



Das Lebensministerium



Waldvegetation

Vegetationsuntersuchungen
in sächsischen Wäldern (Level I und II)

Freistaat  Sachsen

Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft

Inhalt

1	Einleitung	1	1.2.4.2	Korrelation zwischen dem mittleren Zeigerwert der Reaktion und unterschiedlichen bodenchemischen Parametern	15
1	Vegetationsvergleich sächsischer Laubwaldflächen der Bodenzustandserhebung (BZE = Level I der EU)	2	1.2.5	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse	15
1.1	Material und Methoden	2	1.3	Zusammenfassung	18
1.1.1	Flächenauswahl	2	2	Vegetationsvergleich sächsischer Fichtenwaldflächen der Bodenzustandserhebung (BZE = Level I der EU) oberhalb 700 m ü. NN	18
1.1.2	Lage	2	2.1	Untersuchungsgebiet	18
1.1.3	Klima	3	2.2	Methodik	18
1.1.4	Böden	3	2.3	Ergebnisse	19
1.1.5	Hauptbaumarten in der Gesamtstichprobe der BZE	3	2.3.1	Ökologische Artengruppen (AG)	19
1.1.6	Aufnahmemethoden	4	2.3.2	Syntaxonomische Bewertung der Aufnahmen	19
1.1.6.1	Methode der Vegetationsaufnahme in der Referenzaufnahme	4	2.3.2.1	Vegetationsvergleich	20
1.1.6.2	Methode der Vegetationsaufnahme bei der Wiederholungsaufnahme	4	2.3.3	Zusammenfassung	21
1.1.7	Vegetationskundliche Auswertungsmethoden	5	3	Vegetationskundliche Untersuchungen in Forstlichen Dauerbeobachtungsflächen (DBF = Level II der EU)	22
1.1.7.1	Ausweisung von Gruppen	6	3.1	Material und Methoden	22
1.1.7.1.1	Gruppenbildung nach Ausweisung von Bestandestypen	6	3.1.1	Lage der Waldflächen und Untersuchungsziele	22
1.1.7.1.2	Gruppenbildung mit Hilfe des mittleren qualitativen Reaktionswertes	6	3.1.2	Aufnahme- und Auswertungsmethoden	22
1.1.7.2	Veränderungen in den Artenzahlen und der Stetigkeit	6	3.1.2.1	Gesamtkartierung der gezäunten Kernfläche	23
1.1.7.3	Verwendeter Ähnlichkeitsindex	6	3.1.2.2	Anlage und Kartierung der vegetationskundlichen Dauerbeobachtungsflächen (VDBF)	22
1.1.7.4	Zeigerwertvergleich	6	3.1.2.3	Anlage und Kartierung der EDBF	26
1.1.7.5	Vergleich auf Grundlage der ökologischen Artengruppen	6	3.2	Auswertung	26
1.1.8	Auswertungsmethoden in Bezug auf bodenchemische Daten	6	3.3	Ergebnisse	26
1.2	Ergebnisse und Diskussion	7	3.3.1	Gesamtkartierung und vegetationskundliche Dauerbeobachtungsflächen (VDBF)	26
1.2.1	Gesamtbetrachtung der Untersuchungsflächen	7	3.3.1.1	Artenzahlen	26
1.2.1.1	Veränderungen der Artenzahlen bei den Gefäßpflanzen	7	3.3.1.2	Deckungsgrade	26
1.2.1.2	Veränderungen anhand des Sørensen-Index	7	3.3.1.3	Ökologische Zeigerwerte	27
1.2.1.3	Veränderungen der Stetigkeit	7	3.3.1.4	Soziologisches Verhalten der Gefäßpflanzen	27
1.2.1.3.1	Veränderung der Stetigkeit bei den Gefäßpflanzen	7	3.3.2	Indikation der Luftgüte mittels epiphytischer Moose und Flechten	28
1.2.1.3.2	Veränderung der Stetigkeit bei den Moosen	8	3.3.2.1	Epiphytenkartierung der gezäunten Gesamtfläche	28
1.2.1.4	Auswertungen in Bezug auf das Wegfallen und das Neuaufreten von Arten	8	3.3.2.2	Epiphytische Dauerbeobachtungsflächen (EDBF)	28
1.2.1.4.1	Veränderung der Zeigerwertspektren	8	3.4	Zusammenfassung	30
1.2.1.4.2	Veränderungen anhand der ökologischen Artengruppen	9	4	Zusammenfassende Bewertung	30
1.2.2	Auswertung anhand von Gruppen	10	5	Danksagung	30
1.2.2.1	Differenzierung nach Bestandestypen	10	6	Abkürzungsverzeichnis	32
1.2.2.1.1	Vergleich der mittleren Artenzahlen der Bestandestypen	10	6	Literatur	32
1.2.2.1.2	Vergleich der mittleren Zeigerwerte der Bestandestypen	10		Anhang I, II, III	35–40
1.2.2.1.3	Vergleich der Soziologischen Gruppenanteile nach Bestandestypen	10		Anhang IV	US 3
1.2.2.1.4	Vergleich der ökologischen Artengruppen nach Bestandestypen	11			
1.2.2.1.5	Vergleich der mittleren Reaktionswerte zwischen Gefäßpflanzen und Moosen innerhalb der Wiederholungsaufnahme	11			
1.2.2.2	Gruppenbildung nach der mittleren Reaktionszahl (mR)	12			
1.2.2.2.1	Vergleich der Artenzahlen anhand der mR-Gruppen	12			
1.2.2.2.2	Zeigerwertvergleich anhand der mR-Gruppen	12			
1.2.3	Herausstellung einiger Flächen mit starken Veränderungen	12			
1.2.4	Verschneidung mit standörtlichen Daten	14			
1.2.4.1	Vergleich zwischen kartierter Humusform und Charakterisierung durch die ökologischen Artengruppen	14			

Einleitung

Während das Baumartenspektrum in unseren Forsten überwiegend das Ergebnis einer jahrhundertelangen Bewirtschaftung ist, wurde in den Artenbestand der Waldbodenvegetation nur selten direkt eingegriffen. Vegetationskundliche Untersuchungen der Kraut- und Strauchschicht sowie der Moose und Flechten sind deshalb – sowohl für eine allgemeine ökologische Bewertung der Standortverhältnisse als auch zur Bioindikation im Rahmen eines wirkungsseitigen, passiven Umweltmonitorings – gut geeignet. Speziell Moose und Flechten sind wegen fehlender Schutzmechanismen – beispielsweise besitzen sie keine Spaltöffnungen, über deren Regulation das Eindringen von Schadstoffen in die Pflanze verhindert werden könnte – sehr empfindlich gegenüber Umwelteinflüssen (STETZKA & STAPPER, 2001). Sie werden deshalb bereits verstärkt als Zeigerpflanzen bei der Umweltkontrolle eingesetzt (KIRSCHBAUM & WINDISCH, U., 1995; KIRSCHBAUM & WIRTH, 1997; FRAHM, 1998). Von besonderer Bedeutung sind dabei die schadstoffempfindlicheren Arten und deren Wiederansiedelung bzw. Rückwanderung in Verbindung mit der Verbesserung der Luftqualität.

Differenzierte vegetationskundliche Untersuchungen sind dementsprechend von Beginn an Bestandteil des forstlichen Umweltmonitorings in den Wäldern durch die Sächsische Landesanstalt für Forsten (RABEN, 2001). Insgesamt erfolgen die Untersuchungen auf unterschiedlichen Intensitätsebenen nach den einschlägigen nationalen und internationalen Methoden bzw. den Vorgaben der Level-I- und Level-II-Programme zum Schutz des Waldes in der Europäischen Union (EU). Sie sind somit in paneuropäische Untersuchungsprogramme integriert.

Dabei umfasst die seit 1986 in der Bundesrepublik eingerichtete systematische Stichprobenuntersuchung im Rasternetz der Level-I-Stufe die Kronenzustandserhebung zur Waldzustandserfassung (WZE) sowie die Bodenzustandserhebung (BZE). Wie teils auch in anderen Bundesländern, wurde das bundesdeutsche 8 x 8-km-Raster in Sachsen auf ein 4 x 4-km-Netz (279 Aufnahmepunkte) verdichtet (vgl. Abb. 1). Die wiederholten Kronenansprachen sind Grundlage für die jährlichen Waldzustandsberichte (SMUL, 1993 bis 2001), während die Ergebnisse der Ersterhebung zum Zustand der sächsischen Waldböden als Sonderbericht vorliegen (RABEN et al., 2000).

Auf der zweiten Intensitätsebene (Level II) werden in so genannten forstlichen Dauerbeobachtungsflächen von 8 typischen Waldökosystemen Sachsens hauptsächlich kontinuierliche Analysen zu den Stoffeinträgen mit dem Niederschlag (Depositionen) und zur chemischen Zusammensetzung der Bodenlösung (Stoffausträge und Stoffbilanz) durchgeführt sowie die meteorologischen Grundparameter im Freiland erfasst. Die auf mindestens 20 Jahre angelegten Untersuchungen werden u. a. ergänzt durch vegetationskundliche Aufnahmen (seit 1998 auf 6 Flächen) (vgl. Abb. 1), Zuwachserhebungen und ernährungskundliche Untersuchungen. Erste internationale und nationale Auswer-

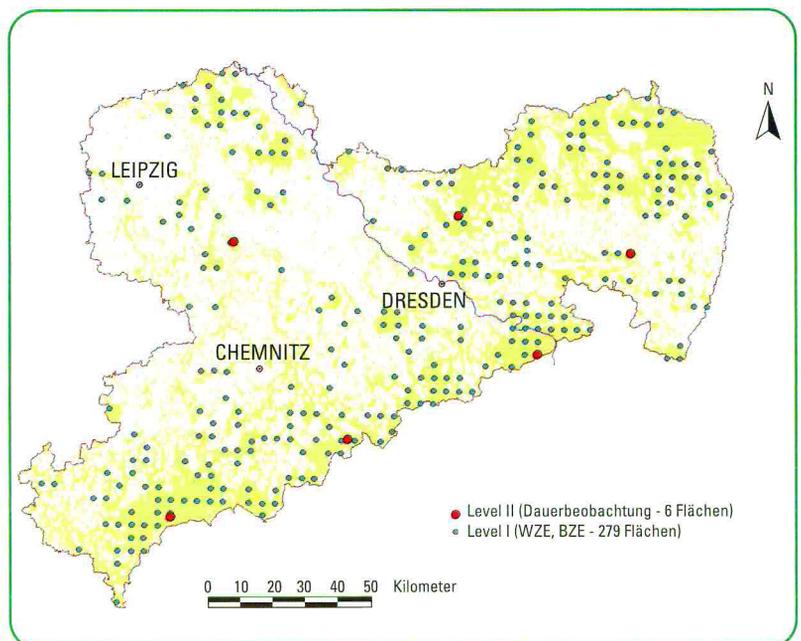
tungen liegen u. a. zu dem vegetationskundlichen Teilprogramm vor (BMVEL, 2001a; SCHULZE et al., 2000).

Die Einrichtung dieser Umweltmessprogramme geht zurück auf die Genfer Luftreinhaltkonvention und das internationale Kooperativprogramm zur Erfassung und Überwachung der Einwirkungen von Luftverunreinigungen auf Wälder (**International Co-operative Programme on the Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests, ICP Forests**). Dazu schuf die EU im Jahre 1986 mit der Ratsverordnung (EWG) Nr. 3528/86 zum Schutz des Waldes in der Gemeinschaft gegen Luftverschmutzung die rechtlichen Grundlagen für die finanzielle Unterstützung der notwendigen Erhebungen und Untersuchungen in den einzelnen Mitgliedsländern. Aufgrund der Forderungen des Protokolls der Konferenz über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro nach einer verstärkten Überwachung der biologischen Vielfalt und Biodiversität von Waldökosystemen, haben vegetationskundliche Erhebungen an Bedeutung gewonnen.

Ziel der vorliegenden Broschüre ist es, einerseits die bisher durch die Sächsische Landesanstalt für Forsten (LAF) innerhalb des forstlichen Umweltmonitorings zu den Vegetationserhebungen erzielten Ergebnisse in zusammengefasster Form – sowohl für Fachkollegen als auch die interessierte Öffentlichkeit – zu dokumentieren, während andererseits Probleme und Erfahrungen derartiger Untersuchungen sowie die daraus abgeleiteten Anregungen bzw. Empfehlungen dargestellt werden sollen, die zu einer methodischen Verbesserung und Vereinheitlichung von vegetationskundlichen Untersuchungen im Rahmen des Umweltmonitorings beitragen können.

Diese Broschüre entstand in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Forstbotanik und Forstzoologie der Technischen Universität Dresden.

Abb. 1: Darstellung sämtlicher vegetationskundlich bearbeiteter Flächen von Level I und Level II in Sachsen.

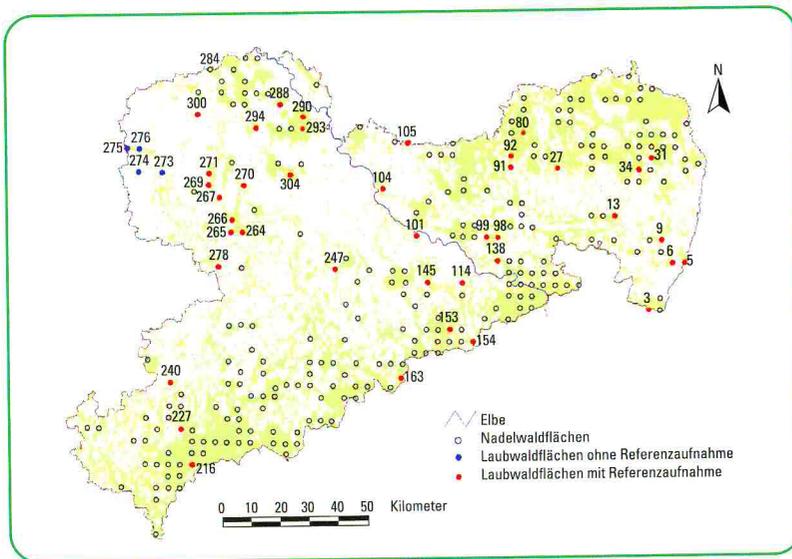


1 Vegetationsvergleich sächsischer Laubwaldflächen der Bodenzustandserhebung (BZE = Level I der EU)

CONRAD, SVEN; ANDREAE, H.; RABEN, G.

Mit einer Wiederholungsaufnahme nach fünf bis zehn Jahren wurden erste Ergebnisse zur Vegetationsveränderung sächsischer Laubwälder im systematischen Raster der Bodenzustandserhebung (BZE) erarbeitet. Dazu wurden Laubwälder ausgewählt, weil sie bei ungestörter Waldentwicklung den Hauptanteil in Sachsen und Mitteleuropa bilden würden. Zudem weisen diese Flächen eine größere Artenvielfalt bei den Gefäßpflanzen auf, und nicht zuletzt zielen die derzeitigen Waldumbaubemühungen auf eine Vergrößerung des Laubwaldanteils in Sachsen (LAF, 1996). Grundsätzlich wird hierbei der Fragestellung nachgegangen, ob nach diesem kurzen Zeitraum schon Veränderungen der Vegetation eingetreten sind, wobei die Auswertung mit Hilfe klassischer qualitativer Methoden und Differenzierung mittels Auswertungskollektiven erfolgte. Zusätzlich werden einige Flächen mit stärkeren Veränderungen näher untersucht und schließlich Zusammenhänge zwischen verschiedenen bodenchemischen Messgrößen und der mittleren qualitativen Reaktionszahl von Referenz- und Wiederholungsaufnahme geprüft und bewertet.

Abb. 2: Räumliche Verteilung der sächsischen Laubwaldflächen im Raster der BZE.



Tab. 1: Verteilung der Laubwaldflächen und der Flächen der Gesamtstichprobe auf die Wuchsgebiete Sachsens in Gegenüberstellung zum Flächenanteil (FA) an der Gesamtfläche Sachsens und zum Waldanteil (WA) bezogen auf die gesamte Waldfläche.

Nr.	Wuchsgebiet (WG)	FA ¹ [%]	WA ¹ [%]	gesamte BZE		Laubwald	
				Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
14	Mittleres norddt. Altmoränenland	2,5	1,3	3	1,1	1	2,3
15 ³	Düben-Niederlausitzer Altmoränenland	20,8	30,3	76	27,2	8	18,2
23	Sachsen-Anhaltinische Löss-Ebenen	1,6	0,2	3	1,1	(3) ²	6,8
24	Leipziger Sandlöss-Ebene	5,6	2,0	4	1,4	2 (1) ²	6,8
25	Sächsisch-Thüringisches Löss-Hügelland	15,8	6,3	16	5,7	9	20,5
26	Erzgebirgsvorland	6,8	3,6	7	2,5	1	2,3
27	Westlausitzer Platte und Elbtalzone	5,8	3,8	11	3,9	4	9,1
28	Lausitzer Löss-Hügelland	9,0	5,4	17	6,1	6	13,6
44	Vogtland	6,4	7,3	16	5,7	2	4,5
45 ³	Erzgebirge	20,5	30,8	94	33,7	5	11,4
46	Elbsandsteingebirge	1,7	4,2	16	5,7	0	0,0
47	Oberlausitzer Bergland	3,2	4,0	13	4,7	1	2,3
48	Zittauer Gebirge	0,3	0,7	3	1,1	1	2,3
	Gesamt	100	100	279	100	40 (4) ²	100

¹ Anteil durch GIS-Verschneidung berechnet auf Datenbasis der LAF Gruppe
² In Klammern: Anzahl der Untersuchungsflächen ohne Referenzaufnahme

1.1 Material und Methoden

1.1.1 Flächenauswahl

Im Vorfeld der Kartierung stand die Auswahl der Flächen innerhalb der sächsischen BZE. Dabei wurden die Aufnahmen mit einer Dominanz von Laubbäumen in der bestandesbildenden Schicht herausgesucht. Danach erfolgte im Jahr 2000 die erste Wiederholungskartierung, bei der 37 Punkte aufgesucht wurden. Zusätzlich wurde bei 15 Flächen aufgrund ihrer Artenausstattung bei der Erstaufnahme der Frühjahrsaspekt erfasst. Dabei wurde der BZE-Punkt 137 als Nadelwald eingestuft.

