Standortsökologische Bioindikation mit Hilfe des Vegetationsformenkonzeptes

– Ingo Koska, Florian Jansen, Tiemo Timmermann –

1 Einleitung

Im Vegetationsformenkonzept werden Beziehungen von Vegetation und Standort abgebildet und damit Aussagen zum Standort anhand der Vegetation ermöglicht – ähnlich vielen Subassoziationsgliederungen der Braun-Blanquet-Syntaxonomie. Zum Zwecke einer möglichst einfachen bioindikativen Anwendung und einer übersichtlichen standörtlich-naturräumlichen Flächengliederung wurde eine eigenständig nutzbare Typologie in Ostdeutschland entwickelt. Das Konzept wird hier knapp vorgestellt, da bei den Exkursionen standörtliche und bioindikative Termini daraus verwendet werden, die vor diesen methodischen Hintergrund besser verständlich sind. Neben Informationen über die methodische Basis sollen daher vor allem Erklärungen zur Terminologie geliefert werden. Zur Vertiefung sei auf Koska et al. (2001) verwiesen.

Die Darstellung der Beziehung von Vegetation und Standort sowie die Nutzung dieses Wissens für die Bioindikation ist von jeher ein Anliegen der Vegetationskunde, wie schon die legendäre Definition der Assoziation durch Flahault & Schröter (1910) deutlich macht. Für die Bioindikation sind Vegetationsklassifikationen nützlich, denn so können gefundene Koinzidenzen zwischen Artenzusammensetzungen und Standortsbedingungen auf einfachem Wege flächenhaft angesprochen und kartiert werden. Die Vergröberung der Aussagen durch die Typenbildung kann zugunsten des vergleichsweise geringen Erhebungsaufwandes in Kauf genommen werden.

Das Klassifikationssystem nach Braun-Blanquet bietet mit der Assoziation eine Grundeinheit, für die standörtliche Informationen in Form verbaler Beschreibungen (z. B. Oberdorfer 1977–1992) oder unterlegter Messdaten verfügbar gemacht werden können (z. B. Härdtle 1995, Peppler 1992). Allerdings sind die Informationen auf diesem Niveau für viele Fragestellungen zu grob. Der Hauptgrund liegt darin, dass die Assoziationen durch das Charakterarten-Konzept floristisch wie standörtlich i. d. R. eine gewisse Breite und Heterogenität aufweisen. Eine genauere Beschreibung wurde daher schon frühzeitig angestrebt und durch die mehrdimensionale Untergliederung der Assoziationen in (klimatisch-)geographische Rassen, Höhenformen, edaphische Subassoziationen bis Subvarianten sowie dynamische und nutzungsbedingte

Formen (Koch 1926, Matuszkiewicz & Matuszkiewicz 1981, Peppler 1992, u. a.) umgesetzt.

Abgesehen davon, dass umfassende Ausarbeitungen von Assoziations-Untergliederungen nicht lückenlos verfügbar sind, gibt es allerdings einige Nachteile bei ihrer praktischen Anwendung:

Die Methoden der Untergliederung und der standörtlichen Parametrisierung sind heterogen und wenig standardisiert. Weiterhin sind die Untergliederungen standörtlich nicht immer eindeutig voneinander differenziert und zeigen oft Wertüberschneidungen. Ein wesentlicher Grund dafür ist, dass Standortsdaten nicht als Unterscheidungskriterien sondern nur zur nachträglichen Interpretation herangezogen werden. Dadurch können standörtlich bedingte Variationen nicht eindeutig von anderen (populationsökologischen, zufälligen) Ursachen getrennt werden. Weil oft sehr fein gegliedert wird, werden wahrscheinlich selten Untereinheiten übersehen, häufiger scheint es zur klassifikatorischen Überbewertung geringer Variationen zu kommen (z. B. Brandt 2000, Peppler 1992). Des Weiteren entstehen homologe Untereinheiten, weil Assoziationen eines Verbandes sich vielfach standörtlich überschneiden. Schließlich ist es nicht üblich, Untereinheiten, die sich hinsichtlich eines oder mehrerer Standortsfaktoren gleichen, zusammenzufassen, weil der Bindung an die hierarchische Typologie Vorrang gegeben wird. Dadurch wird eine übersichtliche ökologische Darstellungen erschwert.

Um solche Nachteile zu vermeiden und aus fachspezifischem Anwendungsinteresse haben sich alternative typologische Ansätze in der standortsökologisch orientierten Vegetationskunde (insbesondere Ellenberg 1956 und Nachfolgende) und vor allem in forstlichen Arbeitsrichtungen (Cajander 1926, Daubenmire 1974, Kopp 1969, Schlenker 1950 u. a.) entwickelt, die auf standortsökologische Aussagen und Bioindikation zugeschnitten sind. Dabei werden lokale bis regionale ranglose Vegetationseinheiten nicht durch Charakterarten, sondern anhand der Kombination von Differential- oder Weiserartengruppen sowie ihres standörtlichen Zeigerwertes definiert.

Zeigerwertverfahren, so vor allem das von Ellenberg (siehe Ellenberg et al. 2001) entwickelte, stellen eine weitere, von Typologien unabhängige Alternative mit vielfältigen und gegenüber typologischen Ansätzen andersartigen Auswertungsmöglichkeiten dar (vgl. auch Ansätze zur direkten Indikation anhand von Standortsdaten Gegout et al. 2003, Wamelink et al. 2005 etc.). Für Kartierungen und flächenhafte Aussagen haben diese Verfahren allerdings gegenüber den typologischen Ansätzen Nachteile, da für flächenhafte Ergebnisse ein hoher Aufwand erforderlich ist oder hohe Interpolationsfehler in Kauf genommen werden müssen (z. B. Schmidtlein 2005). Außerdem kann die erreichbare „Messgenauigkeit" bisher meist nur geringe Ansprüche erfüllen, auch wenn die mathematischen Berechnungsweisen einen anderen Eindruck erwecken

mögen (am besten bei räumlich-inhaltlich eingeschränktem Einsatzbereich, vgl. Gegout et al. 2003).

Das **Vegetationsformenkonzept** verknüpft nun einen standortsökologisch orientierten typologischen Ansatz mit einem von Ellenberg et al. (2001) abweichenden, auf Amplituden der Arten aufbauenden Zeigerwertverfahren. Das Konzept wurde durch Schlüter (1979, siehe in 1981) und Kopp (1979) begründet. Aufbauend auf Succow (1988) hat es durch Koska et al. (2001) eine aktuelle Weiterentwicklung erfahren, auf die im Folgenden Bezug genommen wird. In methodischer Hinsicht knüpft das Konzept besonders an Ellenberg (1956), die forstliche Standortserkundung nach Kopp (siehe Kopp & Schwanecke 1994) und die theoretische Landschaftsökologie der Neef-Schule (vgl. Neef 1956, Haase 1964) an. Auch die „Eberswalder Schule" (Scamoni & Passarge 1959, Passarge 1964 u. a.) hatte einen wichtigen Einfluss, weil sie bemüht war, Typologien auf Basis von Differentialartenkombinationen für größere Räume zu erarbeiten. Während Ellenberg (1956) noch lokale Bearbeitungen empfohlen hatte, weil Beziehungen zwischen Vegetation und Standort dabei besonders deutlich herausgearbeitet werden können, ist es für die praktische Anwendung hilfreich, möglichst großräumig gültige Typologien bereitzustellen.

