# Waldartenlisten der Farn- und Blütenpflanzen, Moose und Flechten Deutschlands – Einführung und methodische Grundlagen

MARCUS SCHMIDT, WOLF-ULRICH KRIEBITZSCH & JÖRG EWALD

#### 1. Einführung

Bei der Bewertung von Wäldern im Hinblick auf die Vielfalt, Vollständigkeit, typische Ausprägung und Naturnähe ihrer Artenzusammensetzung stellt sich immer die Frage nach der Waldbindung der vorkommenden Pflanzenarten. Für naturschutzfachliche Aussagen ist es wichtig, waldtypische Pflanzenarten von Offenlandarten zu trennen. Dies ist nicht in reproduzierbarer Weise möglich, wenn nicht Waldartenlisten als Referenz herangezogen werden können, die auf nachvollziehbarer Grundlage abgeleitet wurden und sich auf einen breiten Konsens stützen. Eine solche Referenzliste für die Gefäßpflanzen zu erarbeiten, war unter anderem Ziel des Verbundprojektes "Zur Biologischen Vielfalt der Wälder Deutschlands" (SCHOLZ & SCHÜLER 2004). Nachdem der methodische Ansatz entwickelt und mit breiter Expertenunterstützung eine für das Norddeutsche Tiefland gültige Waldgefäßpflanzenliste verabschiedet worden war (SCHMIDT et al. 2002), gelang bald darauf die Erarbeitung einer entsprechenden bundesweit gültigen Liste (SCHMIDT et al. 2003). Diese Liste der Waldgefäßpflanzen Deutschlands ist inzwischen breit akzeptiert und fand Anwendung in zahlreichen grundlagen- und praxisorientierten Auswertungen (KRIEBITZSCH et al. 2011).

Für Moose und Flechten existierten vergleichbare bundesweite Listen bislang noch nicht, so dass bei der Analyse von vegetationskundlichen oder floristischen Daten die Waldbindung dieser Kryptogamengruppen nicht einbezogen werden konnte. Darüber hinaus waren nach Erscheinen der Erstauflage der Waldgefäßpflanzenliste bei den Autoren Ideen zur Weiterentwicklung der Liste entstanden und einige Änderungs- und Ergänzungsvorschläge aus den Reihen der Anwender eingegangen. Dies alles war Anlass, den vorliegenden Band zu erarbeiten, der nun erstmals nach einheitlicher Methodik entstandene und in anwenderfreundlicher Form bereitgestellte Waldartenlisten der Farn- und Blütenpflanzen, Moose und Flechten Deutschlands enthält. Darüber hinaus zeigt er Perspektiven, Anwendungsmöglichkeiten, aber auch Grenzen der Waldartenlisten auf (SCHMIDT et al. 2011) und erstellt eine Zwischenbilanz des bisherigen Anwendungsspektrums (KRIEBITZSCH et al. 2011). Schließlich werden Möglichkeiten und Grenzen einer Optimierung der Methodik auf statistischer Grundlage beschrieben (JANSEN & EWALD 2011).

Ansätze zur Untersuchung der Bindung von Pflanzenarten an Wald (oder Offenland) existieren – mit unterschiedlicher Zielrichtung – schon lange. Die klassische Pflanzensoziologie beschäftigt sich mit der Herausarbeitung der Trenn- und Kennarten (Differential- und Charakterarten) von Vegetationseinheiten. Für den Grad der Bindung einer Pflanzenart an einen Vegetationstyp prägte BRAUN-BLANQUET (1918, 1964) den Begriff der "Treue" und unterschied fünf "Treuegrade". Die Spanne reicht von "gesellschaftstreu" (weitgehend an eine Pflanzengesellschaft gebunden) bis "gesellschaftsfremd" (seltene, mehr oder weniger zufällige "Einsprengsel" oder Relikte anderer Pflanzengesellschaften). Die von Braun-Blanquet benutzte "Treuegrad"-Skala wurde von verschiedenen Autoren (z. B. SZAFER & PAWLOWSKI 1927, BARKMAN 1989) modifiziert und weiterentwickelt. Neben der absoluten oder relativen Häufigkeit einer Art in einem Vegetationstyp (Stetigkeit) wurde oft auch die Vitalität als Kriterium für die Bindung einer Pflanzenart an Vegetationseinheiten herangezogen (DIERSCHKE 1994). Vor dem Hintergrund der

beschriebenen Grundsätze der Pflanzensoziologie werden die in den vorliegenden Waldartenlisten aufgeführten Taxa verschiedenen Kategorien der Waldbindung zugeordnet.

Der Beobachtung, dass eine Pflanzenart in unterschiedlichen Formationen (Wälder und Gebüsche, Offenland) ein sehr spezifisches soziologisches Verhalten zeigen kann, trägt die von BERGMEIER et al. (1990), DIERSCHKE (1992) und anderen geforderte Beschränkung von Charakterarten auf Formationen (Strukturtypen) Rechnung. Sie ermöglicht, dass eine Pflanzenart gleichzeitig im Wald, wo sie in Mitteleuropa in den meisten Fällen ihre ursprünglichen Wuchsorte haben dürfte, und im Offenland, beispielsweise im Grünland, als Kennart gewertet werden kann. Wird diesem Prinzip hingegen nicht gefolgt, so ergibt sich daraus zwangsläufig, dass eine Art hinsichtlich ihres soziologischen Verhaltens auf nur eine Formation festgelegt werden muss, in der ihr Schwerpunkt gesehen wird. Auf diesem Prinzip beruht beispielsweise die von ELLENBERG et al. (1992, 2001) auf der Basis von OBERDORFER (1990) durchgeführte Einstufung des soziologischen Verhaltens mit Dezimalzahlen. Die erzwungene Festlegung auf nur eine Formation wird dem tatsächlichen soziologischen Verhalten zahlreicher Arten nicht gerecht. So wird bei Ellenberg et al. (2001) beispielsweise Caltha palustris ausschließlich den Feuchtwiesen (Calthion) zugeordnet, obwohl die Art mit hoher Stetigkeit in Feuchtwäldern auftritt (vgl. MAST 1999). Umgekehrt wird Anemone nemorosa als charakteristisch für Eichen- und Buchenwälder (Querco-Fagetea) eingestuft, obwohl sie unter montanen Bedingungen auch häufig in Bergwiesen und Borstgrasrasen wächst (vgl. DIERSCHKE 1997, PEPPLER-LISBACH & PETERSEN 2001). Im Extremfall besteht bei dieser Vorgehensweise die Gefahr, dass ursprünglich aus Wäldern stammende Pflanzen als aus Offenland- oder Saumvegetation in Wälder "eindringende" oder "übergreifende" untypische Arten eingestuft werden (Beispiele dazu bei SCHMIDT 2000: 154ff.). Um solche Fehlurteile zu vermeiden, bewerten die vorliegenden Waldartenlisten auch Arten, die im Wald und im Offenland verbreitet sind, als waldtypisch.