Wegen des Fehlens einer Methodendokumentation zu den Vegetationsaufnahmen sowie eigener methodischer Unzulänglichkeiten, musste die Kartierung im Frühjahr 2002 wiederholt werden. Dabei wurden alle Vegetationsaufnahmen der BZE anhand der kompletten Daten nochmals auf das Kriterium einer Laubholzdominanz überprüft. Dadurch konnten 9 weitere Flächen identifiziert werden, so dass im Jahr 2002 von den insgesamt 279 BZE-Flächen Sachsens 45 Punkte (inkl. der 36 Flächen aus dem Jahr 2000) kartiert wurden, wobei wiederum eine Fläche als Nadelwald eingestuft wurde (BZE-Punkt 284).

1.1.2 Lage

Die Laubwaldflächen sind ungleichmäßig über den sächsischen Raum verteilt (vgl. Abb. 2) und häufen sich im nordwestsächsischen Raum. Sehr gering mit Laubwaldflächen besetzt sind hingegen Erzgebirge, Vogtland, Elbsandsteingebirge und die nördliche Oberlausitz.

Vier Flächen haben keine vegetationskundliche Referenzaufnahme (vgl. blaue Punkte in Abb. 2) und wurden somit erstmalig kartiert und daher ausschließlich für den Vergleich innerhalb der Wiederholungsaufnahmen berücksichtigt. In Tab. 1 wird die Flächenrepräsentanz für die einzelnen Wuchsgebiete (SCHWANECKE & KOPP, 1996) aufgezeigt. Darin wird einerseits der Flächenanteil der Wuchsgebiete an der Gesamtfläche Sachsens dokumentiert, während andererseits der Anteil der Waldfläche des Wuchsgebietes an der Gesamtwaldfläche Sachsens dargestellt ist. Danach sind, ausgehend vom Flächenanteil an der Gesamtfläche, die Wuchsgebiete recht gut durch die Laubwaldflächen repräsentiert.

1.1.3 Klima

Sachsen liegt im **Übergangsbereich vom subozeanischen zum subkontinentalen Klimabereich**, der durch die Karte der forstlichen Klimastufen (vgl. Abb. 3) gut charakterisiert wird, indem darin Höhenstufen mit Feuchtestufen verknüpft sind.

In den trockenen und sehr trockenen Bereichen des Tieflandes und im Hügelland liegt die mittlere Jahresniederschlagssumme bei 480 bis 550 mm. Im mäßig trockenen Tiefland sowie den Hügellagen und den unteren Berglagen steigt sie bis auf 700 mm an, während in den mittleren Berglagen die Jahresniederschlagssumme bis auf 900 mm anwächst. Die höchsten Werte werden in den höheren Berg- und Kammlagen mit durchschnittlich 1 200 mm erreicht. Die Jahresdurchschnittstemperatur Sachsens schwankt zwischen 8,0–9 °C im Tiefland und 3,0–4,5 °C auf den Mittelgebirgskämmen, wobei die Elbtalweitung mit 9,0 °C das am stärksten wärmebegünstigte Gebiet Sachsens ist (SCHWANECKE & KOPP, 1996).

Bei einer Zuweisung zu den natürlichen Waldgesellschaften sind **Eichen- und Buchen-Waldgesellschaften** etwa gleich stark vertreten. Eichenwälder haben ihren Schwerpunkt im Tief- und Hügelland. Buchenwälder sind dagegen in den niederschlagsreicheren Berglagen, aber auch gebietsweise im Tiefland vertreten.

1.1.4 Böden

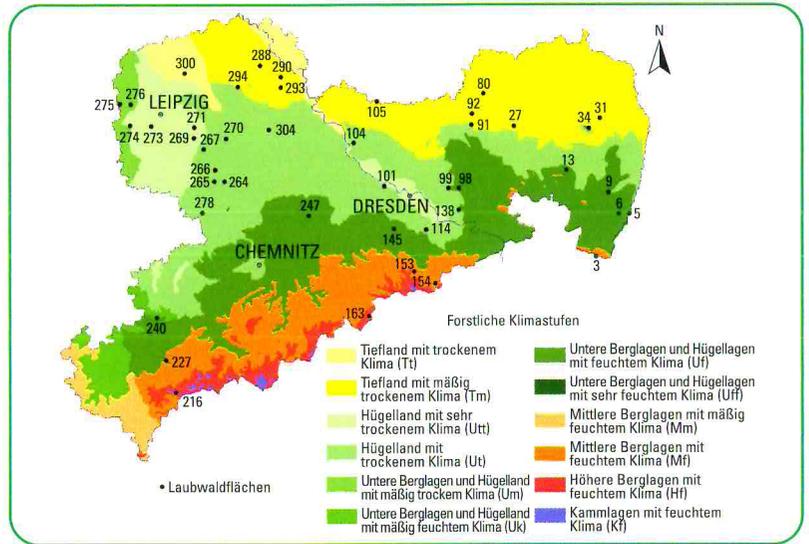
Die untersuchten BZE-Laubwaldflächen Sachsens befinden sich zu mehr als der Hälfte auf **Braunerden**. Am zweithäufigsten sind **Pseudogley**-Standorte mit einem Anteil von ca. 30 Prozent. Die drittgrößte Gruppe bilden Flächen mit **Auenbraunerden**. Im Vergleich zur Gesamtstichprobe der BZE (RABEN et al., 2000) ist der Anteil der Braunerden gleich hoch, während sich bei den Laubwäldern der Anteil an Pseudogley- und an Auenbraunerde-Standorten auf Kosten von Podsol- und Gley-Standorten erhöht.

Bei Betrachtung der **Humusformen** (Abb. 4) kann ein Viertel der Aufnahmeflächen dem ökologisch sehr günstigen **Mull** zugerechnet werden. Zwei Drittel der Flächen sind als **Moder** charakterisiert und nur drei Flächen gehören zur Humusformengruppe **Rohhumus**.

Im Vergleich zur Gesamtaufnahme der BZE (RABEN et al., 2000) kehrt sich bei den Laubwaldflächen das Verhältnis zwischen Mull und Rohhumus um. Einerseits sind alle Mull-Flächen der Gesamtstichprobe in der Laubwaldaufnahme enthalten und andererseits sind kaum Rohhumusformen auf Laubwaldflächen anzutreffen.

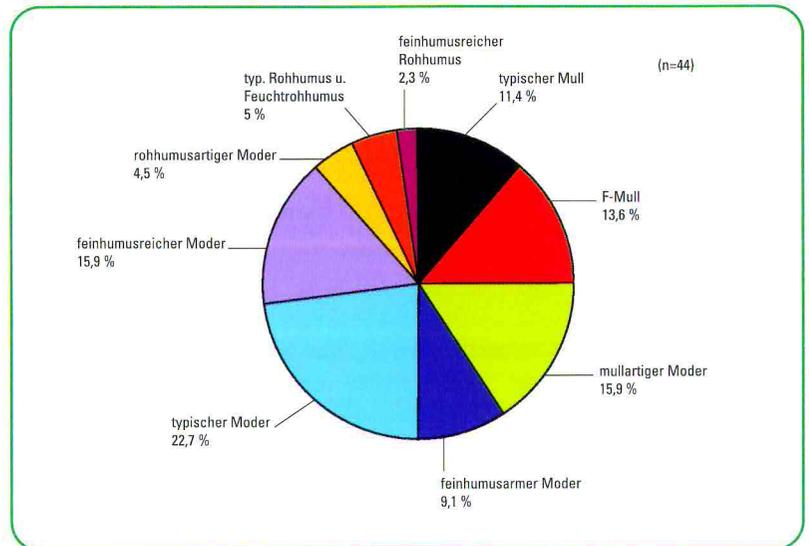
1.1.5 Hauptbaumarten in der Gesamtstichprobe der BZE

Für die Gesamtbeurteilung der BZE-Stichprobe Sachsens ist die Hauptbaumartenkarte (vgl. Abb. 5) aufschlussreich, die die Verteilung der Hauptbaumarten im Untersuchungsgebiet zeigt und der die jeweils dominante Baumart zugrunde liegt. Bei Auftreten gleichdominanter Baumarten wurde eine Zuordnung anhand der forstlichen Beschreibung getroffen.



Bekanntermaßen sind das Erzgebirge, das Vogtland und das Oberlausitzer Bergland vor allem durch die **Hauptbaumart Fichte** geprägt, während in der Sächsischen Schweiz neben Flächen mit Fichte (*Picea abies*) auch Flächen mit Kiefer (*Pinus sylvestris*) und einige Flächen mit Lärche (*Larix spec.*) vertreten sind. Im Tiefland dominiert vor allem die Kiefer.

Abb. 3: Räumliche Verteilung der Untersuchungsflächen in Bezug auf die forstlichen Klimastufen (Kartengrundlage LAF Graupa, nach SCHWANECKE & KOPP, 1996).



Laubwälder sind dagegen **nur im Leipziger Tiefland häufiger** anzutreffen und es handelt sich vor allem um Flächen mit der Hauptbaumart Eiche (*Quercus spec.*). Hingegen ist die Birke (*Betula spec.*) als Sukzessionsbaumart über das gesamte Gebiet verteilt.

In der Gesamtbetrachtung der Hauptbaumarten (vgl. Tab. 2) ist die Fichte (*Picea abies*) mit 143 Aufnahmeflächen der BZE die dominierende Baumart in Sachsen, gefolgt von 89 Kiefernflächen (*Pinus sylvestris*). Bezogen auf die Laubbaumarten haben die Eichen (*Quercus spec.*) mit 13 und die Birken (*Betula spec.*) mit zwölf Flächen den höchsten Anteil.

Abb. 4: Anteile der Humusformen an den BZE-Laubwaldflächen Sachsens.

Tab. 2: Übersicht über die prozentualen Anteile der Hauptbaumarten innerhalb der BZE Sachsens.

	Hauptbaumart	Anzahl	Anteil [%]	Anteil an der Gruppe [%]
Laubbäume	Bergahorn (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	3	1,1	7,0
	Birke (<i>Betula spec.</i>)	12	4,3	27,9
	Hainbuche (<i>Carpinus betulus</i>)	1	0,4	2,3
	Buche (<i>Fagus sylvatica</i>)	8	2,9	18,6
	Hybrid-Pappel (<i>Populus x canadensis</i>)	2	0,7	4,7
	Eiche (<i>Quercus spec.</i>)	13	4,7	30,2
	Robinie (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	1	0,4	2,3
	Eberesche (<i>Sorbus aucuparia</i>)	1	0,4	2,3
	Winterlinde (<i>Tilia cordata</i>)	2	0,7	4,7
	Summe		43	15,4
Nadelbäume	Lärche (<i>Larix spec.</i>)	4	1,4	1,7
	Fichte (<i>Picea abies</i>)	143	51,3	60,6
	Kiefer (<i>Pinus sylvestris</i>)	89	31,9	37,7
Summe		236	84,6	100
Gesamtsumme		279	100	-

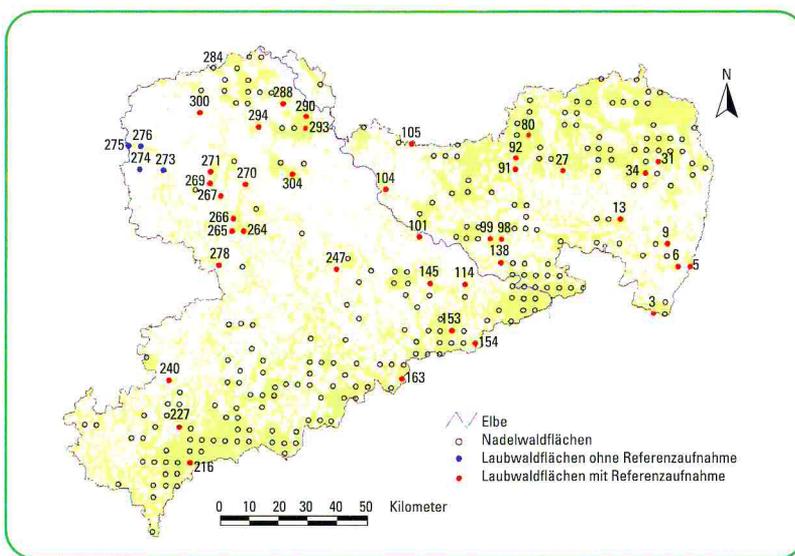


Abb. 5: Räumliche Verteilung der Hauptbaumarten auf den sächsischen BZE-Flächen.

Insgesamt lässt sich eine ähnliche prozentuale Verteilung der Hauptbaumarten wie im Waldzustandsbericht 1999 (SMUL, 1999) feststellen, jedoch sind die Laubbaumarten Birke (*Betula spec.*), Eiche (*Quercus spec.*) und die sonstigen Laubbaumarten in der BZE-Stichprobe geringer vertreten. Gründe dafür sind, dass im Tiefland, dem Hauptverbreitungsgebiet der Laubbaumarten, kleinstrukturierte Wälder vorherrschen. Diese Kleinstrukturen kann das relativ grobe 4 x 4-km-Raster nicht entsprechend repräsentieren, wie dies bei den großflächig zusammenhängenden Fichtenwäldern (*Picea abies*) im Gebirge der Fall ist.

1.1.6 Aufnahmemethoden

1.1.6.1 Methode der Vegetationsaufnahme in der Referenzaufnahme

Grundlage der Bodenzustandserhebung war die **BZE-Arbeitsanleitung** (BMELF, 1994). Danach war die Erfassung der Vegetation nicht vorgesehen. Innerhalb der ostdeutschen Standortserkundung wurde aber die Vegetation immer mit aufgenommen (VEB FORSTPROJEKTIERUNG POTSDAM, 1974). Bei der Erstkartierung von 1992 wurden die Vegetationsaufnahmen von den Standortskartierern der

LAF im Rahmen der Bodenbeprobung vorgenommen, während sie im Zuge der Netzverdichtung in den Jahren 1996/97 von drei Auftragnehmern durchgeführt wurden. Eine einheitliche Methode der Vegetationsaufnahme wurde dabei nicht vereinbart, was dazu führte, dass zwei **unterschiedlichen Methoden** angewandt wurden: Zwei Aufnahmetrupps verwendeten die Methode der Standortserkundungsanweisung (VEB FORSTPROJEKTIERUNG POTSDAM, 1974), wonach die Aufnahme der Bodenvegetation nach der BRAUN-BLANQUET-Methode auf einer Fläche von 400 m² (BRAUN-BLANQUET, 1964) und die Ansprache der Baumschicht auf etwa 1 000 m² erfolgte. Beide Aufnahmeflächen sollten nach Möglichkeit die Bodengrube zum Mittelpunkt haben.

Abweichend davon verwendete der dritte Aufnahmetrupp die Methode eines spiralförmigen Begangs, um in artenreichen Beständen möglichst alle Arten der Vegetationseinheit zu erfassen. Dabei variierte die Flächengröße von 400–2 000 m². Diese Variante ist aber nachträglich nicht mehr nachvollziehbar.

1.1.6.2 Methode der Vegetationsaufnahme bei der Wiederholungsaufnahme

Mit Hilfe des Eintrags in der Forstgrundkarte und einem Ausdruck aus der topographischen Karte wurden die Aufnahmeflächen im Gelände aufgesucht. Wichtig dabei war das Auffinden der Bodengruben als Bezugspunkt für die Wiederholungsaufnahme.

Als erstes wurde jeweils die **Aufnahmefläche** abgegrenzt, wobei ein Bandmaß, ein Kompass und zur zwischenzeitlichen Markierung handelsübliche Stoffbeutel zum Einsatz kamen. Als Mittelpunkt der Aufnahmefläche diente die Bodengrube. An diesem Mittelpunkt wurde zunächst das Bandmaß befestigt. Im nächsten Schritt wurden die Himmelsrichtungen NO, NW, SO und SW mit dem Kompass angepeilt und in einer Entfernung von ca. 14,1 m ein Stoffbeutel gut sichtbar platziert. Von diesem Punkt aus wurde jeweils über die Bodengrube hinweg die entgegengesetzte Richtung anvisiert und danach wieder in ca. 14,1 m der gegenüberliegende Eckpunkt festgelegt.

Durch Verbinden der Diagonalen-Eckpunkte ergab sich jeweils eine 400 m² große quadratische Fläche, die Grundlage für die Vegetationsaufnahme der Strauch-, Kraut- und Mooschicht war.

Vorteile dieser **Flächenform** sind vor allem die gute Abgrenzbarkeit der Aufnahmefläche und die gute Überprüfbarkeit der Flächengröße. Arten, die nur auf dem durch die Bodengrube anthropogen veränderten Substrat vorkamen, wurden mit geklammertem Schichtsymbol gesondert kartiert.

Für die Einschätzung der Baumschichten wurden wie in der Standorterkundungsanweisung (VEB FORSTPROJEKTIERUNG POTSDAM, 1974) 1 000 m² veranschlagt. Hierbei kam eine kreisförmige Aufnahmefläche mit gleichem Mittelpunkt zum Einsatz (Radius ca. 17,8 m).

Für die einzelnen **soziologischen Schichten** wurden innerhalb der jeweiligen Fläche die Arten notiert (vgl. Tab. 3) und anschließend ihr **Deckungsgrad** mit der BRAUN-BLANQUET-Skala (vgl. Tab. 4) eingeschätzt. Im Anhang I ist beispielhaft eine Vegetationstabelle dargestellt.

Sowohl für die **Flächendokumentation** als auch für die Deckungsgradeinschätzung der Baumschicht wurde eine Kronenskizze angefertigt. In dieser Skizze wurden außerdem Besonderheiten und Strukturen der Bodenvegetation vermerkt. Des Weiteren wurde eine **Fotodokumentation** für jede Fläche erstellt. Dabei wurden die Bodengrube, der Kronenraum über der Bodengrube (Bildoberseite nach Norden) und der Bestand in den Haupthimmelsrichtungen (N, O, S, W) fotografiert. Zum Einsatz kam dabei ein autofokussierbares Weitwinkelobjektiv mit einer Brennweite von 28 mm. Ein Beispiel für die BZE-Fläche 101 ist im *Anhang IV* dargestellt.