Die wichtigsten Besonderheiten des Vegetationsformenkonzeptes gegenüber der Syntaxonomie nach Braun-Blanquet können folgendermaßen umrissen werden:

Die Klassifikationsmethode ist primär auf die gegenseitige Repräsentanz von Vegetationstypologie und Standortsbedingungen und auf die standortsökologische Bioindikation ausgerichtet, was nur in einem begrenzten Gültigkeitsbereich Erfolg versprechend ist. Dagegen ist die Braun-Blanquet-Typologie in erster Linie als überregionale bzw. globale Referenztypologie angelegt.

Als Grundbaustein der Klassifikation werden (ökologisch-soziologische) Artengruppen mit einer hohen Ähnlichkeit des Vorkommensbereiches entlang von Standortsgradienten ermittelt. Dagegen werden in der Braun-Blanquet-Syntaxonomie exklusive Charakterarten für Artenzusammensetzungen möglichst geringer floristischer Variationsbreite bestimmt.

Die typologische Gliederung basiert auf der Abfolge von Artengruppen entlang der Standortsgradienten und der Kombination der kennzeichnenden Artengruppen für alle wesentlichen Standortsfaktoren. Dagegen sind die Grundtypen der Braun-Blanquet-Syntaxonomie allein nach floristischen Kriterien anhand von Charakter- und Differentialarten verschiedener Vorkommensbreite (Rangstufe) gegliedert.

Für die Bioindikation sind vor allem das parallel zur Vegetationsgliederung entwickelte System von Standortsfaktoren und Standortstypen und die damit verbundenen Zeigerwertamplituden der Artengruppen entscheidend. Die Standortstypologie liefert nicht nur qualitative, sondern für die wichtigsten Faktoren

auch datenbasierte, quantitative Informationen. Mit Hilfe der Artengruppen können ausgewählte oder alle Faktorstufen direkt im Gelände angesprochen werden.

Herrschten in früheren Jahrzehnten oft erhebliche Konkurrenzabsichten unter den Vertretern verschiedener Klassifikationsmethoden, so dürfte heute klar sein, dass die Methoden zweckorientiert beurteilt und dem jeweiligen Ziel entsprechend gewählt werden sollten.

Eine standortsökologische Gliederungsweise wie das Vegetationsformenkonzept hat unserer Meinung nach für bestimmte Fragestellungen große Vorteile. Zugleich ist das Braun-Blanquet-System als großräumige Referenztypologie besonders geeignet. Die Standortseinteilungen und die zugehörigen Artengruppen des Vegetationsformenkonzeptes können bei Bedarf auch zur Unterscheidung regional definierter Untereinheiten von Assoziationen eingesetzt werden (Koska et al. 2004).

2 Prinzipien der Vegetationsformen-Klassifikation

Nachdem oben bereits einige allgemeine Charakteristika des Vegetationsformenkonzeptes genannt wurden, sollen im Folgenden Kernpunkte der Klassifikation von Vegetationstypen, Standortstypen und ökologischen Artengruppen nach Koska et al. (2001) erläutert werden.

2.1 Gliederung und Kennzeichnung von Artengruppen

Der Ausgangspunkt der Klassifikation ist die Bildung von „soziologischen Artengruppen" nach vegetationsstatistischen Methoden (z. B. Bruelheide 2000, Chytrý et al. 2002) aus umfangreichem Aufnahmematerial, welches das gesamte standörtliche Spektrum des untersuchten Raumes abdecken sollte.

Mit Hilfe kombinierter Standorts-Vegetationsdatensätze werden die Artengruppen auf standörtliches Gleichverhalten geprüft und nötigenfalls umgruppiert. Daraufhin werden die Amplituden der Artengruppen in den Gradienten der wesentlichen Standortsfaktoren bestimmt. Im Ergebnis erhält man „ökologisch-soziologische Artengruppen" mit zu jedem Faktor definierter ökologischer Amplitude (d. h. Standortsamplitude).

2.2 Unterscheidung und Gliederung von Standortsfaktoren

Die wichtigsten Standortsfaktoren und geeignete Parameter, z. B. für Feuchte, Nährstoff- und Basenversorgung, sind aus der Literatur bekannt. Weitere können durch eine tabellarische oder computertechnische Ordination aufgedeckt

Tab. 1: Ökologisch-soziologische Artengruppen und Vegetationsformen im Feuchtegradienten. Daraus leiten sich Wasserstufen ab. Der Tabellenausschnitt aus KOSKA et al. in SUCCOW & JOOSTEN (2001) zeigt Vegetationsformen verschiedener Wasserstufen bei ansonsten vergleichbaren Standortsbedingungen (vgl. Tab. 3) von offenen ungenutzten Feuchtgebieten Nordostdeutschlands. Stetigkeitsangaben in %.

	Vegetationsformen offener ungenutzter Feuchtgebietsstandorte	**Wasserschierling-Großseggen-Ried**	**Sumpfdotterblumen-Mädesüß-Staudenflur**	**Mädesüß-Kohldistel-Staudenflur**	**Kohldistel-Brennessel-Staudenflur**	**Beifuß-Wiesenlabkraut-Staudenflur**
	Wasserstufe	**5+**	**4+**	**3+**	**2+**	**2–**
	Wasserstandsmedian [cm]	+20	0	–20	–45	–80
	von … bis	0	–20	–45	–80	>–80
	Wasserregimetyp	**topogen**		**Grund/Stauwasser**		**Infiltr.**
	Trophie-, Säure-Basen-Stufe und Wasserqualität	**eutroph-reich** (C/N 10–13), **subneutral/kalkhaltig** (pH > 4,8), **lithoclin**				
AG	Anzahl Aufnahmen	126	84	128	59	13
13	**Lemna minor**	34	.	.	.	.
42	**Typha latifolia**	42	1	.	.	.
	Carex pseudocyperus	27	1	.	.	.
44	**Rorippa amphibia**	17	2	.	.	.
	Alisma plantago-aquatica	14	.	.	.	.
	Rumex hydrolapathum	48	5	.	.	.
65	**Caltha palustris**	15	43	3	.	.
	Myosotis palustris	22	30	.	.	.
	Mentha aquatica	18	30	13	.	.
66	**Galium palustre-Agg.**	37	37	3	.	.
	Epilobium palustre	15	10	2	.	.
	Equisetum fluviatile	22	24	5	.	.
76	**Solanum dulcamara**	32	17	7	.	.
	Iris pseudacorus	22	30	13	.	.
78	**Lythrum salicaria**	40	55	39	5	.
	Lysimachia vulgaris	29	52	34	.	.
	Scutellaria galericulata	14	19	16	.	.
86	**Cirsium oleraceum**	2	21	62	58	.
	Valeriana officinalis-Agg.	2	6	10	5	
	Deschampsia cespitosa	2	27	51	37	
87	**Phragmites australis**	37	44	45	19	.
	Carex acutiformis	25	49	66	19	.
	Polygonum amphibium	19	36	17	15	.
95	**Festuca rubra-Agg.**	2	10	27	15	23
	Lathyrus pratensis	1	14	31	19	23
	Galium album album	.	5	26	25	62
99	**Urtica dioica**	13	51	82	90	62
	Galium aparine	5	15	75	75	46
	Galeopsis tetrahit	3	20	54	51	8