Schon frühzeitig wurde erkannt, dass die Bindung von Pflanzen an bestimmte Vegetationseinheiten je nach Naturraum unterschiedlich sein kann (u. a. BRAUN-BLANQUET 1921, 1925). Dieses von WALTER & WALTER (1953) als "Prinzip der relativen Standortskonstanz" benannte Phänomen beruht darauf, dass einzelne physiologische Ansprüche einer Pflanzenart unter dem Einfluss eines variierenden Meso- oder Makroklimas in verschiedenen Vegetationstypen erfüllt werden können und sich damit das soziologische Verhalten der Pflanzenarten ändern kann. In den vorliegenden Waldartenlisten wird daher die Waldbindung der Arten für die drei naturräumlichen Großregionen Deutschlands (Norddeutsches Tiefland, Hügel- und Bergland, Alpen) getrennt festgelegt. Eine weitere Regionalisierung innerhalb dieser Großregionen wäre denkbar, würde jedoch auf Kosten der Handhabbarkeit gehen.

Vor dem Hintergrund von Fragen der Biodiversität und des Waldnaturschutzes versuchte als Erster ELLENBERG (1997) die Zahl der Waldarten unter den Farn- und Blütenpflanzen zu beziffern. Dabei wies er darauf hin, dass diese Zahl zum einen stark von dem taxonomischen Niveau abhängt, auf dem differenziert wird, und zum anderen von der Walddefinition. Für Deutschland ging ELLENBERG (1997) von etwa 620 Waldgefäßpflanzenarten aus, berücksichtigte dabei aber nur die bei ELLENBERG et al. (1992) hinsichtlich ihres soziologischen Verhaltens den Wäldern zugerechneten sowie darüber hinaus eine Auswahl von schattentoleranten Arten. OHEIMB (2003) präzisierte diesen Ansatz auf der Grundlage von WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998) und ermittelte 558 Waldgefäßpflanzenarten für Deutschland (s. a. OHEIMB et al. 1999). Im Rahmen von 1.200 Vegetationsaufnahmen in Wäldern des nordostdeutschen Tieflandes fanden JENSSEN & HOFMANN (2001) knapp 1.000 Pflanzenarten. OHEIMB (2003) hingegen geht für dieses Gebiet von nur

314 Waldgefäßpflanzenarten aus. Eine nicht weiter differenzierte Unterscheidung zwischen Wald- und Offenlandarten führt offenbar dazu, dass dann mehr als zwei Drittel der von JENSSEN & HOFMANN (2001) nachgewiesenen Arten als Offenlandarten und somit als nicht waldtypisch eingestuft werden. Tatsächlich machen aber reine Offenlandarten wohl nur einen wesentlich kleineren Teil der Differenz aus.

Für die in Deutschland vorkommenden Kryptogamen existierten bis vor kurzem nur wenige Angaben zur Waldbindung, beispielsweise von DENNER (2007) für 117 epigäische Moos- oder von ERNST & HANSTEIN (2001) für 117 epiphytische Flechtenarten. Erst nach dem ersten Aufruf zur Mitarbeit an der im vorliegenden Band veröffentlichten Liste wurde von einigen Lichenologen eine eigene bundesweit gültige Waldflechtenliste erarbeitet (WIRTH et al. 2009). Mit 805 Arten umfasst sie etwa 41 % der aus Deutschland bekannten Flechten und ist in drei Teillisten (Epiphyten, Gesteins- und Bodenbewohner) untergliedert, innerhalb derer nach Höhenstufen differenziert wird. Verschiedene Kategorien (Grade) der Waldbindung werden nicht vergeben. Damit weicht die der Liste von WIRTH et al. (2009) zugrunde liegende Methodik wesentlich von der in der vorliegenden Arbeit angewandten ab, die vergleichbare Einstufungen für Gefäßpflanzen, Moose und Flechten anstrebt, und kann nicht direkt gegenübergestellt werden.

Tab. 1: Verteilung der Gefäßpflanzen-, Moos- und Flechtentaxa auf die Waldartengruppen in den drei naturräumlichen Großregionen sowie in Deutschland insgesamt. Für die drei Großregionen ist in Klammern die Zahl der jeweils ausschließlich dort an Wald gebundenen Sippen angegeben.

Waldarten- gruppen	Norddeutsches Tiefland	Hügel- und Bergland	Alpen	Deutschland gesamt
B1.1	16	15	9	17
B1.2	3	14 (11)	-	14
<b>B2.1</b>	34	43 (2)	32 (1)	43
B2.2	4	2	4	2
E1.1	2	3 (1)	2	3
E2.1	1	1	1	1
<b>S1.1</b>	12 (2)	15 (4)	8	18
<b>S1.2</b>	6	10(1)	6	13
S2.1	36	51 (1)	33	52
<b>S2.2</b>	12	30 (4)	14 (4)	33
K1.1	171 (1)	173 (8)	104 (1)	212
K1.2	45	70 (16)		79
K2.1	202 (3)	317 (17)	246 (7)	313
K2.2	173 (3)	291 (9)	365 (14)	416
Σ Gefäßpflanzen	717 (10)	1.035 (74)	855 (27)	1.216
M1.1	141 (3)	172 (13)	117 (2)	207
M1.2	18	61 (6)	20	55
M2.1	210	247 (10)	241	248
M2.2	144	174 (5)	115 (2)	164
Σ Moose	514 (3)	656 (32)	493 (4)	674
F1.1	140 (14)	227 (67)	104 (12)	256
F1.2	19 (1)	26 (9)	8 (5)	32
F2.1	255 (11)	412 (121)	187 (22)	449
F2.2	195 (4)	255 (51)	111 (7)	265
Σ Flechten	612 (30)	925 (250)	411 (46)	1.002

Die hier vorgelegten Waldartenlisten enthalten deutschlandweit insgesamt 1.216 Farn- und Blütenpflanzen, 674 Moose und 1.002 Flechten (Tab. 1). Damit umfassen sie 41 % der in Deutschland vorkommenden rund 3.000 Gefäßpflanzen- (WISSKIRCHEN & HAEUPLER 1998; ohne Differenzierung von *Rubus corylifolius* agg. und *R. fruticosus* agg. und ohne Untergliederung der Gattung *Taraxacum* in Sektionen), 58 % der 1.159 Moos- (KOPERSKI et al. 2000) und 51 % der 1.946 Flechtensippen (WIRTH et al. 2011). Innerhalb der Gruppe der Waldgefäßpflanzen lassen sich in Deutschland 76 Bäume, 4 Epiphyten, 116 Sträucher und 1.020 krautige Pflanzen unterscheiden.