Die Vegetationsaufnahmen erstreckte sich auch auf **Moose und Flechten**, wobei deren Substrate schwerpunktmäßig notiert wurden (vgl. Tab. 5).

Die Nomenklatur der Arten bezieht sich bei den Gefäßpflanzen auf WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998), bei den Moosen auf KOPERSKI et al. (2000) und bei den Flechten auf SCHOLZ (2000). Der Gefährdungsstatus der Arten wurde für Gefäßpflanzen nach den Roten Listen (BfN, 1996) und für Moose nach MÜLLER (1998) eingeschätzt.

1.1.7 Vegetationskundliche Auswertungsmethoden

Von den **44 Vegetationsaufnahmen** aus der Vegetationsperiode 2002 waren vier BZE-Punkte im Leipziger Raum Erstaufnahmen, womit nun sämtliche Laubwaldflächen (vgl. Kap. 1.1.1) der sächsischen BZE erfasst sind.

Die Referenzaufnahmen stammen aus den Jahren 1992 bis 1997 (vgl. Tab. 6). Bei 75 % der Aufnahmen liegt nur ein kurzer Zeitraum von fünf bzw. sechs Jahren zwischen Referenz- und Wiederholungsaufnahme.

Zu dieser zeitlichen Heterogenität der Referenzaufnahmen kommen die Unterschiede in der Flächengröße. Wie in Kap. 1.1.6.1 beschrieben, wurden die Kartierungen der Jahre 1996/97 von drei Teams durchgeführt, wobei das Team, das mit der schwankenden Flächengröße von 400 m² bis zu 2 000 m² arbeitete, 22 Referenzaufnahmen durchführte. Auf-

Symbol	Schicht	Beschreibung
b1	Baumschicht 1	Gehölze größer 5 m, herrschende Bäume, die am oberen Kronenschirm teilnehmen
b2	Baumschicht 2	Gehölze größer 5 m, beherrschte Bäume, die nicht am oberen Kronenschirm teilnehmen
s	Strauchschicht	Gehölze 0,5 m–5 m
k	Krautschicht	krautige Pflanzen und Gehölze bis 0,5 m
m	Mooschicht	Moose und Flechten

Skala	Beschreibung	Gewichtungsfaktor	entspricht ca. bei 400m ²
r	sehr selten, sehr wenig deckend	0,01	0,04 m ²
+	spärlich, wenig deckend	0,5	2 m ²
1	zahlreich, aber weniger als 5% deckend	3,0	12 m ²
2	5 bis 25%	15,0	60 m ²
3	26 bis 50%	37,5	150 m ²
4	51 bis 75%	62,5	250 m ²
5	76 bis 100%	87,5	350 m ²

Symbol	Substratbeschreibung
M	Mineralboden
H	Humus
S	Stein, auf nacktem Stein bis minimale Humusaufgabe
T	Totholz, auf liegendem bzw. stehenden Totholz oder auf Stubben
B	Borke, auf Borke bzw. auf Wurzelanläufen

Jahr	BZE-Aufnahmepunkte	Anzahl	Summe
1992	3, 6, 27, 91, 99, 269, 290	7	40
1993	114	1	
1994	101, 163	2	
1996	5, 9, 13, 31, 34, 80, 92, 98, 104, 105, 138, 145, 153, 154	14	
1997	216, 227, 240, 247, 264, 265, 266, 267, 270, 271, 278, 288, 293, 294, 300, 304	16	
ohne*	273, 274, 275, 276	4	4

* ohne Referenzaufnahme

grund dieser verschiedenen Fehlerquellen aus Bearbeiterwechsel, unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkten und z.T. Abweichungen bei der Flächengröße, ist im zeitlichen Vegetationsvergleich nur eine qualitative Auswertung der Zeigerwerte möglich.

Der Schwerpunkt liegt auf der Auswertung der Artengruppe »Gefäßpflanzen«, da Moose in der Referenzaufnahme nur eine geringe Rolle spielten. Die Flechten wurden der Vollständigkeit halber mit erfasst, sind jedoch in diese Auswertung nicht einbezogen.

Zur Datenbereitstellung und Zeigerwertberechnung wurde eine Weiterentwicklung der »Datenbank Standortkunde« (CONRAD, 2001) unter MS Access 97 benutzt. Die Auswertungen erfolgten mit den Programmen MS Excel 2000 bzw. SPSS 8.0. Die Kartendarstellung wurde mit ArcView 3.2 realisiert.

Tab. 3: Schlüssel für die Ansprache der soziologischen Schicht.

Tab. 4: Schlüssel für den Deckungsgrad nach BRAUN-BLANQUET (aus GLAVAC, 1996).

Tab. 5: Schlüssel für das Substrat bei Moosen und Flechten.

Tab. 6: Übersicht über die zeitliche Staffelung der Referenzaufnahme.

1.1.7.1 Ausweisung von Gruppen

1.1.7.1.1 Gruppenbildung nach Ausweisung von Bestandeszustandstypen

Das Probeflächendesign der systematischen Stichprobe bedingt, dass die Untersuchungsflächen unabhängig von Vegetationstypen bzw. Waldgesellschaften ausgewählt wurden. Somit sind viele Flächen aufgrund von Zwischenstadien nicht eindeutig klassifizierbar und damit keiner Waldgesellschaft (SCHMIDT, 1995) zuzuordnen.

Die Gliederung wurde anhand der dominierenden Baumart bzw. Gattung oder bei Mischbeständen mit Hilfe einer **Bestandescharakterisierung** durchgeführt. Als Gliederungsgrundlage diente die Wiederholungsaufnahme, da diese nach einheitlicher Methode erfolgte. Dazu wurden Veränderungen der mittleren Artenzahl, der **Zeigerwerte**, der soziologischen Gruppen und ökologischen Artengruppen herausgearbeitet und diskutiert und schließlich die mittleren qualitativen Reaktionszahlen der Gefäßpflanzen und Moose gegenübergestellt.

1.1.7.1.2 Gruppenbildung mit Hilfe des mittleren qualitativen Reaktionswertes

Eine weitere Möglichkeit zur Bildung von Gruppen besteht anhand der mittleren qualitativen Zeigerwerte der Krautschicht. Hierbei wird vor dem Hintergrund der Wiederholungsaufnahme die mittlere Reaktionszahl der Zeigerwerte von ELLENBERG et al. (1992) herangezogen und dabei Veränderungen der mittleren Artenzahl und der Zeigerwerte bearbeitet.

1.1.7.2 Veränderungen in den Artenzahlen und der Stetigkeit

Hinsichtlich einer Artenveränderung wurde das Nichtwiederauffinden bzw. Neuhinzukommen von Arten untersucht. Dies umfasste alle Gefäßpflanzen und erfolgte unabhängig von ihrer soziologischen Schicht.

Einerseits wurde eine Gesamtbetrachtung angestellt. Sie beinhaltet die Darstellung der absoluten Veränderung der Artenstruktur in Bezug auf die Artenzahl, wobei die Zeigerwertespektren **Feuchte**, **Reaktion** und **Stickstoff** berücksichtigt wurden. Andererseits erfolgte eine differenzierte Analyse anhand von Auswertekollektiven.

1.1.7.3 Verwendeter Ähnlichkeitsindex

Neben der Betrachtung der Artenzahl, der Artengewinne und -verluste kann man die Unterschiede zwischen Referenz- und Wiederholungsaufnahme anhand eines Ähnlichkeitsindex verdeutlichen.

Aus oben genannten Gründen wurde nur eine **qualitative Auswertung** durchgeführt, was nach HAEUPLER (1982) und GLAVAC (1996) die Anwendung des Präsenz-Gemeinschaftskoeffizienten von SCERENSEN (1948) nahe legt. Die-

ser Index liegt zwischen 0 und 1 und berücksichtigt nur das Vorkommen einer Art und nicht deren Deckungsgrad. Je höher der Wert ist, desto größer ist die Ähnlichkeit, also der Anteil der gemeinsamen Arten.

1.1.7.4 Zeigerwertvergleich

Der Zeigerwertvergleich basiert auf der Grundlage der ökologischen Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa (ELLENBERG et al., 1992). Für das Gebiet Sachsens wurde die Anwendbarkeit dieser Zeigerwerte durch die Auswertung paralleler bodenchemischer und vegetationskundlicher Daten bestätigt (BARONIUS, 1989; OPFERMANN, 1992). Mit Hilfe dieser Werte ist es möglich, die Vegetationsaufnahme ökologisch mit Skalenwerten zu fassen (vgl. Kap. 2.2.).

Zu beachten ist, dass diese Wertereihen ordinal skaliert sind und somit eine Mittelwertbildung eigentlich unzulässig ist (KOVARIK & SEIDLING, 1989). Diese Berechnung wurde aufgrund der häufigen Verwendung in der Literatur und somit wegen der Vergleichbarkeit der Ergebnisse dennoch angewandt. Die Mittelwertbildung zu Zeigerwerten nach Bestandesstypen bzw. Reaktionsgruppen erfolgte dabei jeweils aus den mittleren Zeigerwerten der einzelnen Aufnahmen.

1.1.7.5 Vergleich auf Grundlage der ökologischen Artengruppen nach ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG (1996)

Grundlage dieses Vergleichs waren die ökologischen Artengruppen des ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG (1996). In dieser Veröffentlichung wurden 239 Arten hinsichtlich ihres ökologischen Verhaltens auf die Wasserversorgung und die Humusform eingeschätzt. Unabhängig davon gibt es noch eine Gruppe nitrophiler Arten, die nach der Stärke der Nitrifikation unterschieden wird. Diese Gruppen wurden dann den soziologischen Einheiten nach OBERDORFER (1992) zugeordnet.

1.1.8 Auswertungsmethoden in Bezug auf bodenchemische Daten

Mit Hilfe der ökologischen Zeigerwerte, die hinsichtlich Feuchte, Reaktion und Stickstoff für fast alle Pflanzenarten Mitteleuropas existieren, lassen sich Veränderung der Böden beschreiben und in Ansätzen quantifizieren. Das belegen Arbeiten von FISCHER (1986), WITTIG et al. (1986, 1987), ROST-SIEBERT & JAHN (1988) und AMARELL (2000).

Gegenübergestellt wurden **Messgrößen der Bodenfestphase** und die **mittlere qualitative Reaktionszahl** der Gefäßpflanzen aus der Referenz- und Wiederholungsaufnahme (vgl. Tab. 7). Bei der Artengruppe der Moose wurden nur epigäische Arten der Wiederholungsaufnahme berücksichtigt. Die Bewertung der berechneten Korrelationskoeffizienten erfolgte nach GUILFORD, zitiert in GÜTTLER (1996). Bei der organischen Auflage wurden die Werte der jeweiligen O_{h-} und O_{yf-} Horizonte mit deren Humustrockenmasse gewichtet und zu einem Mittelwert verrechnet. Beim Mineralboden wurde davon ausgegangen, dass wenigstens ein Teil der Pflanzen bis in Tiefen von 60 cm vordringen kann (KUTSCHERA & LICHTENEGGER, 1982). Dementsprechend wurden die vier Tiefenstufen 0–5, 5–10, 10–30 und 30–60 cm zu einem Mittelwert verrechnet. Die Bewertung der verwendeten bodenchemischen Parameter ist in BMELF (1994) oder bei RABEN et al. (2000) nachzulesen.

Tab. 7: Bodenchemische Messgrößen zur Korrelation mit der mittleren qualitativen Reaktionszahl

Humuswerte (mit der Humustrockenmasse der Humusschichten gewichtet)	Mineralbodenwerte (Mittelwertbildung 0-60 cm Tiefe)
<ul style="list-style-type: none">• $pH_{(H_2O)}$-Wert• $pH_{(KCl)}$-Wert• Ca-Gehalt [mg/g]	<ul style="list-style-type: none">• $pH_{(H_2O)}$-Wert• $pH_{(KCl)}$-Wert• C/N-Verhältnis• prozentualer Ca-Anteil• Basensättigung

Gemeiner Löwenzahn (*Taraxacum officinale* agg.) zu beobachten. Hohe Zunahmen sind ebenso bei den Arten Pflillen-Segge (*Carex pilulifera* - Säurezeiger), Gewöhnliche Hasel (*Corylus avellana*), Rasen-Schmiele (*Deschampsia cespitosa* - Wechselfeuchtezeiger), Gemeines Pfaffenhütchen (*Euonymus europaea* - Basenzeiger), Riesen-Schwingel (*Festuca gigantea*), Faulbaum (*Frangula alnus* - Wechselfeuchtezeiger), Dreinervige Nabelmiere (*Moehringia trinervia* - Stickstoffzeiger), Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra* - Stickstoffzeiger), Brombeeren (*Rubus fruticosus* agg. - Stickstoffzeiger) und Hain-Veilchen (*Viola riviniana*) zu verzeichnen, wobei die beiden Stickstoffzeiger Gewöhnliches Kletten-Labkraut (*Galium aparine*) und Große Brennessel (*Urtica dioica*) hervorzuheben sind.

Den stärksten Neuzugang verzeichnen die Arten Vogelmiere (*Stellaria media* - Stickstoffzeiger), Gemeines Ruchgras (*Anthoxanthum odoratum*), Echte Mondraute (*Botrychium lunaria* - Stickstoffmangelzeiger, RL 2), Gewöhnliche Trauben-Kirsche (*Prunus padus*), Efeu-Ehrenpreis (*Veronica hederifolia* agg.) und Gewöhnlicher Schneeball (*Viburnum opulus* - Basenzeiger).

Insgesamt werden **Mangelzeiger weniger**, während **Basen- und Stickstoffzeiger** in der Wiederholungsaufnahme **stärker präsent** sind.

1.2.1.3.2 Veränderung der Stetigkeit bei den Moosen

Die Moose wurden in der Referenzaufnahme nur unzureichend erfasst. Dennoch können einige Aussagen zu dieser Artengruppe gemacht werden: Von insgesamt 43 genannten Arten traten acht Arten nicht wieder auf, bei drei Arten blieb die Stetigkeit gleich und bei zwölf Arten stieg sie an. 20 Arten wurden neu kartiert.

Von den acht nicht wiedergefundenen Arten sind drei in der sächsischen **Roten Liste der Moose** (MÜLLER, 1998) verzeichnet. Dies betrifft die Arten Unechtes Gabelzahnmoos (*Dicranum spurium* - RL 1), Wellenblättriges Schiefbüchsenmoos (*Plagiothecium undulatum* - RL 3) und Dreieckblättriges Kranzmoos (*Rhytidiadelphus triquetrus* - RL 2). Dabei ist *Dicranum spurium* eine Art der basenarmen,

lichtreichen, meist sonnig-warmen Standorte, die durch die fortschreitende Sukzession auf der BZE-Fläche 290 wahrscheinlich ausgedunkelt wurde. *Plagiothecium undulatum* ist dagegen an luftfeuchte und kühle, meist tief-schattige Standorte angepasst. Diese Verhältnisse sind auf der BZE-Fläche 153 heute nicht mehr gegeben. *Rhytidiadelphus triquetrus* hat eine weitere Amplitude, bevorzugt aber mäßig feuchte bis nasse meist basenreichere aber kalkfreie Standorte (NEBEL & PHILIPP, 2001). Das Lockige Gabelzahnperlmoos (*Dicranoweisia cirrata*) kommt normalerweise nicht epigäisch, sondern fast ausschließlich auf Borke und Gestein vor.

Die drei Arten mit gleich bleibender Stetigkeit, das sind Kriech-Stumpfdeckelmoos (*Amblystegium serpens*), Gestreiftes Schönschnabelmoos (*Eurhynchium striatum*) und Wachholder Widertonmoos (*Polytrichum juniperinum*), wurden jeweils auf anderen als den ursprünglichen Flächen kartiert.

In der Wiederholungsaufnahme zeigten Nickendes Pohlmoos (*Pohlia nutans*) und Einseitswendiges Kleingabelzahnmoos (*Dicranella heteromalla*) die höchste Stetigkeit und auch die Arten Echtes Zypressen-Schlafmoos (*Hypnum cupressiforme*), Wellenblättriges Katharinenmoos (*Atrichum undulatum*), Krücken-Kurzbüchsenmoos (*Brachythecium rutabulum*), Samt-Kurzbüchsenmoos (*Brachythecium velutinum*), Schönes Widertonmoos (*Polytrichum formosum*) und Glänzendes Schiefbüchsenmoos (*Plagiothecium laetum*) waren häufig vertreten. Diese erfuhren entweder eine Stetigkeitszunahme oder wurden in der Wiederholungsaufnahme neu erfasst.

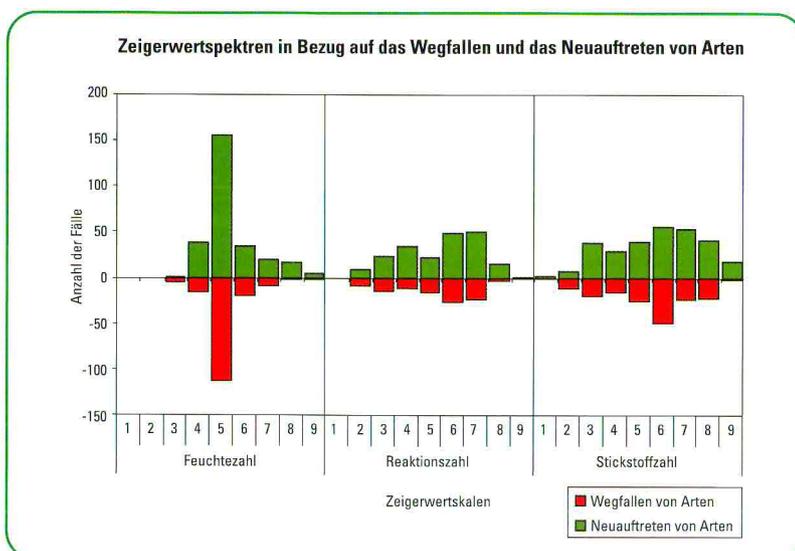
1.2.1.4 Auswertungen in Bezug auf Wegfall und Neuauftritt von Arten

1.2.1.4.1 Veränderung der Zeigerwertspektren

Mit *Abb. 8* werden anhand der Zeigerwertspektren die neuen und die nicht wieder angetroffenen Arten dargestellt. Aus der Datenbank wurde dafür die Artenveränderung bezogen auf die einzelne Aufnahme abgefragt. Die Grafik stellt somit die Zeigerwertspektren aller Arten mit Stetigkeitsänderungen gegenüber.