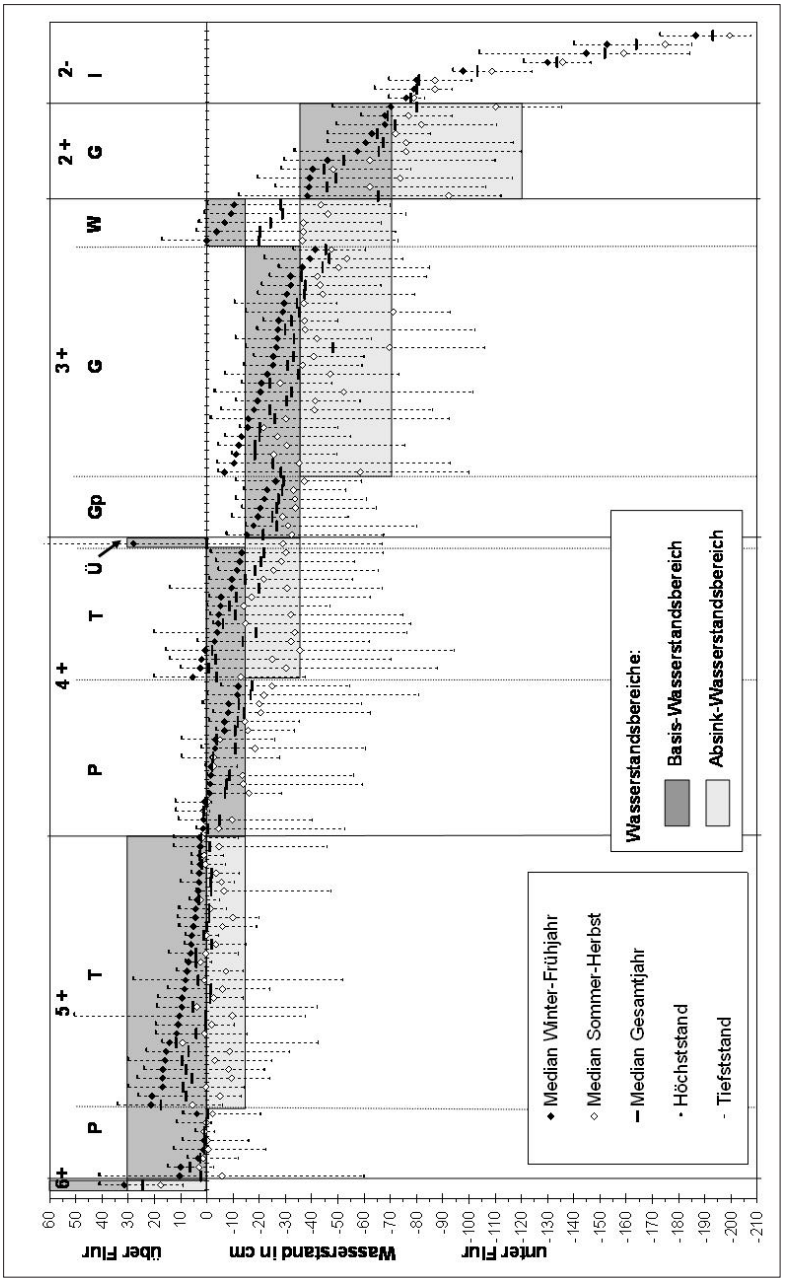


Abb. 1: Kennzeichnung der Wasserstufen und Wasserregimetypen aus Wasserstandsmesswerten zu Vegetationsformen der offenen ungenutzten Feuchtgebietsstandorte des nordostdeutschen Tieflands (nach Koska 2001b, verändert). Wasserstufen: 6+ bis 2+ und 2–; Wasserregimetypen: P – perkolativ, T – topogen, Ü – Auenüberflutung, Gp – Grund-/Stauwasser, perkolative Ausbildung, G – Grund-/Stauwasser, W – Wechselnässe, I – Infiltration; siehe auch Tab. 3.

werden. In die Gradienten dieser „vegetationsökologischen Standortsfaktoren" (siehe Kap. 3), können die Artengruppen wie oben erläutert eingeordnet werden.

Meist zeigen mehrere Artengruppen einen gemeinsamen Grenzbereich in einer Gradientenrichtung eines Standortsfaktors. Anhand solcher durch viele Arten gekennzeichneten Grenzbereiche lassen sich alle Standortsfaktorgradienten in deutlich und sicher ansprechbare „Stufen" gliedern (Tab. 1). Zu den Stufen können dann quantitative Angaben anhand verfügbarer Daten gemacht werden (Abb. 1).

2.3 Gliederung von Vegetationsformen und Standortstypen

Jede Stufe eines Standortsfaktors kann theoretisch mit allen Stufen aller anderen Faktoren kombiniert auftreten. Viele Kombinationen treten aber in der Natur nicht auf. Die Summe vorgefundener Kombinationen bildet das Spektrum der „vegetationsökologischen Standortstypen".

Vegetationsformen, also die Grundtypen der Klassifikation, werden als floristische Entsprechung dieser Standortstypen definiert. Sie sollen also nicht anhand jeder vorkommenden Artengruppenkombination unterschieden werden, sondern prinzipiell nur durch diejenigen Kombinationen, die mit Unterschieden in Faktorstufen einhergehen bzw. durch sie erklärt werden können. Das Spektrum der vegetationsökologischen Standortstypen begrenzt folglich die Menge an Vegetationsformen.

2.4 Rahmenkriterien der Klassifikation

Um angesichts natürlicher Komplexität und Interdependenz das standörtliche Verhalten von Pflanzenarten und -gruppen überhaupt scharf und eindeutig beschreiben zu können, sollte die oben beschriebene Klassifikation innerhalb eines eingeschränkten Bezugsrahmens erfolgen.