Als Herausgeber haben wir besonderen Wert darauf gelegt, die Waldartenlisten anwenderfreundlich zu gestalten. Sie sind daher in ihrer Nomenklatur an die taxonomische Referenzliste für Vegetationsdatenbanken in Deutschland "GermanSL" (JANSEN & DENGLER 2008) angepasst und sollen als "Tool" mit vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten im Internet frei verfügbar sein. Wir begrüßen und unterstützen die Ausweitung des Ansatzes auf weitere europäische Länder, wie sie für die Gefäßpflanzen Nordwesteuropas zurzeit im Rahmen des FLEUR-Netzwerks (<a href="http://www.fleur.ugent.be">http://www.fleur.ugent.be</a>) vorbereitet wird. Auch die Übertragung auf verschieden Tiergruppen (z. B. DIETZ 2007) oder Großpilze sind wünschenswert und lassen ein großes Anwendungspotenzial erwarten.

# 2. Methodische Grundlagen

Um eine Vergleichbarkeit der Einstufungen zu gewährleisten und gleichartige Auswertungen für Gefäßpflanzen, Moose und Flechten zu ermöglichen, orientiert sich die Methodik zur Erarbeitung der Waldartenlisten für alle in diesem Band enthaltenen Pflanzengruppen eng an den von SCHMIDT et al. (2003) entwickelten Grundsätzen. Dies betrifft insbesondere den Bezugsraum der Teillisten, die zugrunde liegende Walddefinition und die Kategorien der Waldbindung.

#### 2.1 Bezugsraum

Bezugsraum ist die Bundesrepublik Deutschland mit den drei naturräumlichen Großregionen Norddeutsches Tiefland, Hügel- und Bergland sowie Alpen (Abb. 1). Die hier verwendete naturräumliche Gliederung (MEYNEN & SCHMITHÜSEN 1953-1962, BFN 1999) liegt beispielsweise auch der Einteilung Deutschlands in Naturräume und biogeographische Regionen im Zusammenhang mit dem europäischen Schutzgebietssystem "NATURA 2000" zugrunde (SSYMANK et al. 1998). Deutliche Abweichungen zu den von GAUER & ALDINGER (2005) verwendeten Abgrenzungen zwischen den Großregionen (Großlandschaften) bestehen nur am Südrand des Tieflandes in den Naturräumen 19, 20, 32 und 33, die GAUER & ALDINGER (2005) noch zum Hügel- und Bergland zählen.



Abb. 1: Naturräumliche Gliederung Deutschlands (Benennung der Naturräume nach BFN 1999), grün: Waldflächen.

Erläuterung s. nachfolgende Seite

# Erläuterung zu Abb. 1:

Nor	ddeutsches Tiefland:		
01	Mecklenburgisch-Vorpommersches Küstengebiet	21	Schleswig-Holsteinische Marschen (und Nordseeinseln)
02	Nordostmecklenburgisches Tiefland mit Oderhaffgebiet	22	Schleswig-Holsteinische Geest
03	Rückland der Mecklenburgisch-Branden- burgischen Seenplatte	23	Schleswig-Holsteinisches Hügelland (Jungmoränenlandschaft)
04	Mecklenburgische Seenplatte	24	Unterelbeniederung (Elbmarsch)
05	Mecklenburg-Brandenburgisches Platten- und	25	Ems-Weser-Marsch
	Hügelland sowie Luchland	26	Ostfriesisch-Oldenburgische Geest
06	Ostbrandenburgische Platte	27	Stader Geest
07	Odertal	28	Lüneburger Heide
08	Spreewald und Lausitzer Becken- und Heideland	29	Wendland und Altmark
09	Elbtalniederung	30	Dümmer-Geestniederung und Ems-Hunte-Geest
10	Elbe-Mulde-Tiefland	31	Weser-Aller-Tiefland
11	Fläming	32	Niedersächsische Börden
12	Mittelbrandenburgische Platten und Niederungen	33	Nördliches Harzvorland
	sowie Ostbrandenburgisches Heide- und Seengebiet	34	Westfälische Tieflandsbucht
13	Oberlausitzer Heideland	35	Kölner Bucht und Niederrheinisches Tiefland
19	Erzgebirgsvorland und Sächsisches Hügelland		
20	Mitteldeutsches Schwarzerdegebiet		
Hüg	gel- und Bergland:		
14	Oberlausitz	50	Pfälzisch-Saarländisches Muschelkalkgebiet
15	Sächsisch-Böhmisches Kreidesandsteingebiet	51	Pfälzer Wald (Haardtgebirge)
16	Erzgebirge	52	Saar-Nahe-Berg- und Hügelland
17	Vogtland	53	Oberrheinisches Tiefland und Rhein-Main-Tiefland
18	Thüringer Becken und Randplatten	54	Schwarzwald
36	Unteres Weserbergland und Oberes Weser-Leinebergland	55	Odenwald, Spessart und Südrhön
37	Harz	56	Mainfränkische Platten
38	Bergisches Land, Sauerland (Süderbergland)	57	Neckar- und Tauberland, Gäuplatten
39	Westerwald	58	Schwäbisches Keuper-Liasland
40	Lahntal und Limburger Becken	59	Fränkisches Keuper-Liasland
41	Taunus	60	Schwäbische Alb
42	Hunsrück	61	Fränkische Alb
43	Moseltal	62	Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland
44	Mittelrheingebiet (mit Siebengebirge)	63	Oberpfälzer und Bayerischer Wald
45	Eifel und Vennvorland	64	Donau-Iller-Lech-Platten
46	Westhessisches Berg- und Beckenland	65	Unterbayerisches Hügelland und Isar-Inn- Schotterplatten
47	Osthessisches Bergland (mit Vogelsberg und Rhön)	66	Voralpines Hügel- und Moorland
48	Thüringisch-Fränkisches Mittelgebirge	69	Hochrheingebiet und Dinkelberg
49	Gutland (Bitburger Land)		-
Alp	en:		
	Schwäbisch-Oberbayerische Voralpen	68	Nördliche Kalkalpen