Anhand dieser kombinierten Darstellung aus der Anzahl der Artennennung und dem Zeigerwert lässt sich beobachten, dass einerseits das Auftreten neuer Arten mit höherer Stetigkeit einen Einfluss auf die Zeigerwertverschiebung hat. Andererseits zeigt sich innerhalb der einzelnen Skalen bei den neuen Arten ein Trend zu Arten mit höheren Zeigerwerten. Die Anzahl der Fälle der Veränderung einer Art geht dabei mit ein. Für alle betrachteten Zeigerwertspektren der Feuchte, der Reaktion und des Stickstoffs überwiegt das **Auftreten anspruchsvollerer Arten**. Daneben kann aber auch ein Zugang des Stickstoffmangelzeigers Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idaea*) beobachtet werden.

Abb. 8: Darstellung der Zeigerwertspektren (F, R und N) der weggefallenen und neu aufgetretenen Arten mit Bezug zur einzelnen Aufnahme-Fläche.



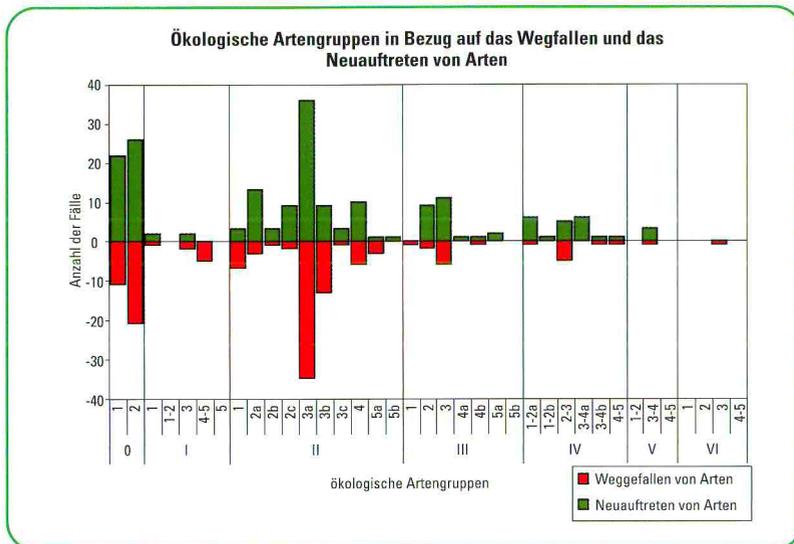
1.2.1.4.2 Veränderungen anhand der ökologischen Artengruppen nach ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG

Der Bewertung der Veränderung der ökologischen Artengruppen liegen 187 Fälle des Neuzugangs und 131 Fälle des Wegfalls von Gefäßpflanzenarten zugrunde (vgl. Abb. 9).

In der Gruppe nitrophiler Arten »0« ist ein stärkeres Neuauftreten bei beiden Untergruppen zu beobachten. Bedingt durch den geringeren Wegfall von nitrophilen Arten im Verhältnis zum Neuzugang, erhöht sich deren Anteil. Dies trifft insbesondere für die Gruppe der stärker nitrophilen Arten zu.

Vor allem in den gering besetzten Gruppen I und VI ist ein stärkerer Wegfall von Arten festzustellen. Dagegen überwiegt in den anderen Gruppen der Neuzugang, wobei sich die stärksten Veränderungen in der Gruppe II (Arten der mäßig trockenen bis mäßig frischen Standorte) vollziehen. In der ökologischen Artengruppe II, 1 (*Vaccium-myrtillus*-Gruppe) lässt sich ein stärkerer Wegfall von Arten beobachten. Hingegen sind in der Gruppe 2 (schlechtere Moder-Humusformen), in der *Deschampsia flexuosa*-Gruppe (2a), in der *Luzula luzuloides*-Gruppe (2c) und auch in der *Lonicera periclymenum*-Gruppe (2b) – hier allerdings in abgeschwächter Form – wesentlich mehr Zugänge von Arten zu verzeichnen.

Die Humusgruppe 3 (bessere Moder-Humusformen) weist insgesamt die meisten Fälle von Artenverschiebungen auf, wobei die *Anemone nemorosa*-Gruppe (3a) die größte Verschiebung zeigt und sich Wegfall und Zugang von Arten etwa die Waage halten. Dagegen sind in der *Galium odoratum*-Gruppe (3b) stärkere Verluste festzustellen, die etwa dem Zugewinn an Arten in der *Stellaria holostea* Gruppe (3c) entsprechen.



In der Humusgruppe 4 (F-Mull; *Galeobdolon*-Gruppe) sind mehr Fälle des Neuauftritts zu beobachten, während es in der *Mecurialis*-Gruppe (5a) der Humusgruppe L-Mull wieder mehr Fälle gibt, in denen die Art nicht wieder angetroffen wurde. In der *Cephalanthera*-Gruppe (5b) ist ein Neuzugang zu verzeichnen.

Abb. 9: Darstellung der ökologischen Artengruppen weggefallener und neu aufgetretener Arten mit Bezug zur einzelnen Aufnahmeffläche.

Zusammenfassend konnte folglich **in der Wasserhaushaltsstufe II die stärkste Artenverschiebung** beobachtet werden. Allerdings ist zu erwähnen, der Schwerpunkt der Vegetationsaufnahmen eben diese mäßig trockenen bis mäßig frischen Standorte umfasste. Oftmals wiesen einzelne Humusgruppen nur wenige Arten auf, so dass sich Veränderungen entsprechend stark auswirken.

Typ	Charakterisierung	BZE-Aufnahmepunkte	Anzahl
BI-Typ	Aufnahmen mit Dominanz der Birke; das Spektrum reicht von Nadelbaumarten mit Birke über reine Birkenaufnahmen bis Birke mit höheren Buchenanteilen	3; 27; 80; 99; 105; 145; 227; 240; 264; 269; 278; 288; 290	13
EI-Typ	Aufnahmen mit Dominanz der Eiche; das Spektrum reicht von Eiche mit Nadelbaumarten über reine Eichenbestände bis Eiche mit Edellaubbäumen	31; 91; 138; 267; 271; (273; 275) ¹ ; 293; 294; 300	8 (2) ¹
BU-Typ	Aufnahmen mit Dominanz der Buche; das Spektrum reicht von Buche mit Nadelbaumarten über reine Buchenbestände bis Buchenbestände mit Eiche	13; 34; 98; 114; 153; 163; 216; 304	8
Edellaub-Typ	In dieser Gruppe werden baumartenreiche Aufnahmen, ohne die Dominanz einer Baumart, wie in BI-, EI- oder BU-Typ, zusammengefasst.	5; 6; 9; 101; 104; 247; 266; 270; (276) ¹	8 (1) ¹
Sonder-Typ	In dieser Gruppe werden zwei Pappel-, ein Robinien- und eine Ebereschbestand zusammengefasst.	92; 154; 265; (274) ¹	3 (1) ¹

Tab. 8: Gruppierung der Aufnahmen zu Bestandestypen.

¹ In Klammern: BZE-Aufnahmepunkte und Anzahl der Aufnahmen ohne Referenzaufnahme

1.2.2 Auswertung anhand von Gruppen

1.2.2.1 Differenzierung nach Bestandestypen

Nach Sichtung der Aufnahmen wurden diese anhand der Vorüberlegungen in Kap. 1.1.7.1.1 in fünf Gruppen eingeteilt. In Tab. 8 (vgl. S. 9) werden die ausgeschiedenen Typen charakterisiert und in Abb. 10 als Überblick dargestellt. Die Einordnung der einzelnen Aufnahmen ist jeweils in der Beschriftung der Aufnahmen im Anhang I zu finden.

Der **Birken-Typ** (BI-Typ) ist mit 13 Aufnahmen die größte Gruppe. Dessen Flächen sind relativ gleichmäßig über Sachsen verteilt. Erwartungsgemäß sind die Punkte des **Eichen-Typs** (EI-Typ) eher im Tiefland angesiedelt, während der **Buchen-Typ** (BU-Typ) hauptsächlich im Hügelland und Gebirge zu finden ist.

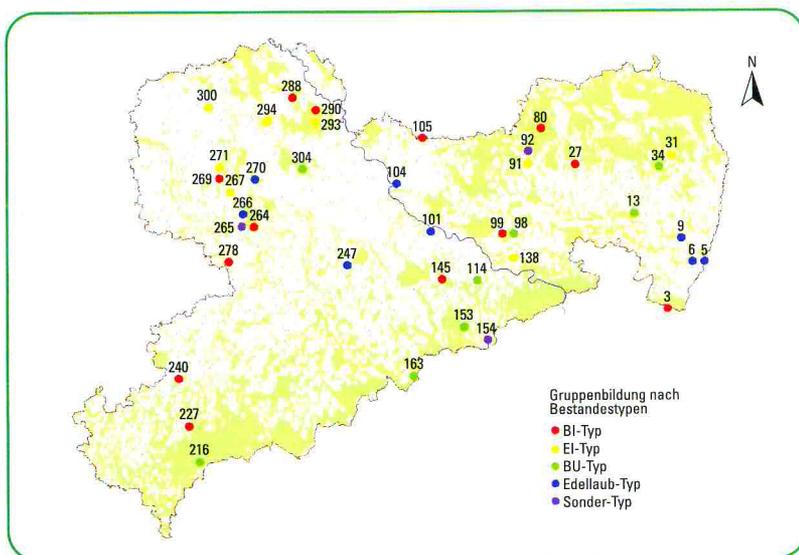


Abb. 10: Räumliche Verteilung der Aufnahmen nach Bestandestypen.

1.2.2.1.1 Vergleich der mittleren Artenzahlen der Bestandestypen

Stellt man die mittleren Artenzahlen der Bestandestypen von Referenz- und Wiederholungsaufnahmen (vgl. Tab. 9) gegenüber, kann man feststellen, dass je nach Typ unterschiedlich hohe Artenzahlenniveaus bestehen. Den niedrigsten Wert bei der Referenz- und Wiederholungsaufnahme hat dabei erwartungsgemäß der BU-Typ, da ein Großteil der Aufnahmen aus artenarmen Buchenwäldern stammt. Das höchste Niveau tritt dagegen beim **Edellaub-Typ** auf, während der EI-Typ keine Veränderung der Artenzahl zeigt. Dagegen sind bei den anderen Typen beträchtliche Zunahmen bei der mittleren Artenzahl zu

beobachten. Der **Sondertyp** hat dabei den höchsten Anstieg zu verzeichnen, sowohl absolut als auch prozentual (bezogen auf die Referenzaufnahme).

1.2.2.1.2 Vergleich der mittleren Zeigerwerte der Bestandestypen

Anhand der mittleren Zeigerwerte (vgl. Abb. 11) lassen sich die fünf Bestandestypen differenzieren. Eine Zusammenstellung dieser Werte findet sich im Anhang III.

Ein etwa gleiches Niveau und nur geringe Änderungen sind beim Feuchtwert zu beobachten.

Bei der Betrachtung der mittleren Reaktionswerte zeigen sich dagegen deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Typen: Der BU-Typ hat den geringsten und der Edellaub-Typ erwartungsgemäß den höchsten Wert. Der niedrige Wert beim BU-Typ erklärt sich aus der Tatsache, dass allein sechs der acht Aufnahmeflächen zu den bodensauren Buchenwäldern (SCHMIDT, 1995) gehören. Insgesamt ist ein Anstieg der mittleren Reaktionszahl bei der Wiederholungsaufnahme zu beobachten. Nur beim EI-Typ ist eine Abnahme zu beobachten, für die in starkem Maße die artenarmen BZE-Flächen 138 und 271 verantwortlich sind. Die starke Veränderung der mittleren Reaktionszahl beim Sonder-Typ erklärt sich einerseits durch die geringe Anzahl von drei Aufnahmeflächen und andererseits durch die Dynamik bei der Eberschenfläche (BZE-Punkt 154), indem Schwachsäure- bis Schwachbasenzeiger stärker auftreten.

Die mittlere Stickstoffzahl weist insgesamt auf mäßig stickstoffreiche Standorte hin. Bis auf den EI-Typ ist bei allen Typen ein Anstieg sichtbar und der Sondertyp erreicht den höchsten Wert. BI-Typ und EI-Typ weisen in der Wiederholung die niedrigste mittlere Stickstoffzahl auf.

1.2.2.1.3 Vergleich der soziologischen Gruppenanteile nach Bestandestypen

Anhand der soziologischen Gruppenanteile (vgl. Abb. 12) weist der Edellaub-Typ den höchsten Anteil an Arten aus Laubwäldern auf. Dieser steigt in der Wiederholungsaufnahme noch an. Fast ähnlich hohe Anteile an dieser soziologischen Gruppe erreicht der EI-Typ, wobei auch hier der Anteil in der Wiederholungsaufnahme sich noch vergrößert.

Beim BI-Typ und BU-Typ liegt der Anteil an Laubwaldarten bei ca. 60 Prozent. Jedoch sinkt in der Wiederholungsaufnahme ihr Anteil aufgrund des Hinzukommens neuer Arten aus anderen soziologischen Gruppen. Der Sonder-Typ hat indes mit 40 Prozent den geringsten Anteil an Laubwaldarten. Er wird entscheidend durch Arten der »krautigen Vege-

Tab. 9: Mittlere Artenzahl (Gefäßpflanzen) der Referenz- und Wiederholungsaufnahme nach Bestandestypen.

Bestandestyp	Anzahl	mittlere Artenzahl		Veränderung	
		R	W	absolut	% bezogen auf R
BI-Typ	13	19,3	24,1	4,8	24,7
EI-Typ	8	18,4	18,4	0	0
BU-Typ	8	13,6	16,3	2,6	19,3
Edellaubtyp	8	22,6	26,6	4,0	17,7
Sondertyp	3	18,3	25,0	6,7	36,4
Gesamt	40	18,6	22,0	3,4	18,2

tation oft gestörter Plätze« und durch Arten »anthropozogener Heiden und Rasen« geprägt. Hohe Anteile dieser Arten treten auch beim BI-Typ auf. In beiden Fällen ist ein Anstieg dieser Arten festzustellen. Die Arten der Süßwasser- und Moorvegetation Sumpf-Strausgras (*Agrostis canina*) und Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*) wurden im Sonder-Typ nicht wieder angetroffen.

Der BU-Typ hat unter den hier untersuchten Laubwäldern den höchsten prozentualen Anteil an Nadelwaldarten und an Arten waldnaher Staudenfluren und Gebüsche.

1.2.2.1.4 Vergleich der ökologischen Artengruppen nach Bestandestypen

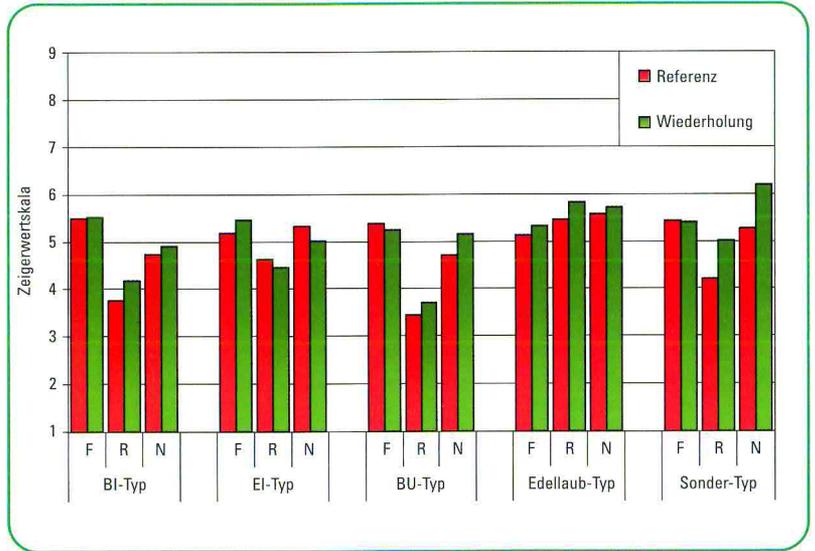
Beim Vergleich der ökologischen Artengruppen hinsichtlich der **Wasserhaushaltsstufen** sind grundsätzlich nur geringe Unterschiede zwischen den einzelnen Bestandestypen sichtbar. Die Arten mäßig trockener bis mäßig frischer Standorte bilden in allen Typen die größte Gruppe. Der EI-Typ hat neben dem Sondertyp sowohl in der Referenz- als auch in der Wiederholungsaufnahme mit ca. 30 % den höchsten prozentualen Anteil an nitrophilen Arten. Der BU-Typ weist in der Referenzaufnahme den niedrigsten Anteil an nitrophilen Arten auf, jedoch steigt deren Anteil bei der Wiederholungsaufnahme stärker als bei den anderen Bestandestypen an.

Bei Betrachtung der **Humusformenanteile** (vgl. Abb. 13) zeichnet sich ein differenzierteres Bild ab. Grundsätzlich hebt sich schon rein farblich der Edellaubtyp deutlich von den anderen Bestandestypen ab. Vorherrschend sind hier vor allem Arten der besseren Humusverhältnisse, was mit den tatsächlich kartierten Humusformen übereinstimmt. Der EI-Typ fällt durch seinen geringen Anteil an Rohhumuszeigern und Zeigern schlechterer Moder-Humusformen auf bei gleichzeitig höheren Anteilen von Arten der besseren Humusverhältnisse. Bei der Wiederholungsaufnahme vergrößert sich hier jedoch der Anteil schlechterer Humusformen, indem die Zeigerarten von L- und F-Mull verschwinden.