Als allgemeines Kriterium für eine Eingrenzung eignen sich Faktoren, die kaum an die lokale Geländesituation gebunden sind und auf das Verhalten der Arten bezüglich der kleinräumig wirkenden Standortsfaktoren, wie z. B. Wasser- oder Nährstoffangebot, stark modifizierend wirken. Dabei sind einerseits das Großklima („Gesetz der relativen Standortskonstanz": Walter & Walter 1953) und andererseits eine Gruppe weiterer Faktoren, wie z. B. Landnutzungstypen, andere Störeinflüsse oder Beschattung, zu berücksichtigen. Solche „übergeordneten Faktoren" müssen im Klassifikationsverfahren quasi konstant gehalten werden. Daher werden Vegetationsformen und ihre kennzeichnenden Artengruppen stets im Rahmen übergeordneter Einheiten klassifiziert, innerhalb derer die fraglichen Wirkungen jeweils nur wenig variieren. Diese übergeordneten Einheiten lassen sich – analog den Vegetationsformen – anhand spezifischer Differentialarten als höhere Vegetationseinheiten und anhand ihrer Umweltwirkungen als höhere

Standortseinheiten unterscheiden. Zwei Arten höherer Vegetationseinheiten werden unterschieden:

„Geoklimatische Vegetationsareale": Groß- und Höhenklimazonen unterscheiden sich in ihrer Flora. Geeignete Raumeinheiten sind vorläufig die Florenprovinzen und Höhenstufen nach Meusel et al. (1965). Mit ihrer Größe soll ein sinnvoller Kompromiss zwischen einer möglichst genauen Indikation und einem möglichst großen Anwendungsbereich geschlossen werden.

„Formationsgruppen": Wald, Staudenfluren, Grünland etc. (Tab. 2) unterscheiden sich strukturell (z. B. Schichtung, vorherrschende Lebensformen) und hinsichtlich äußerer Einwirkungen (z. B. Mahd oder Beschattung der standortsweisenden Krautschicht).

2.5 Nomenklatur

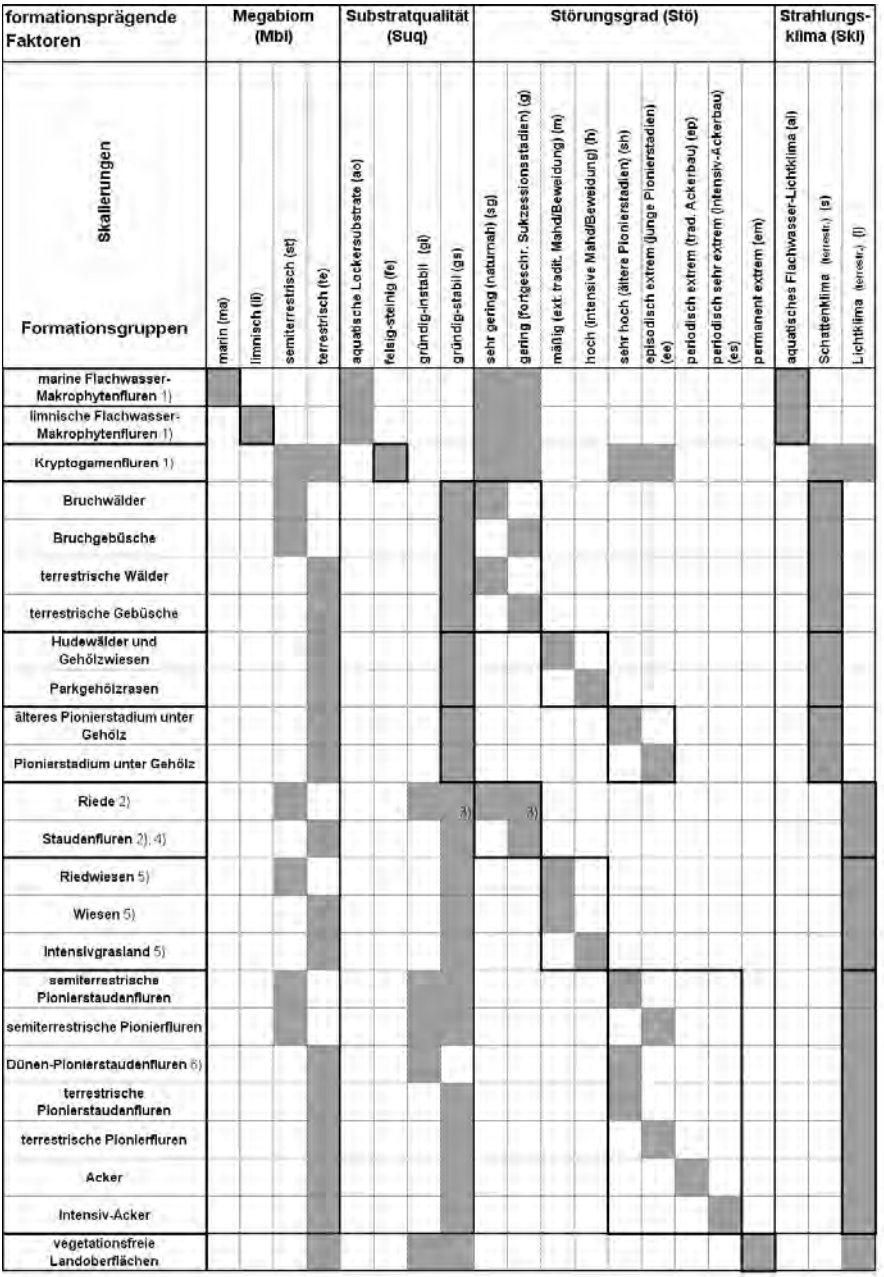
Vegetationsformen werden mit kennzeichnenden Pflanzennamen und einer Formationsbezeichnung benannt. Während im deutschen Sprachraum deutsche Bezeichnungen und die Zuordnung zu Verbänden oder Assoziationen der Braun-Blanquet-Syntaxonomie zur Verständigung dienen, können im internationalen Austausch lateinische Pflanzen- und englische Formationsbezeichnungen verwendet werden. Der vegetationsökologische Standortstyp wird als Kombination von Faktorstufen in Form einer Standortsformel (Symbole siehe Tab. 2 und 3) bezeichnet. In der Praxis kann es hilfreich sein, sich anhand der Formeln auch über die damit korrespondierenden Vegetationsformen zu verständigen.

3 Vegetationsökologische Standortsfaktoren

Das Faktorensystem ist nicht aus Einteilungen der abiotischen Wissenschaften übernommen, sondern, wie oben erläutert, aus der Vegetationsgliederung abgeleitet, dabei allerdings in wesentlichen Teilen mit Messdaten unterlegt. Der Vorteil dieser Vorgehensweise liegt in der Möglichkeit, flächenbezogene abiotische Aussagen zu treffen und zugleich eine nahezu vollständige Übereinstimmung mit der biotischen Flächengliederung zu erhalten.