#### 2.2 Walddefinition

Folgende Walddefinition wird der Waldartenliste der Moose und Flechten zugrunde gelegt:

Mit mindestens 5 Meter hohen Bäumen bestandene Flächen. Dabei werden mehr oder weniger geschlossene Baumbestände mit ineinander greifenden Baumkronen ebenso zum Wald gezählt wie offene Baumbestände, deren Kronen sich meist nicht berühren, jedoch mindestens 30 % der Fläche überschirmen (z. B. einige Sand- und Moor-Kiefernwälder, Felshang-Trockenwälder, Hutewälder). Bei voller Überschirmung soll die Fläche mindestens der eines Kreises mit dem Radius der maximalen Baumhöhe des Bestandes entsprechen. Ist die Baumschicht-Bedeckung geringer, so vergrößert sich die Mindestfläche umgekehrt proportional zum Überschirmungsgrad. Kahlschläge oder zeitweise verlichtete Flächen sowie Bestände, deren Bäume sich in der Verjüngungsphase befinden oder als nicht ausgewachsener sekundärer Aufwuchs (z. B. Stockausschlag) zeitweise weniger als 5 m Höhe erreichen, werden zum Wald gezählt. Voraussetzung ist, dass die dominierenden Gehölze aufrechte, nicht von der Basis an verzweigten Stämme aufweisen (echte Bäume, keine Sträucher). Waldränder einschließlich ihrer Saum- und Mantelvegetation werden ebenfalls als zum Wald gehörig betrachtet. Nicht zum Wald zählen befestigte Fahrwege, Waldeinteilungs- und Sicherungsstreifen, Waldwiesen, Wildäsungs- und Holzlagerplätze, im Wald gelegene Leitungsschneisen, Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen, die keinen integralen Teil des Waldes bilden. Auch Baumreihen und zum Wohnbereich gehörende Parkanlagen werden nicht zum Wald gerechnet.

Diese für die Liste der Waldgefäßpflanzen Deutschlands (SCHMIDT et al. 2003) erarbeitete Definition enthält Elemente der bei MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974), THOMASIUS & SCHMIDT (1996) und in der Bundeswaldinventur (<a href="www.bundeswaldinventur.de">www.bundeswaldinventur.de</a>) gegebenen Walddefinitionen. Der Natürlichkeitsgrad der Wälder wird dabei nicht berücksichtigt, das heißt, eine Unterscheidung zwischen natürlichen bzw. naturnahen Wäldern und naturfernen "Forsten" wird nicht vorgenommen, und unbefestigte Rückelinien gehören ausdrücklich zum Wald.

#### 2.3 Kategorien der Waldbindung

Innerhalb der Waldartenliste werden vier Gruppen der Waldbindung unterschieden, die zwei Hauptgruppen zugeordnet sind:

1 weitgehend an Wald gebunden

- 1.1 vorwiegend im geschlossenen Wald
- 1.2 vorwiegend an Waldrändern und auf Waldverlichtungen

2 im Wald und im Offenland

- **2.1** im Wald wie im Offenland
- auch im Wald, aber Schwerpunkt im Offenland

Eine weitere Differenzierung erfolgt über die vorangestellten Buchstaben. Bei Gefäßpflanzen werden die Buchstaben B (Bäume), S (Sträucher), K (Kräuter) sowie E (Epiphyten), bei Moosen M und bei Flechten F verwendet.

Hauptgruppe 1 enthält alle weitgehend an Wald gebundenen Taxa, während die in Hauptgruppe 2 zusammengefassten sowohl im Wald als auch im Offenland vorkommen. Die Arten mit dem höchsten Grad der Waldbindung sind in Hauptgruppe 1 zusammengefasst. Gruppe 1.1 beinhaltet diejenigen Taxa, die vorwiegend im geschlossenen Wald zu finden sind, während Gruppe 1.2 vorwiegend für Waldränder

und Waldverlichtungen typische Sippen umfasst. Hierzu zählen Arten der Waldaußen- und Waldinnensäume ebenso wie Arten, die nach Windwurf bzw. Kahlschlag oder durch die Anlage von Rückelinien und Wegen gefördert werden. Auch viele Arten mit enger Bindung an standortbedingt lichte Wälder, vor allem auf flachgründigen oder blockreichen Hängen, gehören in die Gruppe 1.2. Nahezu alle in dieser Gruppe genannten Sippen können auch im geschlossenen Wald vorkommen, sind dort aber meist nur mit geringen Mengenanteilen zu finden. Ein Teil der in Hauptgruppe 1 eingestuften Arten kann vereinzelt auch in von Gehölzen geprägten Lebensräumen außerhalb des Waldes auftreten, so beispielsweise im Bereich von Hecken, Feldgehölzen, Latschen- und Grünerlengebüschen.

Arten der Hauptgruppe 2 sind sowohl im Wald als auch im Offenland verbreitet. Die Gruppe 2.1 enthält Arten, die im Wald gleichermaßen wie im Offenland zu finden sind. Die Arten der Gruppe 2.2 haben dagegen ihren Schwerpunkt im Offenland, kommen aber auch regelmäßig im Wald vor. Für eine Zuordnung zu einer der beiden Gruppen spielt die aktuelle Häufigkeit der einzelnen Arten im Wald bzw. im Offenland keine Rolle. Entscheidend ist in Zweifelsfällen die Frage, ob eine Art Bestandteil naturnaher Waldtypen ist (Gruppe 2.1) oder nicht (Gruppe (2.2).

Ein großer Teil der Arten von Gruppe 2.1 hat seine ursprünglichen Wuchsorte vermutlich in Wäldern und ist von hier in die Offenland-Lebensräume der Kulturlandschaft eingewandert bzw. konnte nach Rodung der Wälder am Wuchsort überdauern. Dagegen zählen zur Gruppe 2.2 viele Sippen, die erst durch Aufforstung von Offenland (Zwergstrauchheiden, Kalk- und Sandmagerrasen, Feuchtwiesen etc.) zu Bewohnern lichter Wälder wurden. Hierher gehören auch Arten beweideter Waldstandorte, wie sie heute fast nur noch in den Alpen vorkommen. Insgesamt zeichnen sich viele Arten der Gruppe 2.2 durch einen hohen Lichtbedarf aus (Abb. 2). Da die Arten der Gruppe 2.2 in einigen Waldtypen, z. B. in Kiefernwäldern, als "Sukzessionsreste" über lange Zeiträume existieren und hier charakteristisch sind, werden sie in der Liste der Waldgefäßpflanzen aufgeführt, auch wenn ihr Schwerpunkt im Offenland liegt.