Im Vergleich zwischen Referenz- und Wiederholungsaufnahme ist insgesamt ein **Rückgang** des prozentualen Anteils an **Rohhumuszeigern** zu beobachten. Zeigerarten für schlechtere Moder-Humusformen vergrößern ihren Anteil. Sowohl bei EI- und BU-Typ als auch beim Edellaub-Typ werden Zeigerarten sehr guter Humusverhältnisse in verminderter Anzahl wiedergefunden. Demgegenüber wurden beim BI- und Sondertyp in der Wiederholungsaufnahme sogar Zeiger noch besserer Humusformen gefunden.

1.2.2.1.5 Vergleich der mittleren Reaktionswerte zwischen Gefäßpflanzen und Moosen innerhalb der Wiederholungsaufnahme

In den 44 Aufnahmen der Wiederholungsaufnahme wurden 202 Gefäßpflanzen und 37 epigäische Moose erfasst. Wie zu erwarten war, weicht die mittlere qualitative Reaktionszahl der Gefäßpflanzen von dem Wert der Moose stark ab: Der mittlere Zeigerwert der Moose liegt fast zwei Skaleneinheiten unter dem der Gefäßpflanzen. Das kann vor allem damit begründet werden, dass die Moose meist



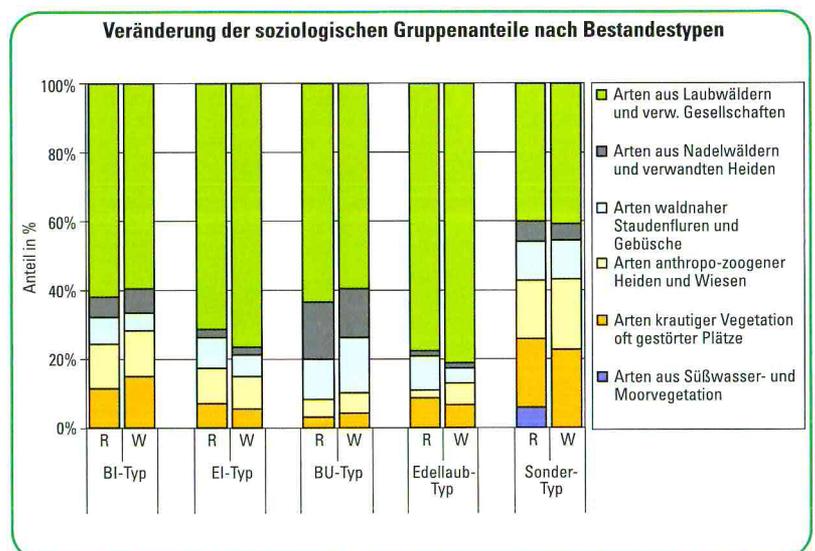
nur auf dem Substrat wachsen. Diese oberste Schicht ist vor allem durch die atmosphärischen Stoffeinträge meist saurer als die tiefer gelegenen Schichten (RABEN et al., 2000). Die Gefäßpflanzen wurzeln dagegen oftmals bis in tiefere und meist besser mit Nährstoffen versorgte Bereiche.

Vergleicht man nun den mittleren Reaktionswert innerhalb der Bestandestypen, so hat der BU-Typ sowohl bei Gefäßpflanzen als auch bei Moosen den niedrigsten Wert. Dagegen weist der Edellaubtyp bei den Gefäßpflanzen den höchsten Reaktionswert auf, während dieser bei den Moosen etwa auf einem Niveau mit dem BI-Typ und dem EI-Typ liegt. Die größte Differenz ist mit über zwei Einheiten zwischen den beiden Artengruppen beim Edellaub-Typ zu verzeichnen.

Der Sonder-Typ (vier Aufnahmeflächen) erreicht den höchsten mittleren Reaktionswert bei den Moosen. Dieser Wert liegt aber immer noch eine halbe Zeigerwertstufe unter dem Wert der Gefäßpflanzen.

Abb. 11: Vergleich der mittleren qualitativen Zeigerwerte (F = Feuchte, R = Reaktion, N = Stickstoff) der Gefäßpflanzen differenziert nach Bestandestypen.

Abb. 12: Veränderung der soziologischen Gruppenanteile nach Bestandestypen.



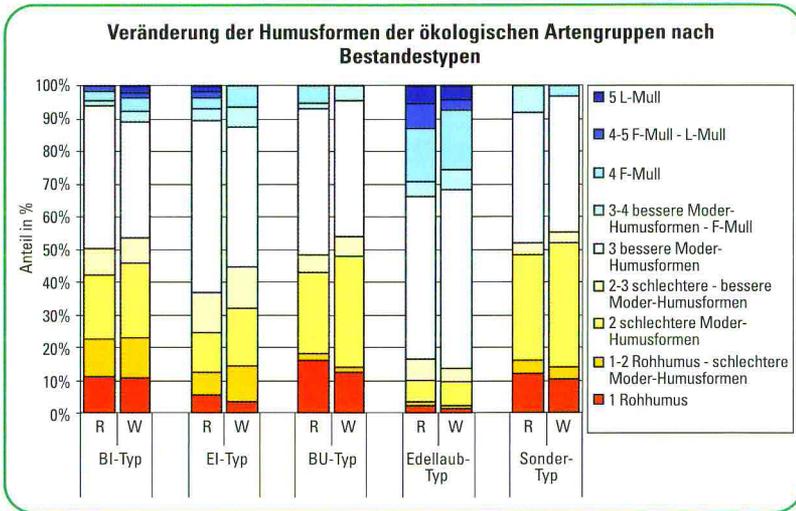


Abb. 13: Prozentuale Veränderung der Humusformen der ökologischen Artengruppen (Gefäßpflanzen) nach Bestandestypen, ohne nitrophile Arten.

1.2.2.2 Gruppenbildung nach der mittleren Reaktionszahl (mR)

Bei der Gruppenbildung nach der mittleren Reaktionszahl (mR) (vgl. Abb. 14) wurden 16 Flächen mit Werten kleiner 4, 20 Flächen mit Werten zwischen 4 und 6 und vier Flächen mit größer 6 ausgeschieden. Letztere entsprechen den Flächen ohne Referenzaufnahme.

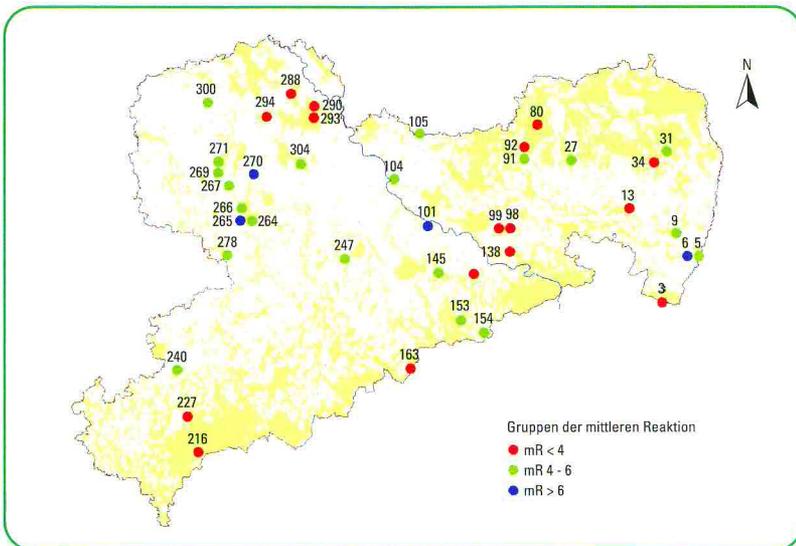


Abb. 14: Räumliche Verteilung der Aufnahmeflächen mit Einteilung nach der mittleren qualitativen Reaktionszahl der Wiederholungsaufnahme.

1.2.2.2.1 Vergleich der Artenzahlen anhand der mR-Gruppen

Beim Vergleich der mittleren Artenzahlen der Gefäßpflanzen wird der allgemeine **Trend der Artenzahlerhöhung** für alle drei Gruppen der mittleren Reaktionszahl (mR) bestätigt (vgl. Tab. 10). Dabei hat die Gruppe mit mR < 4 die niedrigste mittlere Artenzahl, demgegenüber die

Tab. 10: Mittlere Artenzahlen (Gefäßpflanzen) der Referenz- und Wiederholungsaufnahme nach Gruppen der mittleren Reaktionszahl.

mR-Gruppe	Anzahl	mittlere Artenzahl		Veränderung	
		R	W	absolut	% bezogen auf R
mR < 4	16	12,3	13,8	1,6	12,8
mR 4 - 6	20	22,5	27,7	5,2	23,2
mR > 6	4	24,5	26,0	1,5	6,1
Gesamt	40	18,6	22,0	3,4	18,2

Gruppe mit mR > 6 die höchste Artenzahl in der Referenzaufnahme. Sie wird jedoch in der Wiederholungsaufnahme von der mittleren Gruppe mR 4–6 übertroffen, die somit den höchsten mittleren Artenzuwachs aufweist. Bei der Beurteilung der epigäischen Moose in der Wiederholungsaufnahme kann man feststellen, dass auf denn 44 Flächen im Mittel 5,5 Moosarten kartiert wurden. Die Gruppe mR 4–6 hat mit 6,2 Arten die höchste und die Gruppe mR > 6 mit 5,0 Arten die geringste mittlere Artenzahl. Aus der Gruppe mR 4–6 hat die BZE-Fläche 27 mit Abstand die höchste Artenzahl (14 Arten) epigäischer Moosarten.

1.2.2.2.2 Zeigerwertvergleich anhand der mR-Gruppen

Anhand der mR-Gruppen wurden die mittleren qualitativen Zeigerwerte berechnet. Die zugrunde liegenden Werte sind im *Anhang III* zusammengestellt.

Es zeigt sich, dass mit höherer mR-Gruppe auch die mittlere Stickstoffzahl höher liegt. Im Gegensatz dazu sind die Gruppen im Feuchtwert nicht zu unterscheiden. Der Vergleich des mittleren Reaktionswertes von Referenz- und Wiederholungsaufnahme zeigt nur bei der mittleren Gruppe (mR 4–6) eine Steigerung, während beim mittleren Stickstoffwert alle Gruppen einen gewissen Aufwärtstrend aufweisen, der wiederum in der mittleren Gruppe am deutlichsten ist. Insgesamt sind die Veränderungen jedoch gering.

1.2.3 Herausstellung einiger Flächen mit starken Veränderungen

Abgeleitet aus den Auswertungen unter Kap. 1.2.1.1 und 1.2.1.2 werden vier Flächen mit den stärksten Veränderungen herausgegriffen und detailliert untersucht.

In der **BZE-Fläche 104** (vgl. Abb. 15) am Elbtalrand zwischen Meißen und Riesa sind verschiedene Laubbaumarten wie Spitz-Ahorn (*Acer platanoides*), Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Buche (*Fagus sylvatica*), Trauben-Eiche (*Quercus petraea*) und Flatter-Ulme (*Ulmus laevis*) zu etwa gleichen Anteilen in einem 136-jährigen geschlossenen Mischbestand vereint. Die Gesamtdeckung der Krautschicht wurde hier in der Wiederholungsaufnahme um 90 Prozent geringer eingeschätzt, was auf den vormaligen hohen Gesamtdeckungsgrad durch das Kleinblütige Springkraut (*Impatiens parviflora*) zurückgeführt werden kann, das in der Wiederholungsaufnahme nicht gefunden wurde. Durch das Auftreten der an Reaktion und Stickstoff anspruchsvolleren Arten Breitblättriger Dornfarn (*Dryopteris dilatata*), Gewöhnliches Kletten-Labkraut (*Galium aparine*), Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*) und Flatter-Ulme

(*Ulmus laevis*) bei gleichzeitigem Wegfallen der weniger anspruchsvollen Schmalblättrigen Hainsimse (*Luzula luzuloides*), erhöhen sich sowohl die mittlere Reaktionszahl als auch die mittlere Stickstoffzahl. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass ein Teil der Veränderungen auf die unterschiedliche Flächenauswahl zurückzuführen ist, da die Flatter-Ulme (*Ulmus laevis*) in der Referenzaufnahme fehlt, während die Eberesche (*Sorbus aucuparia*) in der Wiederholungsaufnahme nicht festgestellt wurde.

Die **BZE-Fläche 138** (vgl. Abb. 16) ist ein Traubeneichenmischbestand (*Quercus petraea*) mit höherem Fichtenanteil (*Picea abies*) am Rand des Elbsandsteingebirges, dessen Humusform 1996 als feinhumusreicher Moder kartiert wurde. Bei der Wiederholungsaufnahme wurde die Gesamtdeckungsgrade in allen Schichten niedriger eingeschätzt, während die Artenzahl in der Strauch- und Krautschicht zugenommen hat. So steigt die Artenzahl der Krautschicht um zehn Arten auf 14 Arten an. Zusätzlich erweitern neue Straucharten, wie Faulbaum (*Frangula alnus*), Himbeere (*Rubus idaeus*) und Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) sowie neue Arten in der Krautschicht, wie Pillen-Segge (*Carex pilulifera*). Gewöhnlicher Dornfarn (*Dryopteris carthusiana*), Breitblättriger Dornfarn (*Dryopteris dilatata*), Gewöhnlicher Hohlzahn (*Galeopsis tetrahit*) und Kleinblütiges Springkraut (*Impatiens parviflora*), die Zusammensetzung der Vegetation. In der Referenzaufnahme war diese Fläche nur durch Arten, wie Brombeere (*Rubus fruticosus* agg.), Roter Holunder (*Sambucus racemosa*), Eberesche (*Sorbus aucuparia*) und Fuchs' Greiskraut (*Senecio fuchsii*), charakterisiert. Durch die neuen Arten werden die ehemals hohen Reaktions- und Stickstoffzahlen relativiert und fallen wesentlich niedriger aus.

Sehr starke Veränderungen weist die **BZE-Fläche 154** (vgl. Abb. 17) während der sechs Jahre zwischen Referenz- und Wiederholungsaufnahme auf. Trotz weiterhin geschlossener Baumschicht und Absenkung des Lichtzeigerwertes zeigte der 27 Jahre alten Ebereschenreinbestand in der Wiederholungsaufnahme eine um 60 Prozent niedrigere Gesamtdeckung der Baumschicht, deren geringe Belaubung mit den vielen Nekrosen zusammenhängen könnte. Zu der Veränderung in der Baumschicht kommen starke Veränderungen in der Krautschicht, wo dem Verlust von drei Arten ein Gewinn von 27 Arten gegenübersteht, obwohl die Gesamtdeckung der Krautschicht in der Wiederholungsaufnahme geringer ausfällt. Kam Draht-Schmiele (*Deschampsia flexuosa*) in der Referenzaufnahme fast auf der gesamten Fläche vor, so ging ihr Vorkommen in der Wiederholungsaufnahme auf wenige Bereiche zurück. Das gilt auch für das vorher ebenfalls dominierende Wollige Reitgras (*Calamagrostis villosa*). Im Gegensatz dazu traten in starkem Maße Stickstoffzeiger, wie Brennessel (*Urtica dioica*) und Gewöhnlicher Löwenzahn (*Taraxacum officinale* agg.) neu auf und das Fuchs' Greiskraut (*Senecio fuchsii*) erhöhte seinen Deckungsanteil. Das gleichzeitige Auftreten des Schattenzeigers Wald-Sauerklee (*Oxalis acetosella*) und der Lichtzeiger Rotes Straußgras (*Agrostis capillaris*) und Gänseblümchen (*Bellis perennis*) weist auf mosaikartige Unterschiede in der Beschattung hin. Insgesamt steigen bei dieser Fläche die mittleren qualitativen Zei-



Abb. 15: BZE-Fläche 104 von der Bodengrube nach Osten.

gerwerte sowohl bei der Reaktion als auch beim Stickstoff um 1,5 Skalenstufen an, was mittlerweile verstärkt der bereits im Jahr 1996 kartierten Humusform eines typischen Mulls entspricht.

Auf der **BZE-Fläche 163** (vgl. Abb. 18) in den höheren Lagen des mittleren Erzgebirges stockt ein 140 Jahre alter geschlossener Buchenreinbestand. Die Gesamtdeckungsgrade der einzelnen Schichten haben sich nur unwesentlich verändert, jedoch sind zu den vier Gefäßpflanzenarten der Erstkartierung zehn neue Arten hinzugekommen, wovon drei Gehölze sind. Stickstoffanzeigende Arten, wie Fuchs' Greiskraut (*Senecio fuchsii*), Schmalblättriges Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*) und Gewöhnlicher Löwenzahn (*Taraxacum officinale* agg.), konnten auf der 1996 als Rohhumus kartierten Humusform gefunden werden. Des Weiteren sind die Arten Pillen-Segge (*Carex pilulifera*), Zweiblättriges Schattenblümchen (*Maianthemum bifolium*) und Quirlblättrige Weißwurz (*Polygonatum verticillatum*) neu hinzugekommen, so dass aufgrund dieser neuen Artenkonstellation der mittlere qualitative Zeigerwert der Gefäßpflanzen bei Reaktion und Stickstoff stark ansteigt.

Abb. 16: BZE-Fläche 138 von der Bodengrube nach Süden.





Abb. 17: BZE-Fläche 154 von der Bodengrube nach Norden.

Abb. 18: BZE-Fläche 163 von der Bodengrube nach Norden.

Tab. 11: Zusammenstellung und Bewertung der berechneten Korrelationskoeffizienten für die lineare und logarithmische Anpassung bodenchemischer Daten mit der mittleren qualitativen Reaktionszahl der Referenz- und Wiederholungsaufnahme; getrennt nach Artengruppen, Substrattypen und Messgrößen.