Obwohl es sich bei den „Faktoren" generell um Faktorenkomplexe handelt, ist es doch zumeist möglich, einzelne oder wenige Messparameter zur quantifizierten Beschreibung zu finden. Die Messdaten zu den Faktorstufen zeigen einerseits, dass die Stufen gut voneinander getrennt und präzise indizierbar sind. Andererseits bestätigt sich, dass die gewählten Faktoren hinreichend unabhängig voneinander sind (siehe das Beispiel von Wasserstufen und Wasserregimetypen in Abb. 1). Messwerte zu Klassifikationen verschiedener Formationsgruppen (Koska 2001b und unveröff., Manthey 2003) belegen bislang die Annahme,

Tab. 2: Formationsgruppen und ihr Zusammenhang zu formationsprägenden Faktoren (nach KOSKA et al. 2001, erweitert).



Tab. 3: Hydrologische und chemische Hauptfaktoren und ihre Skalierungen für Feuchtgebietsstandorte des nordostdeutschen Tieflandes (nach Succow 1988 und Koska 2001a, b; * nach Menning & Stüdemann 1985, † nach Van Wirdum 1991).

Wasserstufe (WS)		Vegetationswirksame Bereiche des Wasserangebotes im und über dem Boden, Parameter: Wasserstandsmedian (Jahr, „+"-WS), Wasserversorgungsdefizit* („–"-WS)	
7+	mäßig tief aquatisch	>140 cm über Geländeoberfläche	
6+	flach aquatisch	20–140 cm über Geländeoberfläche	
5+	nass	20–0 cm über Geländeoberfläche	
4+	halbnass	0–20 cm unter Geländeoberfläche	
3+	feucht	20–45 cm unter Geländeoberfläche	
2+	mäßig feucht	45–80 cm unter Geländeoberfläche	
2–	mäßig trocken	20–60 mm/a	
3–	trocken	60–100 mm/a	
Wasserregimetyp (WRT)		Intensität und Periodizität von Wasserbewegungen und Wasserstandsschwankungen; Beschreibung in Form hydrogeologischer Gebietseigenschaften oder mehrerer hydrologischer Parameter	
O	ombrogen	reine Niederschlagsspeisung in Hochmooren	
P	perkolativ	bodennahe, ständige Über-/Durchrieselung, meist wenig schwankender, geneigter Wasserspiegel	
T	topogen	mäßig schwankendes bodennahes Grund- oder Oberflächenwasser in Senkenlage	
G	Grund- / Stauwasser	mäßig schwankendes Grund- oder Stauwasser in Senken- und Hanglage	
W	Wechselnässe	stark schwankendes Grund- oder Stauwasser in Senkenlage	
Ü	Auenüberflutung	Flussüberflutung bei starker Wasserstandsschwankung	
K	marine Küstenüberflutung	Küstenüberflutung bei starker Wasserstandsschwankung	
I	Infiltration	Speisung aus dem Kapillarwasserspeicher bei Wasserständen unterhalb des Wurzelraums	
Trophiestufe (TS)		Verfügbarkeit der Hauptnährstoffe; Parameter: Nc oder C/N im Oberboden	
o-sa	oligotroph-sehr arm	Nc < 2,5	C/N > 40
o-a	oligotroph-arm	Nc 2,5–3,0	C/N 33–40
m-za	mesotroph-ziemlich arm	Nc 3,0–3,8	C/N 26–33
m-m	mesotroph-mittel	Nc 3,8–4,9	C/N 20–26
e-k	eutroph-kräftig	Nc 4,9–7,7	C/N 13–20
e-r	eutroph-reich	Nc 7,7–10	C/N 10–13
P	polytroph	Nc > 10	C/N < 10
Säure-Basen-Stufe (SBS)		pH-Bereiche, Parameter: pH (in KCl oder $CaCl_2$) im Oberboden	
sau	sauer	pH < 4,8	
sub	subneutral	pH 4,8–6,4	
ka	kalkhaltig	pH > 6,4	
Wasserqualitätstyp (WQT)		Ionenkompositionstypen des Wassers/Bodenwassers,† Parameter: EC, $[Ca^{2+}]$, $[Cl^-]$	
at	atmoclin	Regenwasser	
Lt	lithoclin	Süßwasser	
st	semi-thalassoclin	Brackwasser	
th	thalassoclin	Salzwasser	

dass die Faktorstufungen – trotz unterschiedlicher Artenzusammensetzung – aufgrund allgemeiner bioökologischer Gesetzmäßigkeiten weitgehend übereinstimmen und für einen Klimaraum verallgemeinert werden können.

Die Standortsfaktoren, die mit der Gliederung von Vegetationsformen und höheren Einheiten in Zusammenhang stehen, können in drei Gruppen gegliedert werden, wobei die oben genannten „übergeordneten Faktoren" die ersten beiden Gruppen repräsentieren:

Die **großklimatischen und biogeographischen Faktoren** können in Form eines einzelnen Faktorkomplexes, der „Biogeoklimatischen Region", beschrieben werden, dessen Stufung in Form geographischer Räume erfolgt. Weil die Räume anhand ihrer spezifischen Flora eingeteilt werden, sind weitere biogeographische Ursachen der Florengenese, wie z. B. die kontinentale Isolation, inbegriffen.

Die vier **formationsprägenden Faktoren** (siehe oben) und ihre Stufung sind in Tab. 2 aufgeführt. Der am stärksten differenzierende Faktor innerhalb dieser Faktorengruppe ist der „Störungsgrad". Mit ihm werden verschiedene Störungsarten, -intensitäten und -frequenzen natürlichen oder anthropogenen Ursprungs, in einer Skala integriert. Störung wird als oberirdische oder vollständige Schädigung oder Zerstörung von Pflanzen oder des gesamten Habitatgefüges in unterschiedlicher Intensität und Frequenz aufgefasst. Sie verursacht die Entstehung von Pioniergesellschaften, von charakteristischen Nutzungstypen und Sukzessionsstadien. Den „Nullpunkt" der Skala repräsentieren störungsarme Klimaxgesellschaften.

Der bestehende Gliederungsvorschlag für die übergeordneten Faktoren ist bisher vorwiegend aus der geobotanischen Literatur abgeleitet (insbesondere aus Areal- und Formationskunde, syntaxonomischen Übersichten sowie Subassoziationsgliederungen), weil noch keine vollständige Gliederung für Nordostdeutschland erarbeitet wurde (siehe Koska et al. 2001).