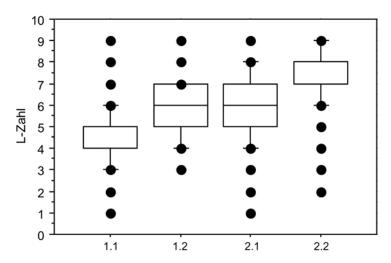


Abb. 2: Boxplot der Lichtzahlen (L-Zahlen) nach Ellenberg et al. (2001) der Gefäßpflanzen, Moose und Flechten Deutschlands getrennt nach Waldbindungskategorien. Datengrundlage: 2088 Taxa, für die Lichtzahlen vorliegen. L-Zahlen: 1 – Tiefschattenpflanze, 3 – Schattenpflanze, 5 – Halbschattenpflanze, 7 – Halblichtpflanze, 9 – Volllichtpflanze. Die Box stellt den Bereich zwischen dem 25. und 75. Perzentil dar und umfasst 50 % der Werte; Balken bezeichnen Extremwerte außerhalb dieses Bereichs, Punkte Ausreisser mit >1,5 Interquartilabständen Distanz zur Box.

Alle Taxa, die sich keiner der genannten Waldbindungskategorien zuordnen lassen, werden als Offenlandarten (O) eingestuft. Diese sind nur dann in den Waldartenlisten enthalten, wenn sie in einer der drei naturräumlichen Großregionen als Waldart eingestuft sind. Kein Eintrag in einer Spalte der Waldartenlisten bedeutet, dass die betreffende Art in der naturräumlichen Großregion nach den im Rahmen der Auswertung für die Voreinstufung gesichteten Daten nicht vorkommt.

## 2.4 Substratbindung bei Moosen und Flechten

In den Waldartenlisten der Moose und Flechten werden für jede Art die regelmäßig besiedelten Substrate genannt. Bezugsraum für diese Angaben ist Deutschland; eine Differenzierung nach naturräumlichen Großregionen erfolgt nicht. Quellen für die Einstufung sind bei den Moosen DIERSSEN (2001), MEINUNGER & SCHRÖDER (2007) sowie NEBEL & PHILIPPI (2000, 2001, 2005). Für die in den Alpen als Waldarten voreingestuften Moose wurde die Substratbindung von O. Dürhammer (Pentling) und M. Reimann (Heilbronn) angegeben. Bei den Flechten wurde weitgehend ELLENBERG et al. (2001) sowie WIRTH (1995a, b) gefolgt; darüber hinaus wurden unveröffentlichte Daten von H. Bültmann (Münster) genutzt. Im Rahmen der Expertendiskussion wurden zahlreiche Ergänzungen vorgenommen.

Die Substrattypen werden bei Moosen in vier, bei Flechten in fünf Kategorien angegeben: "Boden" umfasst mineralische oder organische Substrate wie Humus und Torf. "Gestein" bezeichnet Wuchsorte auf Steinen, Blöcken oder Felsen, die ihrerseits aus vielfältigen Kleinstandorten wie Kopf- und Stirnflächen, Wänden, Überhängen und Höhlungen bestehen können. "Rinde" fasst die Äste, den Stamm oder den Stammfuß lebender Bäume zusammen, an denen Moose und Flechten als Epiphyten auftreten können. Arten, die keine unabhängigen epiphytischen Vorkommen aufbauen, sondern lediglich vom angrenzenden Boden oder Gestein auf Wurzeln und bodennahe Stammfüße übergehen können, sind hier nicht eingeschlossen. Abgestorbenes Holz von unterschiedlichem Zersetzungsgrad wird unter dem Substrattyp "Totholz" geführt. Bei Flechten können zusätzlich auch "Moose" als Substrat dienen. Ein Sonderfall sind einige regelmäßig in Wäldern auftretende aquatische oder amphibische Moose und Flechten. Sie werden ohne besondere Kennzeichnung den genannten Substraten zugeordnet.

Nur ein Teil der Moos- und Flechtenarten kommt ausschließlich auf einem Substrattyp vor. Andere haben eine weitere Standortamplitude und siedeln auf verschiedenen Substraten. So wachsen viele epiphytische Moosarten gelegentlich auch auf Gestein. Genauere Informationen zu den Substratpräferenzen der Arten können beispielsweise den oben genannten Arbeiten entnommen werden.

#### 2.5 Erarbeitung der Diskussionsgrundlagen

## (a) Erstellung von Teillisten nach naturräumlichen Großregionen

Eine gegenüber der Erstauflage der Waldgefäßpflanzenliste (SCHMIDT et al. 2003) deutlich verbesserte Zuordnung der Sippen zu den drei naturräumlichen Großregionen erfolgte über eine von R. May (Bonn) erstellte Abfrage der floristischen Datenbank des Bundesamtes für Naturschutz. Hieraus ergab sich eine Reihe von Änderungen.

Bei den Moosen konnte auf die dem Verbreitungsatlas von MEINUNGER & SCHRÖDER (2007) zugrunde liegende Datenbank zurückgegriffen werden. Durch O. Dürhammer (Pentling) wurde eine Abfrage der Moosvorkommen nach den drei naturräumlichen Großregionen vorgenommen.

Da bundesweite Verbreitungsangaben für Flechten nicht existieren, gestaltete sich die Erarbeitung von Teillisten der naturräumlichen Großregionen schwierig. Hier erfolgte durch T. Feuerer (Hamburg) eine Zusammenführung der Checklisten derjenigen Bundesländer, die sich vollständig innerhalb einer naturräumlichen Großregion befinden. Bundesländer mit nennenswertem Anteil an den beiden naturräumlichen Großregionen Norddeutsches Tiefland sowie Hügel- und Bergland (z. B. Niedersachsen, Sachsen-Anhalt) wurden nicht berücksichtigt. Für die komplett im Bundesland Bayern gelegene Großregion Alpen nahm T. Feuerer eine Aufteilung der bayerischen Checkliste vor. Alle Teillisten wurden im Rahmen der Expertendiskussion und – wenn nötig – durch Literaturrecherchen ergänzt.