1.2.4 Verschneidung mit standörtlichen Daten

1.2.4.1 Vergleich zwischen kartierter Humusform und Charakterisierung durch die ökologischen Artengruppen

Anhand des Arteninventars und der ökologischen Artengruppen (ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG, 1996) wurde für jede der 40 vergleichbaren Aufnahmen ein Spektrum der Humusformen abgeleitet. Diese wurde der kartierten

Humusform gegenübergestellt und eine Einschätzung getroffen, inwieweit eine Übereinstimmung vorliegt. Dazu wurden die kartierten Humusformen in fünf vergleichbare Humusgruppen zusammengefasst.

Danach stimmen 17 Referenzaufnahmen mit der kartierten Humusform überein. Zwei der drei Flächen mit Rohhumusformen werden durch die Arten als schlechtere Moder-Humusformen ausgewiesen. Demgegenüber wurden 18 Aufnahmeflächen aus den beiden Humusgruppen F-Mull und »bessere Moder-Humusformen« durch die Artengruppen um eine Humusstufe schlechter charakterisiert. Jedoch ist festzustellen, dass die Übereinstimmung mit der Referenzaufnahme recht gut ist.

In der Wiederholungsaufnahme verringerte sich jedoch die Übereinstimmung zwischen kartierter und der durch die Vegetation ausgewiesenen Humusgruppe auf neun Flächen. Damit erhöhte sich die Anzahl derjenigen Flächen, bei denen die ökologische Humusformengruppe gegenüber der kartierten Humusform um eine Stufe schlechter ausfiel, auf 27. Somit ist die Übereinstimmung in der Wiederholungsaufnahme deutlich schlechter als bei der zurückliegenden Referenzaufnahme.

Eine nahe liegende Erklärung für die stärkere Abweichung könnte eine tatsächliche Veränderung der Humusform sein. Jedoch wird in letzter Zeit durch vermehrte Stickstoffeinträge vielfach von einer Verbesserung der Humusformen, weg von den typischen Rohhumusformen, berichtet (ZEZSCHWITZ, 1980, 1985; BUBERL et al., 1994; BMVEL, 2001c). Diese Abweichung könnte aber auch darin begründet sein, dass diese für Westdeutschland erstellten ökologischen Artengruppen die Verhältnisse Sachsens nicht ausreichend genau wiedergeben, bzw. dass in Sachsen andere Kriterien zur ökologischen Ansprache der Humusform herangezogen werden müssen.

Bewertungslegende: GUILFORD, zitiert in GÜTLER (1996)

- niedriger Zusammenhang ($r = |0,20 \text{ bis } 0,40|$)
- mäßiger Zusammenhang ($r = |0,40 \text{ bis } 0,70|$)
- hoher Zusammenhang ($r = |0,70 \text{ bis } 0,90|$)

R: Referenzaufnahme, W: Wiederholungsaufnahme

Artengruppe	Substrattyp	Messgrößen	Linear		Logarithmisch	
			R	W	R	W
Gefäßpflanzen	Humusauflage	pH _(H₂O)	0,21	0,51	0,22	0,52
		pH _(KCl)	0,22	0,54	0,24	0,55
	Mineralboden	pH _(KCl)	0,42	0,51	0,47	0,55
		C/N-Verhältnis prozent. Ca-Anteil Basensättigung	-0,29 0,56 0,55	-0,42 0,67 0,67	-0,40 0,63 0,63	-0,56 0,73 0,72
Moose	Humusauflage	pH _(H₂O)	-	0,62	-	0,60
		pH _(KCl)	-	0,63	-	0,61
		Ca-Gehalt	-	0,59	-	0,55

1.2.4.2 Korrelation zwischen dem mittleren Zeigerwert der Reaktion und unterschiedlichen bodenchemischen Parametern

Aus den chemischen Analysewerten der Bodenzustandserhebung (BZE) wurden einige Parameter verwendet, um diese mit den mittleren qualitativen Reaktionszahlen in Zusammenhang zu bringen. Grundlage waren die Werte der 40 vergleichbaren Referenz- und Wiederholungsaufnahmen, für deren Korrelationen lineare und logarithmische Zusammenhänge berechnet wurden.

Die Zusammenstellung und Bewertung der ermittelten Korrelationskoeffizienten enthält Tab. 11.

Die Gefäßpflanzen zeigen bei der Referenzaufnahme hinsichtlich der Korrelation mit den pH(H₂O)- und pH(KCl)-Werten in der Humusaufgabe nur einen niedrigen Zusammenhang, während die Wiederholungsaufnahme bei beiden pH-Werten einen mäßigen Zusammenhang aufweist. Beim pH-Wert im Mineralboden ist die Abweichung zwischen Referenz- und Wiederholungsaufnahme geringer und mit den Zusammenhängen bei den Humuswerten vergleichbar. Das C/N-Verhältnis und die mittlere qualitative Reaktionszahl sind negativ korreliert, was dem allgemeinen Verständnis entspricht, wonach ein enges C/N-Verhältnis eine hohe Stoffumsetzungsdynamik ausdrückt (v. ZEJSCHWITZ, 1980, 1985), die wiederum vom pH-Wert abhängig ist. Insgesamt wird jedoch nur ein niedriger bis mäßiger Zusammenhang zwischen beiden Größen deutlich.

Die besten Übereinstimmungen erreichen die Korrelationen mit dem prozentualen Ca-Anteil an der effektiven Kationenaustauschkapazität (vgl. Abb. 19 und 20) und die Korrelation mit der Basensättigung. Bei der logarithmischen Anpassung in der Wiederholungsaufnahme zeigen beide sogar einen hohen Zusammenhang. Die Ergebnisse zwischen Basensättigung und Ca-Anteil sind deshalb sehr ähnlich, weil beide Größen innerhalb der untersuchten Standorte zu 99 Prozent (PEARSON-Korrelationskoeffizient) miteinander korreliert sind. Allgemein hat sich bei allen untersuchten Größen der Zusammenhang in der Wiederholungsaufnahme erhöht.

Bei der Artengruppe der Moose wurden Korrelationen mit Daten der Humusaufgabe durchgeführt. Jedoch besteht bei allen drei Größen ein nur mäßiger Zusammenhang. Den höchsten Wert hat dabei der Korrelationskoeffizient des pH(KCl) bei linearer Anpassung.

Aus der Gesamtschau der Berechnungen (vgl. Tab. 11) lassen sich demnach drei Ergebnisse ableiten:

- Bei den Gefäßpflanzen besteht der beste Zusammenhang zum Ca-Anteil der Kationenaustauschkapazität (KAK) des Mineralbodens.
- In der Wiederholungsaufnahme wird mit der logarithmischen Korrelation beim Ca-Anteil und bei der Basensättigung ein hoher Zusammenhang erreicht.
- Generell zeigt die Wiederholungsaufnahme eine bessere Korrelation zu den mittleren Reaktionszahlen, was möglicherweise auf eine verzögerte Reaktion der Vegetation hindeutet.

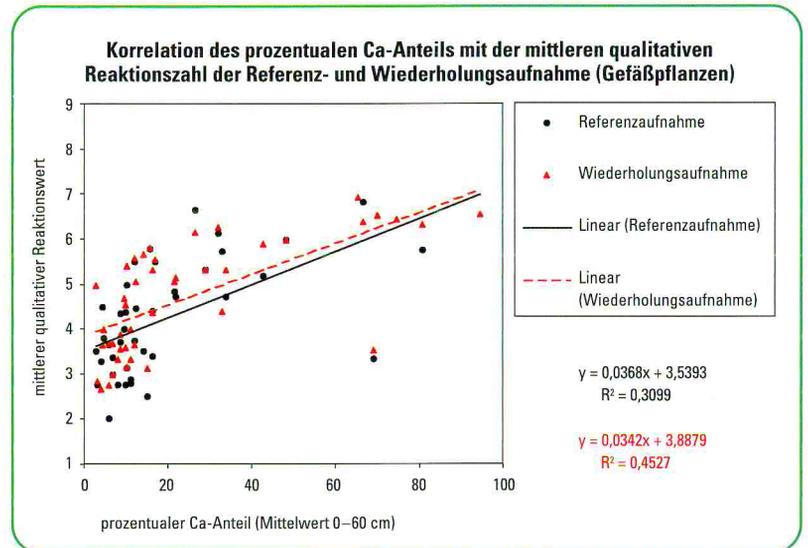


Abb. 19: Gegenüberstellung der linearen Korrelationen von Referenz- und Wiederholungsaufnahme zwischen dem prozentualen Kalzium-Anteil des Oberbodens (0–60 cm) und dem mittleren qualitativen Reaktionswert der Gefäßpflanzen.

1.2.5. Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse

Im Widerspruch zu Ergebnissen aus langfristigen Vegetationsvergleichen, bei denen bisher oft ein Artenrückgang festgestellt wurde (ROST-SIEBERT & JAHN 1988; KUHN, 1990; NEITE & PAHLKE 1991; SCHMIDT, 1993), konnte in der vorliegenden Arbeit **bei der Mehrzahl der Aufnahmen eine Artenzahlerhöhung** beobachtet werden. Außer beim Eichen-Typ, stieg die Artenzahl bei allen Bestandestypen an.

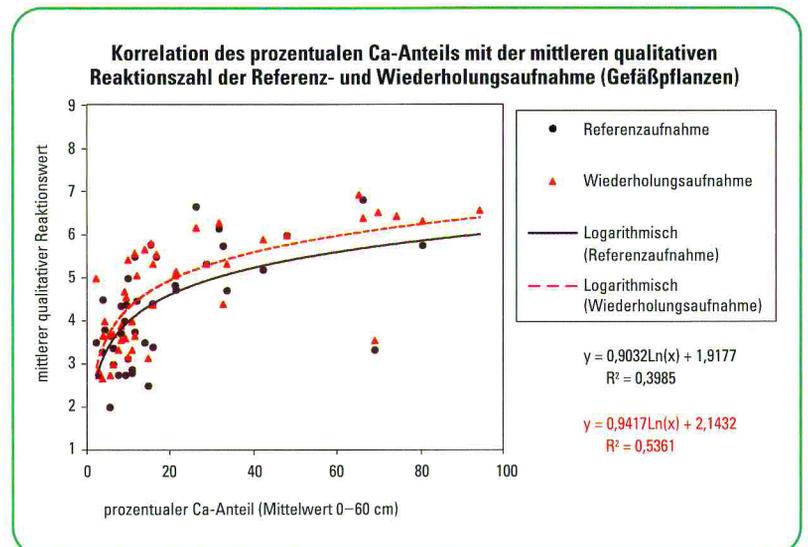


Abb. 20: Gegenüberstellung der logarithmischen Korrelationen von Referenz- und Wiederholungsaufnahme zwischen dem prozentualen Kalzium-Anteil des Oberbodens (0–60 cm) und dem mittleren qualitativen Reaktionswert der Gefäßpflanzen.

Vergleichbare, die Artenzahl betreffende Ergebnisse, zeigen WITTIG & WERNER (1986) anhand von Referenz- und Wiederholungsaufnahme in siebenjährigem Zeitabstand. Diese Veröffentlichung bezog sich auf reichere Buchenwälder, bei denen vermutlich infolge von Versauerungstendenzen der Hauptanstieg durch säureanzeigende Arten stattfand. Ein Auftreten von Stickstoffzeigern wurde ebenfalls beobachtet. Bei den Laubwäldern Sachsens zeigt sich anhand der mR-Gruppen, dass die Artenzahlerhöhung vorwiegend bei Aufnahmen des mittleren Reaktionsbereichs (mR 4–6) erfolgte, wobei vor allem basiphile Arten stärker

in den Vordergrund traten. Ähnliches berichtet AMARELL (2000), der jedoch diese Veränderung von Kiefernforsten der Dübener Heide auf basische Staubeinträge zurückführt.

Mit der Berechnung des Ähnlichkeitsindex nach SCERENSEN (1948), bei dem die Qualität der Artänderung berücksichtigt wird, konnten in den vorliegenden Untersuchungen einzelne Flächen mit starken Veränderungen identifiziert werden. Davon wurden vier Flächen näher charakterisiert und mögliche Gründe für diesen Artenwandel untersucht. Es wurde festgestellt, dass nur die Untersuchungsfläche am BZE-Punkt 154 einen deutlichen Artenwandel zeigt. Auf ihr treten vor allem nitrophile Arten neu auf, wie beispielsweise Große Brennessel (*Urtica dioica*) mit Deckung 2 und Gewöhnlicher Löwenzahn (*Taraxacum officinale* agg.) mit Deckung 1, die zudem mit hohen Reaktionswerten belegt sind.

Mit der Untersuchung der Artstetigkeit konnten einige Arten herausgefunden werden, die in der Wiederholungsaufnahme vermehrt auftraten. Hervorzuheben sind die Arten Gewöhnlicher Löwenzahn (*Taraxacum officinale* agg.), Brombeere (*Rubus fruticosus* agg.), Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*), Dreinervige Nabelmiere (*Moehringia trinervia*), Gewöhnliches Kletten-Labkraut (*Galium aparine*) und Große Brennessel (*Urtica dioica*), die z. T. mit höherer Stetigkeit neu auftraten. Neben diesen vorwiegend nitrophilen Arten traten mit geringer Stetigkeit erstmalig auch viele basiphile Arten auf.

STETZKA (1994) stellt in einem Langzeitvergleich eine durch Immissionseinwirkung (Saurer Regen) und erhöhtes Stickstoffangebot hervorgerufene Veränderung des Artenspektrums fest. Diese Vegetationsveränderung wurde als Sukzession interpretiert, bei der einerseits Stickstoffmangelzeiger und Basenzeiger zurückgingen und andererseits Säure- und Stickstoffzeiger zunahmen. Dabei wurden die Stickstoffzeiger Gemeiner Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*), Gewöhnlicher Hohlzahn (*Galeopsis tetrahit*), Himbeere (*Rubus idaeus*) und Fuchs' Greiskraut (*Senecio fuchsii*) hervorgehoben. Säurezeiger traten vor allem bei reicheren Standorten und Stickstoffzeiger insbesondere bei ärmeren Standorten stärker auf. In einem parallelen vierjährigen Kurzzeitvergleich wurde keine eindeutige Veränderung gefunden. Es wurden jedoch die Zunahme der Stickstoffzeiger Stink-Storchschnabel (*Geranium robertianum*) und Dreinervige Nabelmiere (*Moehringia trinervia*) hervorgehoben.

In der vorliegenden Arbeit wird in Bezug auf die **ökologischen Zeigerwerte** insgesamt ein gewisser **Trend zu Arten höherer Reaktions- und Stickstoffzahlen** sichtbar. Um diese Aussage zu prüfen, wurden versuchsweise die mittleren qualitativen und quantitativen Zeigerwerte der 40 vergleichbaren Aufnahmen gegenübergestellt. Dabei wird der Trend zur Erhöhung basiphiler und nitrophiler Arten bestätigt. Bei der Prüfung der quantitativen Zeigerwerte waren die Veränderungen – ausgehend von einem niedrigeren Niveau – sogar noch stärker. Zusätzlich wurden Kartierungen von 32 Wiederholungsaufnahmen des Jahres 2000 einbezogen, die trotz der viel größeren Aufnahmefläche diesen Trend der mittleren Zeigerwerte absichern.

Bei der Differenzierung nach Bestandestypen zeigt sich bei allen Gruppen ein Anstieg der mittleren Reaktions- und Stickstoffzahl, am stärksten jedoch beim Sondertyp der BZE-Fläche 154. Hinsichtlich des Zeigerwertes »Reaktion« ist hauptsächlich im mittleren Reaktionsbereich (mR 4 – 6) ein Anstieg festzustellen.

Insgesamt liegt der Anstieg der qualitativen Zeigerwerte unterhalb einer halben Skalenwertstufe. Sie sind somit gering und könnten noch im Rahmen kurzfristiger Schwankungen gesehen werden, denn trotz der gewissen Trendabsicherung durch die Kartierung des Jahres 2000, ist diese Untersuchung keine dynamische Betrachtung.

Insgesamt ist auch wenig über die zeitliche Fluktuation der Vegetation bekannt. Die Ergebnisse dazu sollen vor allem aus den Untersuchungen in den Dauerbeobachtungsflächen des Level-II-Programms erbracht werden (ZOLDAN, 1995, 1997; SEIDLING, 1998; DENZ & GENSSLER, 2001).

Es ist nicht klar, ob Änderungen auf eine Auflichtung der Bestände zurückzuführen sind, da keine genauen Angaben zum Bestandesschluss der Referenzaufnahme verfügbar waren. Doch weder die mittlere qualitative noch die quantitative Lichtzahl der vergleichbaren Bestände zeigen diesbezüglich eine übermäßige Änderung an. Aus dieser Tatsache könnte abgeleitet werden, dass die Zunahme der Stickstoffzahl nicht auf Auflichtung zurückzuführen ist.

Eine weitere Erklärung könnte sein, dass die in Sachsen vormals teils sehr hohen Schwefeleinträge deutlich zurückgegangen sind (BMVEL, 2001b). Somit haben sich die Böden im Zusammenhang mit den veränderten bzw. verminderten Emissionen und Immissionen zumindest in Bezug auf die schwefelinduzierte Versauerung etwas »erholt« (SMUL, 2001). Das würde zumindest die »Rückkehr« basiphiler Arten erklären und somit auch eine Ursache für die steigende Stickstoffzahl sein. Denn momentan treten Stickstoffeinträge im Hinblick auf die Stoffbelastungen der Waldökosysteme verstärkt in den Vordergrund. In der Gegenüberstellung der Stickstoffeinträge und -austräge von 53 deutschen Level-II-Flächen (BMVEL, 2001b, c) wird gezeigt, dass bei den sechs sächsischen Flächen beträchtliche Mengen an Stickstoff (Jahresmittelwert ca. 27 kg N/ha) eingetragen werden. Höhere Stickstoffausträge bei drei dieser Flächen verweisen zudem auf eine mögliche Stickstoffsättigung. In Bezug auf die Critical Loads weist BMELF (2000, nach BOBBINK et al., 1996) für saure Laubwälder maximal zulässige jährliche Stickstoffeinträge von 10–20 kg N/ha aus, ohne dass Veränderungen eintreten. Stickstoffeinträge führen je nach Ausgangslage zu komplexen Änderungen des gesamten Systems (KÖLLING, 1991). Arbeiten von BUBERL et al. (1994) und von ZEJSCHWITZ (1985) zeigen z. B. die Veränderung des chemischen Humuszustands, die vor allem an der Verschiebung des C/N-Verhältnisses deutlich wird.

