schlagwörter: Bioindikatoren, Zeigerwertberechnungen, Standortbonität, Standortveränderungen, Grünlandbewirtschaftung

Summary

Many plant species can be considered as bioindicators. In grassland ecosystems, they are indicator plants of various environmental conditions. In this paper the practical use of indicator plants for grassland management and the importance of indicator values both for science and practice is illustrated. Problems connected with the use of indicator plants and indicator values are discussed.

Keywords: bioindicators, calculations of indicator values, site quality, changing site conditions, grassland management

Einleitung

Das Ziel einer ressourcenschonenden und umweltverträglichen Grünlandbewirtschaftung ist es, Ertrag und Futterqualität zu optimieren, gleichzeitig aber die Umwelt (Atmosphäre, Pedosphäre, Hydrosphäre, Biosphäre) nicht zu belasten. Dies kann nur durch eine standortangepasste Bewirtschaftung erreicht werden. Die einzelnen Grünlandflächen haben aus klimatischen, bodenkundlichen und topografischen Gründen ein unterschiedliches Ertragspotenzial und sie weisen eine unterschiedliche Nutzungseignung auf. Die Art der Bewirtschaftung und die Intensität der Nutzung müssen auf den Standort, den Pflanzenbestand und auf die Witterungsverhältnisse abgestimmt werden. Zeigerpflanzen geben Auskunft über die am Standort vorherrschenden Umweltbedingungen (Ellenberg *et al.*, 2001). Ihr Indikatorwert sollte in der Grünlandwirtschaft genutzt werden. Das primäre Ziel dieser Arbeit ist es daher, über die Einsatzmöglichkeiten von Zeigerpflanzen in der Grünlandwirtschaft und über die Bedeutung von Zeigerwertberechnungen für die Wissenschaft und Praxis zu berichten. Probleme, Einschränkungen und Fehlermöglichkeiten bei der Durchführung und Interpretation von Zeigerwertberechnungen und bei der Verwendung von Zeigerpflanzen für landwirtschaftliche, naturschutzfachliche und landschaftsplanerische Zwecke werden aufgezeigt.

Zeigerpflanzen

Die einzelnen Pflanzenarten kommen im Dauergrünland nicht zufällig nebeneinander vor. Nur Arten mit ähnlichen

Standortansprüchen können miteinander existieren, sie bilden eine Pflanzengesellschaft. Die Artenzusammensetzung der Grünlandvegetation ist von den natürlichen Standorteigenschaften (Klima, Relief, Boden, biotische Faktoren) und den jeweiligen Bewirtschaftungsmaßnahmen (Düngung, Nutzung, Bestandespflege) abhängig. Einige Pflanzenarten sind besonders eng an bestimmte Standorteigenschaften und Bewirtschaftungsmaßnahmen gebunden und sie reagieren äußerst empfindlich gegenüber deren Veränderungen. Diese Pflanzenarten können daher als Bioindikatoren (Zeigerpflanzen) verwendet werden. Zeigerpflanzen sind somit Arten, deren Vorkommen oder Fehlen, Zu- oder Abnahme, Verschwinden oder Neuauftreten in einem Pflanzenbestand Hinweise auf bestimmte Standorteigenschaften, Bewirtschaftungsmaßnahmen und deren Veränderungen geben (Ellenberg, 1981; Bick, 1982; Sukopp *et al.*, 1986; Bohner, 2010). Es gibt Zeigerpflanzen für verschiedene Standorteigenschaften und Bewirtschaftungsfaktoren (Bohner, 2010):

- Nährstoffhaushalt (Nährstoffzeiger, Magerkeitszeiger)
- Säuregrad des Bodens (Säurezeiger, Carbonatzeiger)
- Bodenwasserhaushalt (Trockenheitszeiger, Wechselfeuchte-, Feuchte- und Nässezeiger, Staunässe- und Überschwemmungszeiger)
- Wärmehaushalt (Wärmezeiger, Kältezeiger)
- Bodenstruktur (Bodenverdichtungszeiger)
- Nutzungsintensität (Übernutzungszeiger, Unternutzungszeiger)
- Vegetationsdeckungsgrad (Lückenbüßer).