#### (b) Vorläufige Einstufung der Waldbindung

Für die Zweitauflage der Waldgefäßpflanzenliste wurden die seit 2003 bei den Autoren eingegangenen Änderungsvorschläge (einschließlich Anregungen aus dem Kreis der Autoren) zur Diskussion gestellt. Darüber hinaus wurde die vormalige Gruppe B ("Arten der Baumschicht"), die sehr heterogen aus Bäumen, Lianen und Epiphyten zusammengesetzt war, analog zu den Sträuchern und Kräutern nach ihrer Waldbindung aufgegliedert.

Während bei den Gefäßpflanzen meist eine vorläufige Einstufung über deren Präsenz in Vegetationsaufnahmen und über den Licht-Zeigerwert vorgenommen werden konnte, gelingt dies bei den Moosen und Flechten nur zum Teil, weil Kryptogamen bei der Erfassung der Bodenvegetation von Wäldern oft nur unvollständig oder gar nicht berücksichtigt werden und weil von epiphytisch oder epilithisch in Wäldern vorkommenden Kryptogamen nur wenig Aufnahmematerial vorliegt. Umso größeres Gewicht erhält hier die Einschätzung der Fachleute im Rahmen der Expertendiskussion.

Die in der Diskussionsgrundlage vorgenommene vorläufige Einstufung der Waldbindung beruht auf Literaturangaben [Moose: DIERSSEN (2001), MEINUNGER & SCHRÖDER (2007), NEBEL & PHILIPPI (2000, 2001, 2005); Flechten: ERNST (1997), HAUCK (1996), LITTERSKI (1999), OTTE & RÄTZEL (1996), OTTE et al. (1997), PAUS (1997), SCHÖLLER (1991), WIRTH (1995a, b); außerdem: SwissLichens, Webatlas der Flechten der Schweiz: http://merkur.wsl.ch/didado/swisslichens.map, Lichens of Belgium, Luxembourg and northern France: http://www.lichenology.info/cgi-bin/baseportal.pl?htx=atlas sowie unveröffentlichte Daten von H. Bültmann (Münster)]. Darüber hinaus wurden die Arten mit Lichtzahl 1 bis 7 ("Halblichtpflanze" bis "Tiefschattenpflanze") nach ELLENBERG et al. (1992) hinzugefügt. Schließlich wurden alle Taxa berücksichtigt, die nach Auswertung von Vegetationsübersichten in einem Wald-Vegetationstyp (i. d. R. Assoziation bzw. Gesellschaft) eine Stetigkeit von mindestens 5 % erreichen. Die Stetigkeitsgrenze wurde niedriger angesetzt als bei den Gefäßpflanzen (10 %), um der schlechteren Datenbasis Rechnung zu tragen. Zur Verfügung standen in größerem Umfang auch digitale Daten: Vegetationsdatenbank Mecklenburg-Vorpommern (Wald: 7.618, Offenland: 19.315 Vegetationsaufnahmen), bereitgestellt von F. Jansen (Greifswald); Datenbank Moorwälder (1.794 Vegetationsaufnahmen), bereitgestellt von A. und I. Wagner (Unterammergau); Daten aus Dicrano-Pinion, Quercion roboris, Piceion abietis (6.623 Vegetationsaufnahmen), bereitgestellt von T. Heinken (Potsdam); Daten aus Biodiversitätsexploratorien (<a href="http://www.biodiversity-exploratories.de">http://www.biodiversity-exploratories.de</a>, 1.667 Vegetationsaufnahmen), bereitgestellt von S. Boch (Bern) und J. Müller (Potsdam); Datenbank BERGWALD (Wald 3.379, Offenland: 1.555 Vegetationsaufnahmen), bereitgestellt von J. Ewald (Weihenstephan). Für die nach MEINUNGER & SCHRÖDER (2007) in den Alpen nachgewiesenen Moose nahm O. Dürhammer (Pentling) eine vorläufige Einstufung vor.

## 2.5 Ablauf der Expertendiskussion

Die Diskussionsgrundlagen wurden an die Experten mit der Bitte um Überprüfung, Änderungsvorschläge und Ergänzung versandt. Diese betraf zunächst die Akzeptanz des methodischen Vorgehens, darüber hinaus vor allem auch die Gruppenbildung und Zuordnung der einzelnen Arten zu den Gruppen. Die eingegangenen Experteneinschätzungen wurden zusammengeführt und eingearbeitet. Bei Moosen und Flechten dienten Arbeitstreffen an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (Göttingen) einer letzten Abstimmung (Moose: 25.11.2009, Flechten: 31.5.2010). Abschließend wurden gezielte Recherchen (Literaturrecherche, Expertenbefragung) zur Klärung einzelner noch offener Fragen durchgeführt.

#### 2.6 Taxonomie und Status, Zusatzinformationen

Berücksichtigt werden alle indigenen Sippen, Archaeophyten und Neophyten, die in den aktuellen Standardlisten für Deutschland enthalten sind. Um die Nutzbarkeit der Waldartenlisten für Datenauswertungen aller Art zu erleichtern, wurden sie auf der Grundlage der taxonomischen Referenzliste für Vegetationsdatenbanken in Deutschland "Germanslu" (Jansen & Dengler 2008) erstellt. Die zum Zeitpunkt der Fertigstellung der Waldartenlisten existierende Version Germanslum 1.2 bezieht sich bei den Gefäßpflanzen auf Wisskirchen & Haeupler (1998), bei den Moosen auf Koperski et al. (2000) und bei den Flechten auf Scholz (2000). Insbesondere bei den Flechten haben sich in den letzten 10 Jahren zahlreiche taxonomische Veränderungen ergeben. Da die Checkliste von Wirth et al. (2010) noch nicht vollständig in der Germanslum enthalten ist, wurden für fehlende Waldflechten-Sippen von F. Jansen (Greifswald) eindeutige Taxonym-Nummern vergeben. Abweichungen von den taxonomischen Konzepten der oben genannten Standardlisten sind in den Vorbemerkungen zu den Waldartenlisten der Gefäßpflanzen, Moose und Flechten aufgeführt.

Die Einstufung der Waldbindung erfolgt in der Regel auf Artniveau. Wenn sinnvoll und möglich, finden jedoch auch Subspezies, Varietäten o. ä. Berücksichtigung. Wo Unsicherheit über die Zuordnung zu einer Waldbindungskategorie besteht, erfolgt die Abgrenzung der Sippen jedoch grundsätzlich auf dem nächst höheren taxonomischen Niveau. Dies kann zur Folge haben, dass einige Sippen weit gefasst (s. l.) bzw. nur als Sammelart (agg.) eingestuft werden. Über die Waldbindung und die Substratbindung (bei Kryptogamen) hinaus werden als Zusatzinformationen die Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (2001) sowie bei Gefäßpflanzen der floristische Status nach WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998) angegeben.