Der insgesamt geringe Anstieg der mittleren qualitativen Stickstoffzahlen ist sicherlich auf den relativ kurzen Zeitraum von fünf bis zehn Jahren zwischen Referenz- und Wiederholungsaufnahme zurückzuführen.

Bei der Gegenüberstellung der mittleren Reaktionszahl der Gefäßpflanzen und Moose von Referenz- und Wiederho-

lungsaufnahme zeigt sich, dass die Moose immer geringere Werte aufweisen. Moose werden zum großen Teil durch die Stoffeinträge der Niederschläge und nur in geringem Maße durch die oberen Bodenschichten beeinflusst. Somit spiegeln sie – im Gegensatz zu den Gefäßpflanzen – die mehr säuregeprägten Verhältnisse in den organischen Auflagen wider (STETZKA, 1994). Bei der nach Bestandestypen differenzierten Auswertung lassen sich die einzelnen Typen jedoch nicht so deutlich voneinander abgrenzen wie bei den Gefäßpflanzen.

Die soziologischen Gruppenanteile der Gefäßpflanzen an den einzelnen Bestandestypen unterscheiden sich deutlich (Sonder-Typ: Höchster Anteil Störzeiger; Edellaub-Typ und Eichen-Typ: Höchster Anteil Laubwaldarten; Buchen-Typ: Höchster Anteil Nadelwaldarten). Veränderungen zwischen Referenz- und Wiederholungsaufnahme sind jedoch kaum festzustellen.

Für die Absicherung der Aussagen wurden die **ökologischen Artengruppen** nach ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG (1996) angewandt. Grundsätzlich gibt es jedoch verschiedene Möglichkeiten, ökologische Artengruppen einzusetzen. Auf dem Gebiet der ehemaligen DDR sind das die Arbeiten von PASSARGE & HOFMANN (1964), SCHUBERT (1972) und HOFMANN (1974), für deren Verwendung es mehrere Gründe gäbe. Einerseits würden mehr Arten berücksichtigt und andererseits beziehen sich die Arbeiten auf Ostdeutschland. Der große Nachteil liegt aber in der Unhandlichkeit der vielen Gruppen. Im Vergleich dazu sind die verwendeten ökologischen Artengruppen aufgrund der leichten Überschaubarkeit des Systems aus Wasserhaushaltsstufen, Gruppen nitrophiler Arten und Humusformen gut handhabbar.

Mit den in dieser Untersuchung verwandten ökologischen Artengruppen kommt man auch zu einem ähnlichen Ergebnis, nämlich einem schwachen **Trend der Zunahme nitrophiler Arten**. Der Großteil der Aufnahmen erfasst den Bereich mäßig trockener bis mäßig frischer Standorte, die auch die meisten Artenveränderungen zu verzeichnen haben. Bei der Differenzierung nach Bestandestypen können in Bezug auf die Wasserhaushaltsstufe weder Unterschiede zwischen den Typen noch Veränderungen zwischen Referenz- und Wiederholungsaufnahme festgestellt werden. Hingegen lassen sich bezüglich der Humusformen der Edellaub-Typ und der Eichen-Typ deutlich von den anderen Typen abgrenzen. Insgesamt werden aber auch hier kaum zeitliche Veränderungen sichtbar.

Im Vergleich zur Zeigerwertauswertung zeigen die ökologischen Artengruppen bei den nitrophilen Arten zwar einen ähnlichen Trend, aber beim Vergleich zwischen tatsächlicher morphologischer Humusformenansprache und der durch die Vegetation ausgewiesenen Humusgruppe verschlechtert sich die Übereinstimmung im Fall der Wiederholungsaufnahme, indem generell eine schlechtere Humusform ausgewiesen wird. Damit sind diese ökologischen Artengruppen nicht besonders geeignet, um die Verhältnisse in Sachsen zu charakterisieren.

Generell ist es aber sinnvoll, beide Ansätze – sowohl ökologische Zeigerwerte als auch ökologische Artengruppen –

in die Auswertung einzubeziehen. Die ökologischen Artengruppen tragen der Tatsache Rechnung, dass die Vegetation relativ eng an die Humusverhältnisse gekoppelt ist (ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG, 1996). Zukünftig sollten für das Gebiet Sachsens verstärkt Ergebnisse ostdeutscher Untersuchungen einbezogen werden. Interessant sind in diesem Zusammenhang die Ansätze von SCHÖNHAR (1995, 1998–2000). Für Westdeutschland wurden Ökogramme für verschiedene Arten nach fünf Feuchtebereichen und fünf Bodenaziditätsstufen erstellt.

In den letzten Jahrzehnten hat sich vor allem der mittlere Reaktionszeigerwert in der Praxis als zuverlässig erwiesen (KOWARIK & SEIDLING, 1989; ELLENBERG et al., 1992). Der ökologische Reaktionszeigerwert ist ursprünglich auf den pH-Wert bezogen. Diese chemische Messgröße hat sich (nur) als ein Indikator des aktuellen chemischen Bodenzustands herausgestellt. Dabei ist der im Wasser gemessene pH-Wert unbeständiger als die Werte, die unter Zugabe von KCl oder CaCl₂ ermittelt werden (BUTZKE, 1988). Anfangs brachte man den mittleren Reaktionszeigerwert oft mit dem pH-Wert in Zusammenhang, um allein diese Übereinstimmung zu überprüfen (SCHÖNHAR, 1952; FISCHER, 1986). Später setzte man diesen häufig empirisch ermittelten Wert noch in Bezug zu anderen chemischen Basiswerten (NEITE & WITTIG, 1985; SEIDLING & ROHNER, 1993). Diese breitere Basis wird gesucht, weil dadurch dieser Zeigerwert regional besser angepasst werden könnte. Eine andere Möglichkeit wäre, diesen ökologischen Reaktionszeigerwert durch eine breitere Auswahl an chemischen Kenngrößen zu ergänzen.

Aus SEIDLING & ROHNER, (1993) geht beispielsweise hervor, dass auf der lokalen bis regionalen Ebene das Ca/Al-Verhältnis der Bodenlösung einen engen Zusammenhang mit der mittleren Reaktionszahl zeigt.

In der vorliegenden Arbeit wurden allerdings nur bodenchemische Daten aus der Bodenfestphase mit den mittleren qualitativen Reaktionswerten von Referenz- und Wiederholungsaufnahme korreliert. Daraus ergab sich, dass für die Gefäßpflanzen die Basensättigung und mit ihr der prozentuale Ca-Anteil des Mineralbodens (Tiefe 0–60 cm) die beste Übereinstimmung erzielten. Bei den Moosen zeigen alle drei untersuchten Werte etwa gleich hohe statistische Zusammenhänge.

Bei allen untersuchten bodenchemischen Größen wird eine bessere Übereinstimmung der Korrelationen in Bezug zu den Reaktionswerten der Wiederholungsaufnahme erzielt. Eine Erklärung dafür könnte sein, dass die Vegetation einen gewissen Zeitraum braucht, um auf bodenchemische Entwicklungen mit Veränderungen des Arteninventars zu reagieren.

1.3 Zusammenfassung

Die Vegetationskartierungen in **44 Laubwaldflächen** der BZE Sachsens aus den Jahren 1992, 1996/97 und 2002 führten unter Einbeziehung von bodenchemischen Analysedaten zu dem Ergebnis, dass bereits nach relativ kurzer Zeit Veränderungen der Vegetation eintreten können. Diese äußern sich in

- der z.T. beträchtlichen **Zunahme der Artenzahl** (bis zu 250 Prozent bezogen auf die Referenzaufnahme), die mit einer starken Veränderung des Arteninventars einzelner Aufnahmeflächen verbunden ist,
- einem **Trend zu Basen- und Stickstoffeigern** (dies trifft bis auf den Eichen-Typ für alle Bestandestypen zu, vor allem im mittleren Reaktionsbereich zwischen mR 4 und mR 6), und
- in einer auffällig starken Veränderung der Ebereschensfläche am BZE-Punkt 154 mit starkem Neuauftreten von Großer Brennessel (*Urtica dioica*) und Gemeinem Löwenzahn (*Taraxacum officinale* agg.)

Eine mögliche Schlussfolgerung aus den Ergebnissen ist die allmähliche Entlastung der Böden von den vormals sehr hohen versauerungswirksamen Schwefel-Einträgen, während gleichzeitig hohe Stickstoffeinträge einen Trend zur Vegetationsveränderung hervorrufen.

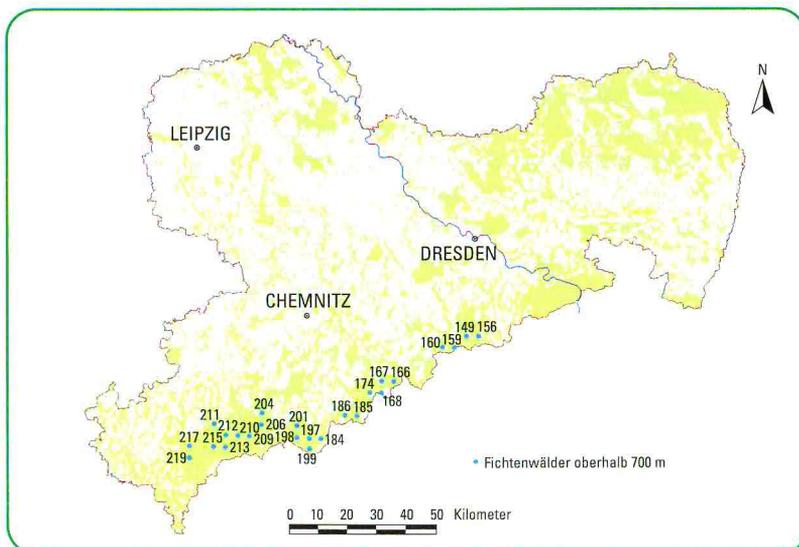
Generell ergab sich hinsichtlich der Korrelation zwischen den mittleren qualitativen Reaktionszahlen und den bodenchemischen Daten eine bessere Übereinstimmung zur Wiederholungsaufnahme als zur Referenzaufnahme, was als ein **Nachzeichnen der Bodenvegetation** interpretiert wird.

2 Vegetationsvergleich sächsischer Fichtenwaldflächen der Bodenzustandserhebung (BZE = Level I der EU) oberhalb 700 m ü. NN

BAUMANN, M.; ANDRAE, H.; RABEN, G.

In Zusammenarbeit mit dem BUND-Landesverband Sachsen e.V. erfolgte im Jahr 2000 in 26 Fichtenaltbeständen der Bodenzustandserhebung (BZE = Level I); (vgl. Abb. 21) eine Wiederholung der vegetationskundlichen Erhebun-

Abb. 21: Räumliche Verteilung der Fichtenwälder oberhalb 700 m ü. NN der BZE.



gen aus den Jahren 1992 und 1996/97 (BAUMANN, 2002). Die Bestände sind mehr oder weniger geschlossen, gleichaltrig und aus Pflanzungen hervorgegangen.

2.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt im Erzgebirge in Höhenlagen zwischen 700 und 1 050 m ü. NN. in denen als Grundgesteine verschiedene Gneise und Granite sowie Phyllit und Glimmerschiefer vorherrschen, die insgesamt nur geringe bis mittlere Nährstoffvorräte aufweisen (NEBE, 1964, 1970). Es umfasst die **Forstlichen Wuchsbezirke Westliches und Mittleres Oberes Erzgebirge**, in denen die Jahresmitteltemperatur zwischen 3,0 und 6,5 °C schwankt und die jährlichen Niederschläge etwa 850 bis 1 200 mm betragen (SCHWANECKE & KOPP, 1996).

2.2 Methodik

Während die Aufnahmeflächen früherer Erhebungen nicht systematisch festgelegt waren, erfolgten die Vegetationsaufnahmen des Jahres 2000 innerhalb möglichst repräsentativer **Aufnahmeflächen** von 20 x 20 m Größe, deren Eckpunkte durch Glasfaserstäbe und – analog der Bodenzustandserhebung (RABEN et al., 2000) – durch elektronische Unterflurmarken des Typs PINOKIO dauerhaft markiert sind. In den Parzellen wurden alle vorkommenden Arten anhand der gängigen Aufnahmemethoden (DIERSCHKE, 1994) – getrennt nach Baumschichten (Ober- und Unterstand), Strauchschicht (Gehölze: 0,5–5 m), Krautschicht und Moosschicht (inkl. Besiedlungssubstrat nach Humus/Torf, Mineralboden, Totholz/Wurzelanläufe, Stein) – erfasst. Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen richtete sich nach WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998), die der Moose nach KOPERSKI et al. (2000). Die Auswertung betraf zunächst die **Einordnung in die ökologischen Artengruppen** (ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG, 1996), die jeweils eine definierte Gruppierung von Arten mit weitgehend einheitlichem Verhalten gegenüber den Standortfaktoren darstellen. Des Weiteren wurden die so genannten **Zeigerwerte** von ELLENBERG et al. (1992) der Pflanzen ermittelt, die auf einer neunstufigen Skala die jeweilige Pflanze hinsichtlich ihrer Licht- und Temperaturbedürftigkeit (Licht- bzw. Temperaturzahl), ihrer klimatischen Verbreitung (Kontinentalitätszahl), ihres Feuchtigkeitsbedürfnisses (Feuchtezahl) sowie ihrer Ansprüche hinsichtlich des Säure-Basen-Status (Reaktionszahl) und der Stickstoffversorgung des Standortes (Stickstoffzahl) charakterisieren. Für **statistische Auswertungen** wurde der empirische Korrelationskoeffizient zwischen den mittleren Zeigerwerten und Standortparametern berechnet und die Signifikanz durch Korrelationsanalyse überprüft. Beim Vegetationsvergleich (mittlere Deckung der Arten, mittlere Zeigerwerte) erfolgte der Vergleich zweier Mittelwerte unabhängiger Stichproben über einen doppelten t-Test, da die Aufnahmeflächen nicht zwingend identisch waren.

Bis zum Aufnahmejahr 2000 lagen bereits vegetationskundliche Erhebungen aus den Jahren 1992 (6 Aufnahmen), 1996 (4 Aufnahmen) und 1997 (18 Aufnahmen) vor, wobei es nicht möglich war, die jeweiligen Aufnahmezeitpunkte der früheren Untersuchungen zu berücksichtigen.

2.3 Ergebnisse

2.3.1 Ökologische Artengruppen (AG)

Die verwendeten Artengruppen (ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG, 1996) wurden nach der Bodenfeuchte und der Humusform definiert; die auf den BZE-Flächen dieser Untersuchung dominierenden AG sind in Tab. 12 enthalten. Vorherrschend sind AG, die **mäßig trockene bis sehr frische Standorte** indizieren. Von den für nasse bzw. trockene Standorte charakteristischen Artenkombinationen sind jeweils nur einzelne Sippen vorhanden. Das entspricht den Ergebnissen der Zeigerwertanalyse.

Bezüglich der Humusform dominieren klar die Indikatorgruppen für **Rohhumus und schlechtere Moderhumusformen**. Lediglich wenige Arten, die ein stetes Auftreten besitzen, indizieren bessere Moderhumusformen. Dazu zählen Berg-Weidenröschen (*Epilobium montanum*), Breitblättriger Dornfarn (*Dryopteris dilatata*) und Mauerlattich (*Mycelis muralis*). Der überwiegende Teil der AG ist charakteristisch für bodensaure Laub- und Nadelwaldgesellschaften. In hoher Stetigkeit, wenn auch mit bis auf Ausnahmen geringer Abundanz, treten auf den untersuchten Flächen Arten auf, die Standorte mit stärkerer Nitrifikation anzeigen.

2.3.2 Syntaxonomische Bewertung der Aufnahmen

Insgesamt präsentierte sich die Vegetation im Jahr 2000 – trotz der nicht unbeträchtlichen Höhenunterschiede zwischen den Aufnahmeflächen – recht einheitlich und es waren keine auffälligen Differenzierungen feststellbar. Abgesehen von einem lebermoosreichen **Peitschenmoos-Gabelzahnmoos-Fichtenforst** (BZE-Punkt 209) und zwei Fichtenbeständen auf organischen Nass-Standorten (BZE-Punkte 156 und 219) sind die Flächen dem **Typischen Sauerklee-Fichtenforst** zuzuordnen. Dabei sind die Vegetationsaufnahmen der Nassstandorte deutlich von den anderen abgegrenzt, sowohl bezüglich der Artenzusammensetzung, als auch der mittleren Zeigerwerte und der Standortgruppen. Diese Flächen zeichnen sich durch das Auftreten zahlreicher, für Moore typischer Arten aus, wie Sumpfstreifenmoos (*Aulacomnium palustre*), Strohgelbes Schönmoos (*Calliergon stramineum*), Moor-Bürsten-

0	Auf Standorten mit stärkerer Nitrifikation
0 1	Stärker nitrophile Arten <i>Urtica dioica</i> -Gruppe
0 2	Schwächer nitrophile Arten <i>Geranium robertianum</i> -Gruppe
II	Auf mäßig trockenen bis mäßig frischen Standorten
II 1	Rohhumus <i>Vaccinium myrtillus</i> -Gruppe Lichtbedürftige und zugleich ziemlich stark Trockenheit ertragende Arten, in bodensauren Buchen-, Eichen-, Fichten- und Tannenwäldern
II 2	Slechtere Moder-Humusformen
II 2a	<i>Deschampsia flexuosa</i>-Gruppe Schwergewicht auf sauren Böden, große Feuchtigkeitsamplitude
II 2c	<i>Luzula luzuloides</i>-Gruppe Übergang zu besseren Humusformen, in artenarmen Buchenwäldern und bodensauren Buchen/Eichenwäldern
II 3	Bessere Moder-Humusformen
II 3b	Mullartiger Moder bis F-Mull – <i>Galium odoratum</i>-Gruppe Die Arten bevorzugen Mull-Humusformen, differenziert die artenreichen (Waldmeister-)Buchenwälder von den artenarmen Buchenwäldern
III	Auf frischen bis sehr frischen Standorten
III 1	Rohhumus <i>Blechnum</i> -Gruppe Auf sauren bis sehr sauren, nicht zu trockenen Böden, vorwiegend montan, in Fichtenwäldern
III 2	Slechtere Moder-Humusformen <i>Oxalis</i> -Gruppe Auf frischen bis feuchten, sauren Standorten, in Fichten-, frischen Buchen/Eichen und Tannen/Buchenwäldern
III 3	Bessere Moder-Humusformen <i>Gymnocarpium dryopteris</i> -Gruppe Meidet sehr saure Böden, auf frischen bis feuchten Standorten, Farn-Ausbildungen in Buchenmischwäldern

Tab. 12: Die auf den BZE-Fichtenflächen dominierenden ökologischen Artengruppen (AG) und ihr Zeigerwert (ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG, 1996).

moos (*Polytrichum commune*) oder Blaues Pfeifengras (*Molinia caerulea*). Auch die mittlere Reaktionszahl (mR) in Kraut- und Mooschicht sowie die mittlere Stickstoffzahl (mN) sind deutlich geringer als bei den Sauerklee-Fichtenforsten. Bei ebenfalls geringeren Deckungsgraden der Baumschicht (40 bzw. 25 %) treten einige lichtbedürftige Arten auf und die mittleren Lichtzahlen (mL) von Kraut- und Mooschicht sind größer als bei den übrigen Aufnahmen. Beide Flächen können als **Torfmoos-Fichtenforsten** bezeichnet werden.