¹ Abteilung für Umweltökologie, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

* Ansprechpartner: Dr. Andreas BOHNER, andreas.bohner@raumberg-gumpenstein.at



Bedeutung für die Praxis

Zeigerpflanzen sind Bioindikatoren, mit deren Hilfe

- die Standortbonität rasch und flächenhaft festgestellt,
- Standortveränderungen, Düngungs- und Bewirtschaftungsfehler frühzeitig erkannt,
- die Notwendigkeit standortspezifischer Düngungs- und Pflegemaßnahmen sowie kulturtechnischer Eingriffe einfach und nachvollziehbar abgeleitet,
- der Erfolg von eingeleiteten Düngungs- und Pflegemaßnahmen sowie kulturtechnischen Eingriffen kontrolliert und
- standortspezifische Intensivierungsgrenzen festgestellt werden können.

Zeigerpflanzen integrieren die Standortfaktoren zumindest über die Vegetationsperiode, meistens sogar über mehrere Jahre (Fischer *et al.*, 2008), sodass jährliche und jahreszeitliche Schwankungen sowie Extremwerte von einzelnen Standortfaktoren erfasst werden. Mit Hilfe von Zeigerpflanzen kann beispielsweise eine Staunässe im Frühjahr auf Grund der Schneeschmelze erkannt werden. Zeigerpflanzen liefern wertvolle Informationen über den Zustand der Böden und die Trends ihrer Entwicklung. Sie repräsentieren – im Gegensatz zu routinemäßigen Bodenuntersuchungen – keine Momentaufnahme („Augenblickszustand“) einzelner Bodenparameter, sondern sie charakterisieren die Bodenverhältnisse an ihrem Wuchsort während der gesamten Vegetationsperiode. Die chemischen Bodenuntersuchungsergebnisse hingegen gelten auf Grund der zeitlichen Variabilität einzelner chemischer Bodenparameter meist nur für den Zeitpunkt der Probenahme. Mit Hilfe von Zeigerpflanzen ist eine flächenhafte Beurteilung und Bewertung des Bodenzustands einer Grünlandfläche möglich. Auch kleinräumige Standortunterschiede und standörtliche Veränderungen können einfach und rasch festgestellt werden. Dadurch wird eine standortangepasste, pflanzenbedarfsgerechtere und somit umwelt- und ressourcenschonendere Düngung möglich. Zeigerpflanzen geben Auskunft über den Nährstoffzustand und Säuregrad des Bodens im Wurzelraum. Mit ihrer Hilfe kann der Dünger- und Kalkbedarf der Grünlandböden eingeschätzt werden. Dies wird durch das Vorkommen oder Fehlen von Zeigerpflanzen (Nährstoffzeiger versus Magerkeitszeiger, Säurezeiger versus Carbonatzeiger) im Pflanzenbestand möglich. Zeigerpflanzen geben auch Auskunft über den Bodenwasserhaushalt während der Vegetationsperiode. Der Einfluss von Grund-, Stau-, Hang- oder Überflutungswasser kann festgestellt werden. Zeigerpflanzen reagieren auf Veränderungen wesentlich früher als der Bodentyp. Somit besteht die Möglichkeit, rechtzeitig geeignete Maßnahmen zu setzen. Der aktuelle Wasserhaushalt von Grünlandböden kann besser beurteilt und bewertet werden, wenn zusätzlich zum Bodentyp auch noch Zeigerpflanzen berücksichtigt werden. Die Grenzen der Intensivierung und die ökologische Nachhaltigkeit der Grünlandbewirtschaftung können mit Hilfe von Zeigerpflanzen festgestellt werden. Nährstoffzeiger, Bodenverdichtungszeiger, Übernutzungszeiger und Lückenbüßer weisen bei häufigem Vorkommen auf besonders nährstoffreiche (überdüngte) Grünlandböden,