#### 3. Literatur

- Barkman, J. J. (1989): Fidelity and character-species, a critical evaluation. Vegetatio 85: 105-116.
- Bergmeier, E.; Härdtle, W.; Mierwald, U.; Nowak, B.; Peppler, C. (1990): Vorschläge zur syntaxonomischen Arbeitsweise in der Pflanzensoziologie. Kieler Not. Pflanzenk. Schleswig-Holst. Hamburg 20 (4): 92-103.
- BfN (Bundesamt für Naturschutz) (1999): Daten zur Natur 1999. Bonn. 266 S.
- Braun-Blanquet, J. (1918): Eine pflanzensoziologische Exkursion durchs Unterengadin und in den schweizerischen Nationalpark. Beitr. geobot. Landesaufn. 4: 1-80.
- Braun-Blanquet, J. (1921): Prinzipien einer Systematik der Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage. Jahrb St. Gallischen Naturwiss. Ges. 57 (2): 305-351.
- Braun-Blanquet, J. (1925): Zur Wertung der Gesellschaftstreue in der Pflanzensoziologie. Vierteljahresschr. Naturf. Ges. Zürich 70: 122-149.
- Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. Berlin, Wien, New York. 865 S.
- Denner, M. (2007): Auswirkungen des ökologischen Waldumbaus in der Dübener Heide und im Erzgebirge auf die Bodenvegetation. Forstwiss. Beitr. Tharandt 29: 1-402.
- Dierschke, H. (1992): Zur Begrenzung des Gültigkeitsbereiches von Charakterarten. Neue Vorschläge und Konsequenzen für die Syntaxonomie. Tuexenia 12: 3-11.
- Dierschke, H.(1994): Pflanzensoziologie. Stuttgart. 683 S.
- Dierschke, H.(1997): Molinio-Arrhenatheretea (E1). Kulturgrasland und verwandte Vegetationstypen. Teil 1: Arrhenatheretalia. Wiesen und Weiden frischer Standorte. Synopsis Pflanzenges. Deutschlands 3: 1-74.
- Dierßen, K. (2001): Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of european bryophytes. Bryophyt. Bibl. 56: 1-289.
- Dietz, M. (2007): Naturwaldreservate in Hessen 10. Ergebnisse fledermauskundlicher Untersuchungen in hessischen Naturwaldreservaten. Mitt. Hess. Landesforstverw. 43: 1-70.
- Ellenberg, H. (1997): Biologische Vielfalt auf Art-Ebene und ihre Gefährdung als Kriterium und Indikation für ein Monitoring der Nachhaltigkeit von Waldbewirtschaftung. Ein Diskussionsbeitrag zum Helsinki-Prozeß. In: Schriftenr. des BML; Angew. Wiss. 465: 127-137.
- Ellenberg, H.; Weber, H. E.; Düll, R.; Wirth, V.; Werner, W.; Paulissen, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Aufl. Scripta Geobot. 18: 1-258.
- Ellenberg, H.; Weber, H. E.; Düll, R.; Wirth, V.; Werner, W.; Paulissen, D. (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3. Aufl. Scripta Geobot. 18: 1-262.
- Ernst, G. (1997): Die Flechten des Landkreises Harburg. Flora des Landkreises Harburg III. Ber. Bot. Ver. Hamburg 17: 1-135. Hamburg.
- Ernst, G.; Hanstein, U. (2001): Epiphytische Flechten im Forstamt Sellhorn Naturschutzgebiet Lüneburger Heide. NNA-Ber. 2/2001: 28-85.
- Gauer, J.; Aldinger, E. (Hrsg.) (2005): Waldökologische Naturräume Deutschlands. Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke. Mitt. Vereins Forstl. Standortsk. Forstpflanzenzücht. 43: 1-324.
- Hauck, M. (1996): Die Flechten Niedersachsens. Bestand, Ökologie, Gefährdung und Naturschutz. Natursch. Landschaftspfl. Nieders. 36: 1-208. Hannover.
- Jäger, E. J.; Werner, K. (Hrsg.) 2005: Exkursionsflora von Deutschland. Band 4. Gefäßpflanzen: Kritischer Band. 10. Aufl. Heidelberg. 980 S.
- Jansen, F.; Dengler, J. (2008): GermanSL Eine universelle taxonomische Referenzliste für Vegetationsdatenbanken in Deutschland. Tuexenia 28: 239-253
- Jansen, F.; Ewald, J. (2011): Einstufung der Waldbindung epigäischer Moose mit Hilfe statistischer Auswertungen von Vegetationsdatenbanken. BfN-Skripten 299: 46-52.
- Jenssen, M.; Hofmann, G. (2001): Zur Quantifizierung der Pflanzenartenvielfalt in Wäldern. AFZ/DerWald 16: 854-856.
- Koperski, M.; Sauer, M.; Braun, W.; Gradstein, S. R. (2000): Referenzliste der Moose Deutschlands. Schriftenr. Vegetationskd. 34. 1-519.
- Kriebitzsch, W.-U.; Schmidt, W.; Dierschke, H.; Schmidt, M. (2011): Anwendungen der Waldgefäßpflanzenliste Deutschlands eine Zwischenbilanz. BfN-Skripten 299: 14-24.
- Litterski, B. (1999): Pflanzengeographische und ökologische Bewertung der Flechtenflora Mecklenburg-Vorpommerns. Diss. Bot. 307: 1-391. Berlin, Stuttgart.
- Mast, R. (1999): Vegetationsökologische Untersuchung der Feuchtwald-Gesellschaften im niedersächsischen Bergland. Archiv naturwiss. Diss. 8: 1-283.
- Meinunger, L.; Schröder, W. (2007): Verbreitungsatlas der Moose Deutschlands. Hrsg. von O. Dürhammer für die Regensburgische Botanische Gesellschaft. Regensburg. Bd. 1. 636 S., Bd. 2. 699 S., Bd. 3 709 S.
- Meynen, E.; Schmithüsen, J. (1953-1962): Handbuch der Naturräumlichen Gliederung Deutschlands. Bad-Godesberg.
- Mueller-Dombois, D.; Ellenberg, H. (1974): Aims and methods of vegetation ecology. New York. 547 S.