Die standörtliche Differenzierung der Vegetationsformen innerhalb einer Formationsgruppe erfolgt mit Hilfe der **hydrologischen und chemischen Hauptfaktoren**. Die fünf Faktoren dieser Gruppe (Tab. 3) stellen neben dem oben genannten Störungsgrad in der Praxis die wichtigsten Indikationsparameter dar. Sie werden daher im Folgenden etwas ausführlicher vorgestellt:

Die Wasserversorgung der Pflanzen ist unbestritten einer der wichtigsten Einflussfaktoren für die Vegetationszusammensetzung. Im hydromorphen Bereich lässt sie sich durch langjährige Mittel des Grundwasserganges recht einfach bestimmen. Auf anhydromorphen Standorten sind dazu kompliziertere Wassergehaltsmessungen bzw. Abschätzungen des Wasserbilanzdefizites nötig. Die **Wasserstufen** stellen eine Einteilung des Niveaus der Wasserversorgung dar. Ihre Benennung ist abgeleitet aus den in der Grünlandkunde eingeführten Klassen der Ertragseinbußen aufgrund von Nässe („+"-Wasserstufen) bzw. Austrocknung („–"-Wasserstufen).

Die dynamischen Eigenschaften des vegetationswirksamen Wassers, insbesondere horizontale Wasserbewegungen und Spiegelschwankungen, werden dagegen selten hervorgehoben. Obwohl z. B. Quellfluren, Stauwassersenken oder Auenvegetation schon immer als sehr gegensätzliche, eigenständige Vegetationstypen mit augenfälligen Unterschieden in Wasserbewegung, Sauerstoffversorgung und Diasporenausbreitung dargestellt wurden, sind systematische ökologische Gliederungen, wie hier im **Wasserregimetyp** vorgestellt, wenig verbreitet. Es handelt sich dabei um einen schwer fassbaren Faktorenkomplex, der am besten, jedoch nicht ganz erschöpfend, mit den Parametern Wechselfeuchte (siehe Differenzierung jahreszeitlicher Wasserstandsmediane in Abb. 1) und Wasserbewegung (Wasserspiegelneigung) beschrieben werden kann.

Die Nährstoffversorgung ist ein weiterer wohlbekannter Faktorkomplex. Obwohl zu den einzelnen Nährstoffen vieles bekannt ist, können bestimmte Ausprägungen der Vegetation bislang nicht spezifisch auf einzelne bzw. limitierende Nährstoffe zurückgeführt werden. Zwar fehlt bisher ein für das ganze Spektrum an Standortbedingungen zuverlässiges Messverfahren, doch hat sich bisher für Wälder und Moore das C/N-Verhältnis des Oberbodens als integraler Messparameter der **Trophiestufe** bewährt.

Ebenso erprobt ist die Differenzierung von Vegetationstypen anhand des pH-Wertes im Oberboden. Für die Feuchtgebiete werden bislang nur drei vegetationsökologische **Säure-Basen-Stufen** unterschieden, da die Artenverteilung eine feinere Einteilung nicht deutlich genug erkennen lässt. Im nährstoffreichen Bereich (Trophiestufen kräftig bis polytroph) spiegeln sich Unterschiede in der Basenversorgung allgemein nur undeutlich in der Artenzusammensetzung wider. Deshalb wurde in diesem Bereich bisher keine Vegetationsdifferenzierung anhand der Säure-Basen-Stufe bislang vorgenommen.

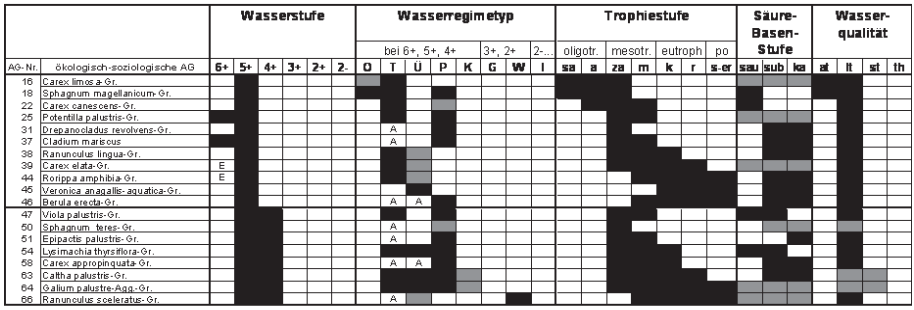
Schließlich ist auch die Art und Konzentration der Salzionen in Boden- oder Offenwasser ein bekannter Faktorkomplex, der vor allem anhand der elektrischen Leitfähigkeit oder des Gehalts bestimmter Salzionen gemessen wird. Der **Wasserqualitätstyp** ist entsprechend üblicher Abstufungen eingeteilt, die vor allem die deutlichen Unterschiede zwischen den Artenkombinationen salzhaltiger und (gewöhnlicher) salzarmer Standorte bezeichnen.

4 Anwendung

Zu Anwendungen und Aussagemöglichkeiten sollen hier nur einige Beispiele genannt werden:

Ökologische Zustandserfassung: Kartierungen können je nach Fragestellung auf bestimmte Standortsfaktoren beschränkt werden oder aber Vegetation und Standort werden umfassend dargestellt. Indikationsaussagen über schwankende

Tab. 4: Ökologische Charakterisierung der Artengruppen der offenen ungenutzten Feuchtgebietsvegetation (vereinfacht nach KOSKA et al. 2001)



Abkürzungen im Tabellenkopf s. Tab. 3

Ökologische Amplitude und Indikationsspezifität:
- sicherer Indikationsbereich (beim Wasserregime: Vorkommen in der Reinform oder nur in Ausbildungen dieses Charakters)
- stetiges Vorkommen, aber keine spezifische Indikation oder unsichere Einschätzung

A nur in Ausbildungen (beim Wasserregime in Mischformen von Regimen)

E nur hochwüchsige Arten der Gruppe

Parameter wie den Wasserstand ermöglichen nicht nur eine flächendeckende Erfassung sondern bieten Aussagen zu mittleren Bedingungen, die ansonsten nur durch langfristige Messreihen zu erzielen sind.

Prognose der Vegetationsentwicklung: Die abiotischen Standortsparameter können unmittelbar nach ihrer Manipulationen gemessen oder im Vorfeld von Planungen modelliert werden. Daraus kann die zu erwartende Vegetation prognostiziert werden (Abb. 2).

Biotopmanagement: Die bioindikative Beschreibung ermöglicht einerseits eine ökologische Beurteilung des Zustandes im Hinblick auf den Fortbestand einer Artenzusammensetzung und andererseits eine gezielte Maßnahmenplanung um Standortseigenschaften so zu verändern, dass sich eine angestrebte Vegetation bzw. ein angestrebter Habitatzustand entwickeln kann.

Ökologisches Monitoring: Bei wiederholten Erfassungen können sowohl zur Vegetationsveränderung als auch zur Standortsentwicklung Aussagen abgeleitet werden.