eine Oberbodenverdichtung, eine zu intensive Nutzung oder auf Vegetationslücken hin. Wenn diese Zeigerpflanzen mit großer Individuenzahl oder mit hohem Deckungsgrad im Pflanzenbestand vorkommen, dann ist die Grenze der Intensivierung erreicht. Mit Hilfe von Zeigerpflanzen können auch die Auswirkungen des Klimawandels auf das Graslandökosystem frühzeitig erkannt werden. Wärme- oder Trockenheitszeiger eignen sich gut für die Feststellung von Standortveränderungen. Somit besteht die Möglichkeit, rechtzeitig geeignete Anpassungsmaßnahmen einzuleiten. Zeigerpflanzen sind auch eine wertvolle Hilfe bei der naturschutzfachlichen Beurteilung und Bewertung von Pflanzenbeständen und Vegetationstypen.

Die Beurteilung und Bewertung einer Grünlandfläche mit Hilfe von Zeigerpflanzen ist mit einem geringen Arbeitsaufwand verbunden, relativ einfach und rasch während der Vegetationsperiode ohne Messinstrumente oder Geräte flächendeckend durchführbar und verursacht keine Kosten. Die meisten Zeigerarten können an ihrem Wuchsort relativ leicht bestimmt werden.

Aus dem Vorkommen oder Fehlen von Zeigerarten im Pflanzenbestand können Standortmängel flächenhaft festgestellt sowie Düngungs- und Bewirtschaftungsfehler frühzeitig erkannt werden. Allerdings sind Rückschlüsse auf die am Standort herrschenden Umweltbedingungen nur bei stärkerem Auftreten einer Zeigerart (z.B. Stumpfbblatt-Ampfer mit großer Individuenzahl und hohem Deckungsgrad im Pflanzenbestand) oder beim Vorkommen mehrerer bis vieler Arten mit gleichem Zeigerwert (z.B. zahlreiche Magerkeitszeiger mit höherer Individuenzahl im Pflanzenbestand) möglich. Aus der Anwesenheit einer einzigen Zeigerart mit geringer Individuenzahl (z.B. vereinzelt Vorkommen des Gänseblümchens im Pflanzenbestand) kann hingegen keine Aussage über den Standort oder über Bewirtschaftungsmaßnahmen gemacht werden. Auch die Vitalität der Zeigerpflanzen sollte berücksichtigt werden. Hierbei ist zwischen vitalem und kümmerlichem Wuchs der Einzelpflanzen zu unterscheiden. Grundsätzlich sollte nicht nur das Vorkommen, der Vitalitätsgrad, die Individuenzahl und der Deckungsgrad einzelner Zeigerpflanzen oder das Fehlen von Zeigerarten in einem für sie geeignet erscheinenden Lebensraum berücksichtigt werden. Um Fehlinterpretationen weitgehend zu vermeiden, sollten alle Arten eines Pflanzenbestandes, also die floristische Zusammensetzung der Pflanzengesellschaft, betrachtet werden (Dierschke, 1994; Dierschke und Briemle, 2002).

Auf Grund der unterschiedlichen Blühtermine sollte die Grünlandfläche zumindest zweimal während der Vegetationsperiode in Bezug auf Zeigerpflanzen kontrolliert werden. Besonders wichtig ist allerdings eine Begehung vor der ersten Nutzung, denn einige Zeigerpflanzen können nur im Frühling beobachtet werden. Das Knöllchen-Scharbockskraut (*Ficaria verna*) beispielsweise gehört zu den Frühlingsblühern, deren Blätter frühzeitig absterben. Das Vorkommen im Pflanzenbestand kann daher nur beim ersten Aufwuchs festgestellt werden. Der Wiesen-Augentrost (*Euphrasia officinalis*) hingegen blüht erst im Spätsommer. Daher ist eine Begehung der Grünlandflächen auch in dieser Jahreszeit anzuraten.