- Nebel, M.; Phlippi, G. (2000): Die Moose Baden-Württembergs. Bd. 1. Allgemeiner Teil. Spezieller Teil: Klaffmoose und gipfelfrüchtige Laubmoose I. Stuttgart. 512 S.
- Nebel, M.; Phlippi, G. (2001): Die Moose Baden-Württembergs. Bd. 2. Gipfelfrüchtige Laubmoose II und seitenfrüchtige Laubmoose. Stuttgart. 529 S.
- Nebel, M.; Phlippi, G. (2005): Die Moose Baden-Württembergs. Bd. 3. Torfmoose, Lebermoose und Hornmoose. Stuttgart. 550 S.
- Oberdorfer, E. (1990): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 6. Aufl. Stuttgart. 1050 S.
- Oheimb, G. v. (2003): Einfluss forstlicher Nutzung auf die Artenvielfalt und Artenzusammensetzung der Gefäßpflanzen in norddeutschen Laubwäldern. Schriftenr. naturwiss. Forschungsergebnisse 70: 1-261.
- Oheimb, G. v.; Ellenberg, H.; Heuveldop, J.; Kriebitzsch, W.-U. (1999): Einfluß der Nutzung unterschiedlicher Waldökosysteme auf die Artenvielfalt und zusammensetzung der Gefäßpflanzen in der Baum-, Strauch- und Krautschicht unter besonderen Aspekten des Naturschutzes und des Verbissdruckes von Wild. Mitt. Bundesforschungsanst. für Forst- und Holzwirtsch. 195: 279-450.
- Otte, V.; Rätzel, S. (1996): Bemerkenswerte Flechtenfunde aus Brandenburg II. Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg 129: 249-268. Berlin.
- Otte, V.; Rätzel, S.; Kummer, V. (1997): Bemerkenswerte Flechtenfunde aus Brandenburg III. Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg 130: 259-283. Berlin.
- Paus, S. M. (1997): Die Erdflechtenvegetation Nordwestdeutschlands und einiger Randgebiete. Vegetationsökologische Untersuchungen unter besonderer Berücksichtigung des Chemismus ausgewählter Arten. Bibl. Lichenol. 66: 1-222.
- Peppler-Lisbach, C.; Petersen, J. (2001):Calluno-Ulicetea (G3). Teil 1: Nardetalia strictae. Borstgrasrasen. Synopsis Pflanzenges. Deutschlands 8: 1-116.
- Schmidt, M. (2000): Die Blaugras-Rasen des nördlichen deutschen Mittelgebirgsraumes und ihre Kontaktgesellschaften. Diss. Bot. 328: 1-294.
- Schmidt, M.; Culmsee, H.; Boch, S.; Heinken, T.; Müller, J.; Schmiedel, I. (2011): Anwendungsmöglichkeiten von Waldartenlisten für Farn- und Blütenpflanzen, Moose und Flechten . BfN-Skripten 299: 25-45.
- Schmidt, M.; Ewald, J.; Fischer, A.; Oheimb., G. V.; Kriebitzsch, W.-U.; Schmidt, W.; Ellenberg, H. (2003): Liste der Waldgefäßpflanzen Deutschlands. Mitt. Bundesforschungsanst. Forst.- Holzwirtsch. 212: 1-34.
- Schmidt, M.; Oheimb, G. v.; Kriebitzsch, W.-U.; Ellenberg, H. (2002): Liste der im norddeutschen Tiefland typischen Waldgefäßpflanzen. Mitt. Bundesforschungsanst. Forst- Holzwirtsch. 206: 1-37.
- Schöller, H. (1991): Flechtenverbreitung und Klima. Vegetationsökologische Untersuchungen zur Rolle der Flechten in naturnahen Traubeneichenwäldern des Taunus. Bibl. Lichenol. 42: 1-250.
- Scholz, F.; Schüler, S. (Koord.) (2004): BMVEL-Verbundprojekt "Zur biologischen Vielfalt der Wälder in Deutschland". Abschlussber. an die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung Referat 514 Projektträger "Agrarforschung und -entwicklung". Teilprojekt I: Waldökosysteme/Artenvielfalt. Hamburg. 351 S.
- Scholz, P. (2000): Katalog der Flechten und flechtenbewohnenden Pilze Deutschlands. Schriftenr. Vegetationskd. 31: 1-298
- Ssymank, A.; Hauke, U.; Rückriem, C.; Schröder, E. (1998): Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000. Schriftenr. Landschaftspfl. Natursch. 53: 1-560.
- Szafer, W.; Pawlowski, B. (1927): Die Pflanzenassoziationen des Tatra-Gebirges. A. Bemerkungen über die angewandte Arbeitstechnik. Bull. Int. Acad. Polon. Sci. Lettres B 3 Suppl. 2: 1-12.
- Thomasius, H.; Schmidt, P. A. (1996): Wald, Forstwirtschaft und Umwelt. In: Buchwald, K.; Engelhardt, W. (Hrsg.): Umweltschutz Grundlagen und Praxis 10: 1-435. Bonn.
- Walter, H.; Walter, E. (1953): Einige allgemeine Ergebnisse unserer Reise nach Südwestafrika 1952/53: Das Gesetz der relativen Standortskonstanz; das Wesen der Pflanzengemeinschaften. Ber. Dt. Bot. Ges. 66: 228-236.
- Wirth, V. (1995a): Flechtenflora. 2. Aufl. Stuttgart. 661 S.
- Wirth, V. (1995b): Die Flechten Baden-Württembergs. 2. Aufl. Stuttgart. Bd. 1. 527 S., Bd. 2. 1006 S.
- Wirth, V.; Hauck, M.; Brackel, W. v.; Cezanne, R.; de Bruyn, U.; Dürhammer, O.; Eichler, M.; Gnüchtel, A.; Litterski, B.; Otte, V.; Schiefelbein, U.; Scholz, P.; Schultz, M.; Stordeur, R.; Feuerer, T.; Heinrich, D.; John, V. (2010): Checklist of lichens and lichenicolous fungi in Germany. Version #2: 19 January 2011. Georg August Universität Göttingen: <a href="http://www.gwdg.de/~mhauck">http://www.gwdg.de/~mhauck</a>, Göttingen, Germany.
- Wirth, V.; Hauck, M.; De Bruyn, U.; Schiefelbein, U.; John, V.; Otte, V. (2009): Flechten aus Deutschland mit Verbreitungsschwerpunkt im Wald. Herzogia 22: 79-107.
- Wisskirchen, R.; Haeupler, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Stuttgart. 765 S.