Als Grundlage für die praktische Anwendung dienen folgende Arbeitsmaterialien:

Die **Pflanzenartengruppen** sind das eigentliche Kartierwerkzeug. Ihr Zeigerwert für Standortsamplituden in allen Faktoren wird in Tabellenform dargestellt mit Bezug auf die bearbeitete Formationsgruppe (Tab. 4). Da gradientenbezogene Vorkommensgrenzen als Zeigerwert genutzt werden, können anhand des Vorkommens und Fehlens kennzeichnender Artengruppen auch ohne Vegetationsaufnahmen direkt im Gelände Faktorstufen bestimmt und kartiert werden. Nach Bedarf können einzelne oder alle Faktoren indiziert werden. Sofern alle

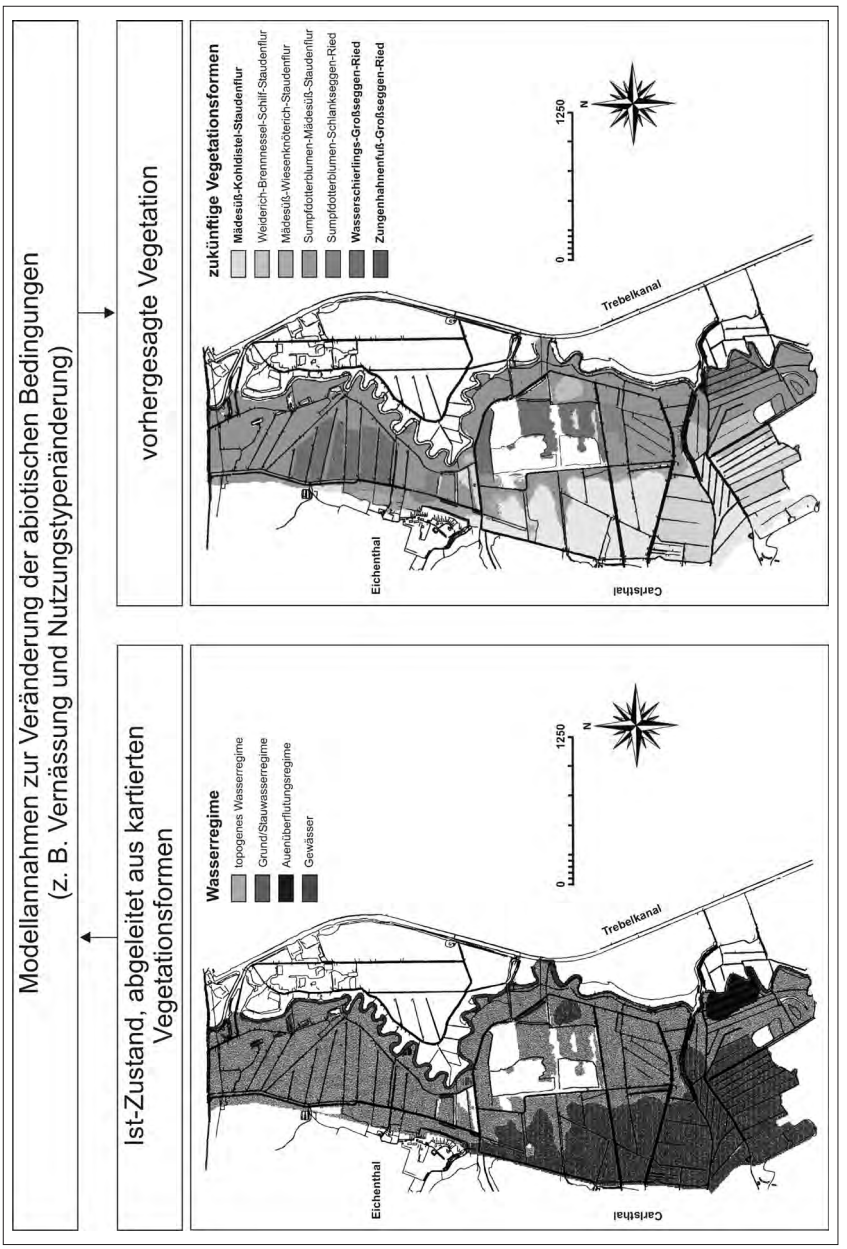


Abb. 2: Beispiel einer Prognose zur Vegetationsentwicklung, abgeleitet aus aktueller Vegetationsformenkartierung und Modellierung der Wasserstände nach geplanter Wiedervernässung (nach HENNEK 2000).

Faktorstufen angesprochen werden, ist damit zugleich der vegetationsökologische Standortstyp und die Vegetationsform ermittelt.

Die **Faktoren- und Stufengliederung** bietet den Hintergrund für die Bi-

oindikation. Qualitative Beschreibung und quantitative Datengrundlage sind in Form von Tabellen oder Graphiken dargestellt (siehe Tab. 3, Abb. 1).

Die **Vegetationsformen- und Standorts-Typologie** ist für bearbeitete Vegetationsbereiche in Form von ökogrammartigen Übersichten und von Vegetationstabellen mit beigefügter Standortssymbolik dargestellt (vgl. Tab. 1). Sie bietet einen Überblick zur typischen Artenausstattung und zu den Standortsbedingungen der Vegetationsformen sowie zum Vegetations- und Standortsspektrum einer Formationsgruppe.

Typologische Ausarbeitungen nach aktueller Methode gibt es bisher innerhalb Nordostdeutschlands für die offene Vegetation naturnaher Moore und ungenutzter Feuchtgebietsstandorte, für die Gehölzvegetation der Feuchtgebiete, für das intensiver genutzte Feuchtgrünland und für Ackerstandorte (siehe Succow & Joosten 2001, Manthey 2003). Methodisch weitgehend vergleichbar sind auch die Wald-Typologien der forstlichen Standortserkundung (siehe Schulze & Kopp 1996–1998).

Literatur

Brand, J. (2000): Untersuchungen zur synsystematischen Umgrenzung und Untergliederung sowie zur standörtlichen und landschaftsräumlichen Bindung von Feuchtwäldern im nordwestdeutschen Tiefland. Diss. Bot. 323, Cramer, Berlin: 344 S.

Bruelheide, H. (2000): A new measure of fidelity and its application to defining species groups. J. Veg. Sci. 11: 167–178.

Cajander, A. K. (1926): The theory of forest types. Acta Forestalia Fennica 29: 1–108.

Chytrý, M., Tichý, L., Holt, J. & Botta-Dukát, Z. (2002): Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. J. Veg. Sci. 13: 79–90.

Daubenmire, R. F. (1974): Plants and environment. 2. Aufl. New York: 422 S.

Ellenberg, H. (1956): Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. Ulmer, Stuttgart: 136 S.

Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. & Paulissen, D. (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3., durchges. Aufl. Goltze, Göttingen: 262 S.