Zeigerwertberechnungen

Den Pflanzenarten kann eine ökologische Wertzahl (Zeigerwert) zugeordnet werden. In der Literatur (Ellenberg *et al.*, 2001; Landolt, 1977; Landolt *et al.*, 2010; Briemle und Ellenberg, 1994; Dierschke und Briemle, 2002) findet man zahlreiche Wertzahlen (Lichtzahl, Temperaturzahl, Kontinentalitätszahl, Feuchtezahl, Reaktionszahl, Stickstoffzahl, Salzzahl, Humuszahl, Dispersitätszahl, Mahdverträglichkeitszahl, Weide- bzw. Trittverträglichkeitszahl). Die Zeigerwerte liefern Informationen über das ökologische Verhalten der Pflanzenarten in einem Pflanzenbestand. Sie geben allerdings keine Auskunft über die physiologischen Möglichkeiten (Ansprüche) der Arten (Landolt, 1977; Ellenberg *et al.*, 2001).

Berechnungsgrundlage für Zeigerwertberechnungen ist eine Vegetationsaufnahme. Anhand des Vorkommens der Arten in einem Pflanzenbestand wird der mittlere Zeigerwert für einzelne Wertzahlen berechnet. Zur Berechnung von Mittelwerten gibt es zwei Methoden (Kowarik und Seidling, 1989):

- Der Zeigerwert jeder Art geht ohne Gewichtung in die Rechnung ein (Wertung der Präsenz; qualitativ).
- Jede Art wird gemäß ihres mengenmäßigen Vorkommens gewichtet (Bewertung nach Deckungsgrad; quantitativ).

Die quantitative Berechnung der mittleren Zeigerwerte ist aufwendiger. Hierbei werden die nur in geringer Menge vorkommenden Arten, die aber eine hohe Zeigerwertfunktion haben können, weniger berücksichtigt als dominante Arten. Da der Zeigerwert einer schwach vertretenen Art im Pflanzenbestand durchaus ebenso hoch sein kann wie von massenwüchsigen Arten, ist es nach Ellenberg *et al.* (2001) ratsam, den Deckungsgrad bei den Zeigerwertberechnungen nicht zu berücksichtigen. Nur bei sehr artenarmen Beständen ist eine quantitative Berechnung sinnvoll, weil Einzelindividuen oder zufällig im Bestand vorkommende Arten (z.B. Relikte) zu viel Gewicht erlangen könnten. Bei artenreichen Beständen weichen die Ergebnisse beider Berechnungsverfahren meist nur wenig voneinander ab (Dierschke, 1994; Ellenberg *et al.*, 2001). Deshalb wird in der Regel die qualitative Berechnung bevorzugt (Kowarik

und Seidling, 1989). Wenn einzelne Pflanzenbestände oder Pflanzengesellschaften verglichen werden sollen, ist eine qualitative Berechnung notwendig (Briemle, 1988). Auf keinen Fall sollten quantitative Berechnungen zum Vergleich historischer und aktueller Aufnahmen herangezogen werden, wenn die Vegetationsaufnahmen von unterschiedlichen Bearbeitern vorgenommen wurden. Fehlinterpretationen auf Grund subjektiver Schätzfehler sind dann sehr naheliegend (Kowarik und Seidling, 1989). Will man hingegen Sukzessionen bewerten, ist eine quantitative Berechnung in der Regel aussagekräftiger als eine qualitative Berechnung (Briemle, 1988; Dierschke, 1994). Zeigerwertberechnungen dürfen nur für homogene Pflanzenbestände durchgeführt werden. Weitere wichtige Voraussetzungen sind eine vollständige Artenliste und eine genaue Bestimmung der Arten bis zum Artniveau. Alle Arten einer Vegetationsaufnahme müssen in die Berechnungen einbezogen werden. Der Anteil an Arten, der für die Zeigerwertberechnungen aus verschiedenen Gründen nicht berücksichtigt werden konnte, sollte erwähnt werden (Kowarik und Seidling, 1989).

In der *Tabelle 1* sind die mittleren Zeigerwerte für verschiedene Grünland- und Rasen-Gesellschaften Süddeutschlands geordnet nach der Feuchtezahl angeführt. Mit Hilfe von Zeigerwertberechnungen können Standortverhältnisse und Standortveränderungen auf Grünlandflächen dokumentiert und verschiedene Grünlandstandorte miteinander verglichen werden. Die Umweltbedingungen von Pflanzenbeständen und Pflanzengesellschaften können charakterisiert und Standortunterschiede festgestellt werden. Außerdem kann das ökologische Verhalten der Pflanzenarten auf Grund der Zeigerwerte beurteilt werden. Typische Säurezeiger beispielsweise haben die Reaktionszahl 1 bis 3. Auch für die Auswertung von Dauerflächenversuchen (Langzeitmonitoring) eignen sich Zeigerwertberechnungen sehr gut. Sie ermöglichen eine ökologische Beurteilung und naturschutzfachliche Bewertung von Pflanzenbeständen und Pflanzengesellschaften. Von besonderer Bedeutung sind Zeigerwertberechnungen zur Indikation bzw. Dokumentation von Landschaftsveränderungen (Kowarik und Seidling, 1989). Aus diesen Gründen sollten Zeigerwertberechnungen für agrarische, naturschutzfachliche und landschaftsplane-

Tabelle 1: Mittlere Zeigerwerte für verschiedene Grünland- und Rasen-Gesellschaften Süddeutschlands, geordnet nach der Feuchtezahl. Quelle: Dierschke 1994.

	F	R	N	L	T	K
Carici-Agrostietum caninae	8,2	3,4	2,8	7,2	4,5	3,1
Caricetum davallianae	7,5	6,7	2,4	7,4	4,5	3,7
Filipendulo-Geranium	7,4	6,7	5,5	6,9	5,2	3,7
Crepido-Juncetum acutiflori	7,1	3,8	3,3	7,0	4,7	3,3
Chaerophyllo-Ranunculetum aconitifolii	7,1	5,3	5,2	6,7	4,6	3,5
Nardo-Juncetum squarrosum	6,9	3,4	2,8	7,3	4,2	2,9
Molinietum caeruleae	6,7	7,3	2,9	7,1	5,3	4,0
Polygono-Cirsietum oleracei	6,4	6,4	4,3	6,9	5,0	3,7
Meo-Festucetum	5,1	4,4	4,0	7,0	4,4	3,4
Geranio-Trisetetum	5,1	5,3	4,6	7,0	4,4	3,6
Lolio-Cynosuretum	5,0	5,5	5,0	7,1	5,3	3,5
Polygalo-Nardetum	4,6	3,6	2,6	7,0	5,0	3,4
Arrhenatheretum	4,4	6,9	4,2	7,2	5,4	3,5
Mesobrometum	4,1	7,6	2,7	7,4	5,6	4,2
Xerobrometum	3,7	7,6	2,5	7,6	6,0	4,8

rische Zwecke durchgeführt werden, wenn Messungen und Analysen aus Zeit- oder Kostengründen nicht möglich sind.

Probleme, Einschränkungen und Fehlermöglichkeiten

Auch die Bioindikation mittels Zeigerpflanzen und Zeigerwertberechnungen ist – wie alle Diagnosemethoden – mit einigen Problemen, Einschränkungen und Fehlermöglichkeiten behaftet. Um Fehlinterpretationen möglichst zu vermeiden, müssen die wichtigsten Kritikpunkte genannt werden:

- Zeigerpflanzen für den Säuregrad des Bodens, den Wärme- und Bodenwasserhaushalt kommen vor allem im Extensivgrünland vor. In Feldfutterbeständen, Wechselwiesen oder generell bei langjährig intensiver Bewirtschaftung sind sie meist nur spärlich im Pflanzenbestand vorhanden oder fehlen gänzlich. Je intensiver die Bewirtschaftung erfolgt, desto wichtiger wird daher bei der Standortbeurteilung ihr Vorkommen auf einer Grünlandfläche. Für ihr Fehlen hingegen ist meist die langjährig intensive Bewirtschaftung (Düngung, Nutzung, Trittbelastung) verantwortlich. Im Intensivgrünland sind daher die praktischen Einsatzmöglichkeiten von Zeigerpflanzen eingeschränkt.
- Zeigerpflanzen liefern keine Messdaten. Mit Hilfe der Zeigerpflanzen sind daher quantitative Aussagen über Standortfaktoren nicht möglich. Ob im Boden 10 oder 20 mg Phosphor pro kg Feinboden vorhanden sind, ob der pH-Wert 5.0 oder 6.0 beträgt, kann aus dem Vorkommen oder Fehlen von Zeigerpflanzen nicht geschlossen werden. Nur qualitative Aussagen wie beispielsweise nährstoffarm oder nährstoffreich, carbonatfrei (sauer) oder carbonathaltig (schwach sauer bis alkalisch) sind möglich. Somit können Zeigerpflanzen chemische Bodenanalysen oder Messungen nicht ersetzen, sondern ergänzen.
- Gelegentlich kommen Arten mit sehr unterschiedlichen Zeigerwerten nebeneinander vor. Die Ursache hierfür kann nicht immer festgestellt werden. Die Beurteilung und Bewertung einer Grünlandfläche mit Hilfe von Zeigerpflanzen ist daher manchmal subjektiv.
- Die Pflanzen integrieren über die Standortfaktoren (Fischer, 2003). Deshalb ist es mit Hilfe von Zeigerpflanzen oft nicht möglich, Informationen über die Wirkungsstärke einzelner isolierter Faktoren zu erhalten. Aussagen sind meist nur über bestimmte Faktorenkombinationen möglich. Welches Nährelement beispielsweise für den Überschuss oder Mangel im Boden hauptverantwortlich ist, kann mittels Zeigerpflanzen oft nicht festgestellt werden.
- Bei der Beurteilung und Bewertung von Veränderungen der Standort- oder Bewirtschaftungsfaktoren mittels Zeigerpflanzen müssen immer auch die jahreszeitlichen und witterungsbedingten natürlichen Schwankungen des Deckungsgrades von Zeigerarten berücksichtigt werden. Eine häufige oder länger andauernde kühle, niederschlagreiche Witterung beispielsweise begünstigt Wechselfeuchte- und Feuchtezeiger. Bei diesen Witterungsverhältnissen oder nach einem besonders schneereichen Winter kann sich kurzfristig ihr Deckungsgrad im Pflanzenbestand erhöhen (Fluktuation). Daraus kann aber noch keine tatsächliche längerfristige Veränderung des Bodenwasserhaushaltes abgeleitet werden. Außerdem verändert sich bei einigen Zeigerarten der Deckungsgrad oder Ertragsanteil während der Vegetationsperiode in charakteristischer Weise. Das Gewöhnliche Rispengras (*Poa trivialis*) beispielsweise hat im Wirtschaftsgrünland immer im ersten Aufwuchs ihren höchsten Ertragsanteil. Der Weißklee (*Trifolium repens*) hingegen erreicht oft beim letzten Aufwuchs seinen höchsten Deckungswert im Pflanzenbestand.
- Zeigerpflanzen geben nur Auskunft über den Bodenzustand in ihrem Wurzelraum. Bei der Beurteilung und Bewertung einer Grünlandfläche sollte daher idealerweise auch der Wurzeltiefgang der einzelnen Zeigerpflanzen berücksichtigt werden (Flachwurzler versus Tiefwurzler). Moose informieren nur über die Bodenverhältnisse in der obersten Bodenschicht.
- Der Zeigerwert einiger Arten wird entscheidend vom Wuchsort beeinflusst (Gesetz der relativen Standortskonstanz; Walter und Walter, 1953). Die Trollblume (*Trollius europaeus*) beispielsweise ist nur in den wärmeren Tal- und Beckenlagen ein Feuchtezeiger. Im kühlen, niederschlagreichen Berggebiet hingegen ist sie ein Frischezeiger. Eine Pflanzenart hat im Zentrum ihres Verbreitungsgebietes im Allgemeinen eine größere ökologische Amplitude als an ihrem Rand (Landolt, 1977). Daher ändert sich auch die Nutzungsempfindlichkeit (Mahdverträglichkeit) einiger Arten innerhalb ihres Areals. Der Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*) beispielsweise toleriert in kühleren Gebieten (Arealrand) nur ein bis zwei Schnitte pro Jahr und kommt daher in dreischnittigen Mähwiesen in der Regel nicht vor. In wärmeren Naturräumen (Arealzentrum) hingegen erträgt der Glatthafer auf frischen Standorten bis zu drei Schnitte pro Jahr und kann deshalb auch in dreischnittigen Mähwiesen einen hohen Deckungsgrad erreichen. Der Zeigerwert einzelner Arten ist somit oft nur für kleinere Gebiete und bestimmte Höhenstufen gültig (Dierschke, 1994; Fischer, 2003). Daher ist es notwendig, die Zeigerwerte für das jeweilige Untersuchungsgebiet zu überprüfen und gelegentlich auch Korrekturen vorzunehmen (Dierschke, 1994; Glavac, 1996).
- Der Zeigerwert einiger Arten hängt entscheidend von der Art und Menge an vorhandenen Konkurrenten ab (Wilmanns, 1989). Rot-Schlingel (*Festuca rubra* ssp. *rubra*) oder Rot-Straußgras (*Agrostis capillaris*) beispielsweise sind nur in Tal- und Beckenlagen Magerkeitszeiger. Im Berggebiet hingegen wachsen sie wegen des klimatisch bedingten weitgehenden Fehlens von höherwüchsigen Konkurrenten bevorzugt auf nährstoffreichen Böden. Sie gelten ab einer bestimmten Seehöhe als Stickstoffzeiger. Außerdem ist die Flora innerhalb von Österreich nicht überall gleich. Durch den unterschiedlichen Artenpool wechseln die möglichen Konkurrenten regional. Infolge dessen kann sich auch der Zeigerwert einiger Arten regional ändern (Ellenberg *et al.*, 2001).