Flahault, C.& Schröter, C. (1910) (Hrsg.): Rapport sur la nomenclature phytogéographique (Phytogeographische Nomenklatur). Congrès international de Botanique. Actes III. / Berichte und Vorschläge. III. Bruxelles & Zürich: 131–164.

Gegout, J.-C., Herve, J.-C., Houllier, F. & Pierrat, J.-C. (2003): Prediction of forest soil nutrient status using vegetation. J. Veg. Sci. 14: 55–62.

Haase, G. (1964): Landschaftsökologische Detailuntersuchungen und naturräumliche Gliederung. Peterm. Geogr. Mit. 108: 8–30.

Härdtle, W. (1995): Vegetation und Standort der Laubwaldgesellschaften (*Querco-Fagetea*) im nördlichen Schleswig-Holstein. Kiel. 441 S.

Hennek, F. (2000) Vegetationsökologische Entwicklungsprognose des Grünlandes im Mittleren Trebeltal unter Berücksichtigung wasser- und naturschutzrechtlicher Aspekte. Diplomarbeit (unveröffentlicht), Botanisches Institut, Universität Greifswald.

Koch, W. (1926): Die Vegetationseinheiten der Linthebene unter Berücksichtigung der Verhältnisse in der Nordostschweiz. Zollikofer, St. Gallen, 144 S.

Kopp, D. (1969): Der standörtliche Weiserwert der Wald-Bodenvegetation im nordostdeutschen Tiefland. Wiss. Z. Techn. Univ. Dresden 18: 1–15.

Kopp, D. (1979): Typisierung der Waldvegetation als Komponente topischer Naturraumtypen - Potsdamer Forschungen, wiss. Schr.-reihe Päd. Hochsch. Potsdam, R.B. 15: 121–129.
Kopp, D. & Schwanecke, W. (1994): Standörtlich-naturräumliche Grundlagen ökologiegerechter Forstwirtschaft. - DLV, Berlin: 248 S.
Koska, I. (2001a): Ökohydrologische Kennzeichnung. – In: Succow, M. & Joosten, H. (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde, 2. Aufl., Schweizerbart, Stuttgart: 92–111.
Koska, I. (2001b): Standortskundliche Kennzeichnung und Bioindikation. In: Succow, M. & Joosten, H. (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde: 2. Aufl., Schweizerbart, Stuttgart: 128–143.
Koska, I., Clausnitzer, U., Jansen, F. & Manthey, M. (2004): Pflanzensoziologie und Vegetationsformenkonzept. In: Berg, C., Dengler, J., Abdank, A. & Isermann, M. (Hrsg.): Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung. Textband. Weissdorn, Jena: S. 51–53.
Koska, I., Succow, M. & Clausnitzer, U. (2001): Vegetation als Komponente landschaftsökologischer Naturraumkennzeichnung. In: Succow, M. & Joosten, H. (Hrsg.). Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Aufl., Schweizerbart, Stuttgart: 112–128.
Manthey, M. (2003): Vegetationsökologie der Äcker und Ackerbrachen Mecklenburg-Vorpommerns. - Cramer, Berlin [u. a.]: 209 S.
Matuszkiewicz, W. & Matuszkiewicz, A. (1981): Das Prinzip der mehrdimensionalen Gliederung der Vegetationseinheiten, erläutert am Beispiel der Eichen-Hainbuchenwälder in Polen. In: Dierschke, H. (Hrsg.): Syntaxonomie. Cramer, Vaduz: 123–148.
Menning, P.& Stüdemann, O. (1985): Ermittlung der Trockenheitsstufe. In: Koepke, V., Menning, P., Reinhold, A., Succow, M., Stüdemann, O. & Vetterlein, E. (1985): Anleitung zur hydrologischen Standortaufnahme. - VEB Ingenieurbüro für Meliorationen, Bad Freienwalde: 18–22.
Meusel, H., Jäger, E. & Weinert, E. (1965): Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora. Fischer, Jena: 583 + 258 / 258 + 163 S.
Neef, E. (1956): Einige Grundfragen der Landschaftsforschung. Wiss. Zeitschr. d. Univ. Leipzig, Math.-Nat. R. 5: 531–541.
Oberdorfer, E. (1977–1992) (Hrsg.): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Fischer, Stuttgart.
Passarge, H. (1964): Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes I.. Pflanzensoziologie 13. Gustav Fischer Verlag, Jena. 324 S.
Peppler, C. (1992): Die Borstgrasrasen (*Nardetalia*) Westdeutschlands. Cramer, Berlin & Stuttgart: 404 S.
Scamoni, A. & Passarge, H. (1959): Gedanken zu einer natürlichen Ordnung der Waldgesellschaften. Archiv für Forstwesen 8: 386–426.
Schlenker, G. (1950): Forstliche Standortskartierung in Württemberg. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 40/41: 418–422.
Schlüter, H. (1981): Geobotanisch-vegetationsökologische Grundlagen der Naturraumerkundung und -kartierung. Peterm. Geogr. Mitt. 125(2): 73–82.
Schmidtlein, S. (2005): Imaging spectroscopy as a tool for mapping Ellenberg indicator values. J. Appl. Ecol. 42: 966–974.
Schulze, G. & Kopp, D. (Hrsg.) (1996–1998): Anleitung für die forstliche Standortserkundung im nordostdeutschen Tiefland (Standortserkundungsanleitung): SEA 95: Losebl.-Ausg.: Teil A: Standortsformen; Teil B: Praktisches Arbeitsverfahren; Teil C: Forstliche Auswertung; Teil D: Bodenformen-Katalog: Merkmalsübersichten und -tabellen für Haupt- und Feinbodenformen. Forstplanungsamt M.-V., Schwerin.
Succow, M. & Joosten, H. (Hrsg.) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Aufl. Schweizerbart, Stuttgart: 622 S.
Succow, M. (1988): Landschaftsökologische Moorkunde. 1. Aufl. Fischer, Jena: 338 S.

Van Wirdum, G. (1991): Vegetation and hydrology of floating rich-fens. Thesis University of Amsterdam, Datawyse, Maastricht..

Walter, H. & Walter, E. (1953): Das Gesetz der relativen Standortskonstanz, das Wesen der Pflanzengesellschaften - Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft 66: 227–235.

Wamelink, G.W.W., Goedhart, P.W., Van Dobben, H.F. & Berendse, F. (2005): Plant species as predictors of soil pH: Replacing expert judgement with measurements. J. Veg. Sci. 16: 461–470.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Jahr/Year: 2008

Band/Volume: BH_1_2008

Autor(en)/Author(s): Koska Ingo, Jansen Florian, Timmermann Tiemo

Artikel/Article: Standortsökologische Bioindikation mit Hilfe des Vegetationsformenkonzeptes 33-49