- Die Zeigerwerte gelten nur unter natürlichen Konkurrenzbedingungen (Ellenberg *et al.*, 2001). An konkurrenzarmen Standorten können Pflanzenarten einen anderen Zeigerwert besitzen als an Standorten mit hohem Konkurrenzdruck (Landolt, 1977). Deshalb ist die Aussagekraft der Zeigerpflanzen im Pionierstadium einer Vegetationsentwicklung (z.B. Neuansaat) eingeschränkt (Vollrath, 1981).
- Manche Pflanzenarten ändern mit zunehmendem Alter ihre ökologischen Ansprüche an einzelne Standortfaktoren. Keimlinge und Jungpflanzen können daher einen anderen Zeigerwert besitzen als Pflanzen in späteren Lebensabschnitten (Ellenberg, 1952).
- Bisher unbekannte Unterarten oder Ökotypen können unterschiedliche Zeigerwerte besitzen (Dierschke, 1994).
- Die häufigsten und am weitesten verbreiteten Grünlandpflanzen sollten sowohl im blühenden als auch im nicht blühenden Zustand sicher erkannt werden. Eine gute Artenkenntnis und ausreichende Erfahrung sind notwendig, um den Deckungsgrad oder die Individuenzahl der Zeigerarten in einem Pflanzenbestand richtig einschätzen und bewerten zu können.
- Da Zeigerwerte ordinale und keine kardinale Größen darstellen, sind Zeigerwertberechnungen (Mittelwertbildung) nach mathematisch-statistischen Kriterien eigentlich nicht zulässig. Die größte praktische Gefahr dürfte allerdings in der Scheingenauigkeit von Berechnungsergebnissen liegen (Kowarik und Seidling, 1989).
- Bei intensiven menschlichen Eingriffen (z.B. Nutzungsintensivierung, Düngung) ist vor allem eine quantitative Zeigerwertberechnung problematisch. Die regelmäßige Düngung einer ursprünglich trockenen oder nassen Magerwiese beispielsweise bewirkt allmählich eine Umschichtung im Pflanzenbestand. Trockenheits- bzw. Nässezeiger werden stark zurückgedrängt und durch mesophilere Nährstoffzeiger ersetzt. In diesem Fall täuschen die Ergebnisse von Zeigerwertberechnungen eine Veränderung des Bodenwasserhaushalts vor; der Standort wird scheinbar weniger trocken bzw. weniger nass.

Schlussfolgerungen

Unter Berücksichtigung der geschilderten Probleme, Einschränkungen und Fehlermöglichkeiten sollten bei der Beurteilung und Bewertung von Grünlandflächen, für die Ableitung von Düngeempfehlungen und kulturtechnischen Maßnahmen sowie für die Festlegung von standortspezifischen Intensivierungsgrenzen immer auch Zeigerpflanzen herangezogen werden. Zeigerpflanzen haben für die Grünlandwirtschaft, vor allem aber für die Düngerberatung

eine große praktische Bedeutung. Mit ihrer Hilfe ist eine Optimierung der Grünlandbewirtschaftung möglich. Zeigerpflanzen und die Ergebnisse von Zeigerwertberechnungen können auch für naturschutzfachliche und landschaftsplanerische Zwecke verwendet werden.

Literatur

- Bick, H. (1982): Bioindikatoren und Umweltschutz. Decheniana-Beihefte 26, 2-5.
- Bohner, A. (2010): Zeigerpflanzen für die Beurteilung des Bodenzustandes im Wirtschaftsgrünland. 2. Umweltökologisches Symposium, 111-120.
- Briemle, G. (1988): Erfolge und Misserfolge bei der Pflege eines Feuchtbiotops – Anwendbarkeit ökologischer Wertzahlen. *Telma* 18, 311-332.
- Briemle, G. und H. Ellenberg (1994): Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen. Möglichkeiten der praktischen Anwendung von Zeigerwerten. *Natur und Landschaft* 69, 139-147.
- Dierschke, H. (1994): Pflanzensoziologie. Ulmer Verlag, 683 S.
- Dierschke, H. und G. Briemle (2002): Kulturgrasland. Ulmer Verlag, 239 S.
- Ellenberg, H. (1952): Auswirkungen der Grundwassersenkung auf die Wiesengesellschaften am Seitenkanal westlich Braunschweig. *Angew. Pflanzensoz.* 6, 1-46.
- Ellenberg, H. (1981): Was ist ein Bioindikator? Sind Greifvögel Bioindikatoren? *Ökol. Vogel (Ecol. Birds)* 3, Sonderheft, 83-99.
- Ellenberg, H., H.E. Weber, R. Düll, V. Wirth, W. Werner und D. Paulissen (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3. Auflage, *Scripta Geobot* 18, 3-258.
- Fischer, A. (2003): Forstliche Vegetationskunde. UTB Ulmer Verlag, 421 S.
- Fischer, M.A., K. Oswald und W. Adler (2008): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. 3. Auflage, Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen, 1391 S.
- Glavac, V. (1996): Vegetationsökologie. Fischer Verlag, 358 S.
- Kowarik, I. und W. Seidling (1989): Zeigerwertberechnungen nach ELLENBERG – Zu Problemen und Einschränkungen einer sinnvollen Methode. *Landschaft + Stadt* 21, 132-143.
- Landolt, E. (1977): Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH Zürich, Stiftung Rübel 64, 1-208.
- Landolt, E. *et al.* (2010): Flora indicativa. Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. Haupt Verlag, 376 S.
- Sukopp, H., K. Seidel und R. Böcker (1986): Bausteine zu einem Monitoring für den Naturschutz. *Ber. ANL* 10, 27-39.
- Vollrath, H. (1981): Botanische Methoden der Standortbeurteilung – Anwendung ökologischer Zahlen. *KTBL-Arbeitsblatt*, Lfd.Nr. 3065, 10 S.
- Walter, H. und E. Walter (1953): Das Gesetz der relativen Standortskonstanz; das Wesen der Pflanzengesellschaften. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 66, 227-235.
- Wilmanns, O. (1989): Ökologische Pflanzensoziologie. UTB Quelle & Meyer Verlag, 378 S.