Dagegen ist der Peitschenmoos-Gabelzahnmoos-Fichtenforst gekennzeichnet durch eine gut ausgeprägte, artenreiche Mooschicht mit dominierendem Gewöhnlichen Besenmoos bzw. Gabelzahnmoos (*Dicranum scoparium*) und den Lebermoosen wie Peitschenmoos (*Bazzania trilobata*) und Kriechendes Schuppenzweigmoos (*Lepidozia reptans*), während die Krautschicht von Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) geprägt wird; Stickstoffzeiger fehlen ganz. Der vorherrschende Vegetationstyp des typischen Sauerklee-Fichtenforstes (übrige 24 Untersuchungsflächen) ist anstelle natürlicher Hainsimsen-Buchenwälder in den oberen Lagen der Mittelgebirge infolge der intensiven Nadelholzwirtschaft sehr verbreitet. Er wird charakterisiert durch das Auftreten von Wald-Sauerklee (*Oxalis acetosella*), Brombeere (*Rubus fruticosus* agg.), Himbeere (*Rubus idaeus*), Wolligem Reitgras (*Calamagrostis villosa*) und gewelltem Plattmoos (*Plagiothecium undulatum*). Neben diesen Arten treten noch Pillen-Segge (*Carex pilulifera*), Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*), Harz-Labkraut (*Galium hircynicum*), Europäischer Siebenstern (*Trientalis europaea*) und Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) mit hoher Stetigkeit auf. Das sind typische Arten von Fichtenforsten auf nährstoffarmen, sauren Standorten. Solche Verhältnisse waren bei der geologischen Ausgangssituation und den vorherrschenden Böden (RABEN et al., 2000) zu erwarten und werden durch die Analyse der Reaktionszahlen bestätigt. In der Mooschicht erreichen Arten wie Kleines Besenmoos (*Dicranella heteromalla*), Besen-Gabelzahnmoos (*Dicranum scoparium*), Glänzendes Plattmoos (*Plagiothecium laetum* var. *curvifolium*), Nickendes Pohlmoos (*Pohlia nutans*) und Wald-Bürstenmoos (*Polytrichum formosum*) eine hohe Stetigkeit und es zeigt sich die **große Bedeutung des Totholzes als Besiedlungssubstrat für Moose und Flechten**. Aber auch andere Arten sind mit hoher Stetigkeit vertreten, die dem Typischen Sauerklee-Fichtenforst eigentlich nicht angehören, sondern die für nährstoffbegünstigtere Varianten der Sauerklee-Fichtenforsten bzw. für besser basenversorgte Buchenwaldgesellschaften bezeichnend sind. Es handelt sich dabei um Echte Kratzdistel (*Cirsium vulgare*), Roter Fingerhut (*Digitalis purpurea*), Schmalblättriges Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*), Gemeiner Holzzahn (*Galeopsis tetrahit*), Fuchs-Kreuzkraut (*Senecio fuchsii*), Vogel-Miere (*Stellaria media*), Gemeiner Löwenzahn (*Taraxacum officinale* agg.) und Große Brennnessel (*Urtica dioica*). Diese Arten sind zudem charakteristisch für Standorte mit stärkerer Nitrifikation. Auf teilweise bessere Humusformen verweisen Berg-Weidenröschen (*Epilobium montanum*) und Mauerlat-

tich (*Mycelis muralis*), während insgesamt die ökologischen Artengruppen die **Dominanz von Rohhumus und schlechteren Moderhumusformen** – also ausgeprägte organische Auflagen – in den Fichtenbeständen belegen. Gleichzeitig ist festzustellen, dass die aktuelle Bodenvegetation nur bedingt der potenziellen natürlichen Vegetation (pnV) entspricht. Danach müssten den Grundgesteinen entsprechend mehr Flächen den Gabelzahn-Fichtenforsten zuzuordnen sein, da der Typische Sauerklee-Fichtenforst für mineralkräftige Ausgangsgesteine angegeben wird.

2.3.2.1 Vegetationsvergleich

Der Vergleich der Vegetationsaufnahmen zwischen den Aufnahmejahren lässt **gravierende Veränderungen in der Artenzusammensetzung** erkennen. Teils muss dies auf veränderte Aufnahmeflächen zurückgeführt werden, da die genauen Flächen der älteren Erfassungen nicht bekannt sind. Zudem wurden einzelne Arten bei den Aufnahmen des Jahres 2000 nicht mehr bestätigt, wie beispielsweise Wald-Reitgras (*Calamagrostis arundinacea*), Sumpf-Reitgras (*Calamagrostis canescens*), Waldschwingel (*Festuca altissima*), Rundblättriges Labkraut (*Galium rotundifolium*), Dreinervige Nabelmiere (*Moehringia trinervia*) u.a., wobei auch Fehlbestimmungen nicht auszuschließen sind. Naturgemäß hat das Auswirkungen auf die errechneten Zeigerwerte, so dass die Daten entsprechend vorsichtig zu interpretieren sind.

Während das Auftreten der Säure- bzw. Mäßigsäurezeiger als charakteristische Arten der Sauerklee-Fichtenforsten mit Ausnahme von Europäischer Siebenstern (*Trientalis europaea*) und Wald-Sauerklee (*Oxalis acetosella*) keine signifikanten Unterschiede aufweisen, ist bei den typischen Arten der besseren Humusformen und der anspruchsvollen Laubwaldgesellschaften eine signifikante Zunahme zu verzeichnen (vgl. Tab. 13): Die Anzahl der Vorkommen hat sich meist mehr als verdoppelt!

Dabei sind die höchsten absoluten **Veränderungen bei den Stickstoffzeigerwerten** zu verzeichnen (vgl. Tab. 14). Im Vergleich zu 1992 sind sie auf mehr als das Doppelte angestiegen. Etwas geringer fällt der Trend bei den mittleren Reaktionszahlen aus, so dass die Verschiebung zu verstärkt basischen Standortverhältnissen schwächer ausgeprägt ist. Beide Veränderungen sind an die dargestellte **Artenverschiebung** gekoppelt. Demgegenüber ist bei den Feuchtezahlen eine hochsignifikante Abnahme zu erkennen, was wiederum mit den geringeren Feuchtezahlen der nitrophilen Pflanzenarten zusammenhängt. Keine Veränderungen zeigen sich bei den Lichtzahlen, da sich die Deckung der Baumschicht nicht wesentlich geändert hat. Zwar ist bei den Temperaturzahlen eine Zunahme zu verzeichnen, allerdings sind die Unterschiede nur gering, so dass sie kaum als Beleg für eine Klimaveränderung zu werten wären.

	R	N	mD 1992/96/97	mD 2000	Anzahl 1992/96/97	Anzahl 2000
Deckung Baumschicht			73,2	69,8		
Deckung Strauchschicht			8,1	9,8		
Deckung Krautschicht			76,3	72,8		
Deckung Moosschicht			3,6	22,1****		
Deckungssummen der Arten						
Baumschicht			78,9	70,0		
Strauchschicht			12,1	10,4		
Krautschicht			87,3	142,7****		
Moosschicht			4,2	74,3****		
BS – <i>Picea abies</i>			69,6	65,1	27	26
AG 1: Säurezeiger						
<i>Calamagrostis villosa</i>	2	2	30,2	41,3	27	26
<i>Deschampsia flexuosa</i>	2	3	24,9	25,4	27	27
<i>Galium harcynicum</i>	2	3	1,9	3,9	18	20
<i>Oxalis acetosella</i>	4	6	1,4	7,8*	9	12
<i>Trientalis europaea</i>	3	2	0,1	1,5****	7	10
<i>Vaccinium myrtillus</i>	2	3	9,7	15,7	26	27
AG 2: Zeiger besserer Humusformen						
<i>Dryopteris dilatata</i> ¹	x	7	0,3	6,1****	9	26
<i>Epilobium montanum</i> ¹	6	6	0,2	1,9****	9	17
<i>Mycelis muralis</i>	x	6	0,1	0,9*	4	10
AG 3: Stickstoffzeiger						
<i>Cirsium vulgare</i> ¹	7	8	0,0004	0,1**	1	7
<i>Digitalis purpurea</i>	3	6	0,3	1,0*	18	15
<i>Epilobium angustifolium</i>	5	8	2,6	2,8	13	23
<i>Galeopsis tetrahit</i> ¹	x	6	0,02	0,4	3	5
<i>Rubus idaeus</i>	x	6	0,1	1,8*	8	16
<i>Senecio fuchsii</i> (auch AG 2)	x	8	0,8	7,0**	11	18
<i>Stellaria media</i> ¹	7	8	0,04	1,1****	2	11
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	x	8	0,2	0,5	6	13
<i>Tussilago farfara</i>	8	x	0,02	0,4*	4	9
<i>Urtica dioica</i>	7	9	1,5	2,7	11	21

Aufnahmejahre	1992	2000	1996/97	2000
Mittlere Lichtzahl (mL)	5,9	5,8	5,6	5,8
Mittlere Temperaturzahl (mT)	4,1	4,5****	4,1	4,4*
Mittlere Kontinentalitätszahl (mK)	3,2	3,6	3,7	3,5
Mittlere Feuchtezahl (mF)	6,7	5,6****	6,5	5,7****
Mittlere Reaktionszahl (mR)	2,1	3,9****	2,6	3,7****
Mittlere Stickstoffzahl (mN)	2,7	5,1****	3,3	5,2****

2.3.3 Zusammenfassung

Vegetationskartierungen in Fichtenbeständen des Erzgebirges zeigen zwar eine aufgrund der geologisch-klimatischen Ausgangssituation erwartete und durch die charakteristischen Pflanzenarten bestätigte Dominanz von Sauerklee-Fichtenforsten, jedoch treten daneben **verstärkt Arten** auf, die für Fichtenforsten **untypisch** sind. Es handelt sich dabei um die Gruppe der Stickstoffzeiger sowie um Arten der besseren Humusformen und Laubwaldgesellschaften, die gegenüber 1992 signifikant zugenommen haben. Dies ist einerseits als Beleg für eine zunehmende **Eutrophierung der Waldstandorte** durch den Eintrag von Stickstoff-

verbindungen zu sehen, während andererseits das verstärkte Auftreten von basischen Weiserpflanzen oftmals als positiver Effekt von Kalkungsmaßnahmen hinsichtlich der langfristigen Standortverbesserung und Stabilisierung der Waldökosysteme in Verbindung mit der Aktivierung des Stoffkreislaufes zu werten ist.

Tab. 13: Vergleich der mittleren Deckung (mD) sowie Deckungssumme der Arten für Baum-, Strauch-, Kraut- und Moosschicht (ausgewählte häufige Arten)

* – signifikant,
** – hoch signifikant,
*** – höchst signifikant
sowie die Anzahl der Vorkommen 1992/96/97 (n=28) und 2000 (n=27).

¹ Arten, bei denen Fehlbestimmungen nicht ausgeschlossen sind

R = Reaktionszahl,
N = Stickstoffzahl

Tab. 14: Mittlere qualitative Zeigerwerte der Vegetationsaufnahmen 1992 (n=6) und 1996/97 (n=22) im Vergleich zu den entsprechenden Flächen 2000

* – signifikant,
** – hoch signifikant,
*** – höchst signifikant

3 Vegetationskundliche Untersuchungen in Forstlichen Dauerbeobachtungsflächen (DBF = Level II der EU)

STETZKA, K.; ANDREAE, H.; RABEN, G.

Die Waldbodenvegetation und die epiphytische Kryptogamenflora stellen einen wichtigen Baustein auf der »belebten Wirkungsseite« des Ökosystems Wald dar. Dazu werden im Folgenden die Ergebnisse von sechs sächsischen Level-II-Flächen vorgestellt.

3.1 Material und Methoden

3.1.1 Lage der Waldflächen und Untersuchungsziele

Die Lage sowie eine Kurzbeschreibung der hier untersuchten sechs Level-II-Flächen sind der Abb. 22 bzw. der Tab. 15 zu entnehmen. Entsprechend der zur Zeit in Sachsen gegebenen Baumartenverteilung dominieren bei den Hauptbaumarten die Nadelgehölze. Auf den submontan bis hochmontan gelegenen Flächen stockt als Hauptbaumart die Fichte (*Picea abies*), auf der kollin gelegenen Fläche Laußnitz die Kiefer (*Pinus sylvestris*). Nur auf der

vergleichsweise besser mit Nährstoffen versorgten Fläche Colditz entspricht der herrschende Bestand mit der Laubbaumart Eiche (*Quercus robur*) der potenziell natürlichen Vegetation.

Folgende Untersuchungen werden auf den Flächen durchgeführt:

- **Gesamtkartierung der gezäunten Kernfläche (Größe i.d.R. 0,25 ha);** Erstellung einer Vegetationskarte mit lagegetreuem Verzeichnis der selteneren Arten. Aufnahmeturnus: alle 5 Jahre. Kartierung der Gefäßpflanzen (Baum-, Strauch- und Krautschicht), Moose und Flechten sämtlicher Substrate und Habitate (außer Kronenraum).
- **Kartierung von terrestrischen Dauerbeobachtungsflächen (VDBF);** Kartierung der Gefäßpflanzen (Strauch- und Krautschicht) sowie der Moose und Flechten (alle Substrate mit Ausnahme der Epiphyten). Aufnahmeturnus: jährlich in der gleichen Kalenderwoche; Kryptogamen im Frühjahr, vor der Entwicklung der Krautschicht; Gefäßpflanzen im Sommer (da keine Geophyten auf den Aufnahmeflächen vorhanden sind, ist ein Aufnahmetermin ausreichend).
- **Kartierung von epiphytischen Dauerbeobachtungsflächen (EDBF);** Aufnahmeturnus: bisher alle 4 Jahre.

Ziele der vegetationskundlichen Untersuchungen sind:

- eine vollständige Inventarisierung der Gefäßpflanzen, Moose und Flechten,
- eine Dokumentation der Entwicklung der Arten,
- eine standörtliche Bewertung der Flächen aus vegetationskundlicher Sicht sowie
- eine Bewertung der lufthygienischen Situation mittels der epiphytischen Dauerbeobachtungsflächen

3.1.2 Aufnahme- und Auswertungsmethoden

Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen folgt SCHMEL & FITSCHEN (2000), die der Moose FREY et al. (1995) und die der Flechten WIRTH (1995).

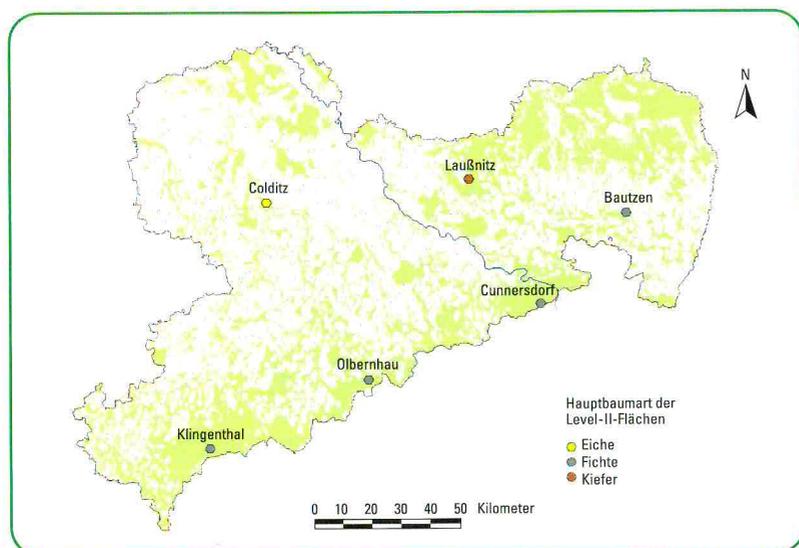


Abb. 22: Lage und Hauptbaumarten der sächsischen Level-II-Flächen.

Tab. 15: Kurzbeschreibung der sächsischen Level-II-Flächen mit vegetationskundlichen Untersuchungen.

¹vegetationskundliche Vergleichsflächen

Wuchsgebiet	Forstamt	Geologie	potentiell natürliche Vegetation	Höhe (m)	Bestand	vV ¹
Erzgebirge	Klingenthal	Eibenstocker Granit	artenarmer montaner Hainsimsen-Buchenwald	840	Fichte	
Erzgebirge	Olbernhau	Grauer Gneis	artenarmer montaner Hainsimsen-Buchenwald	720	Fichte	x
Elbsandsteingebirge	Cunnersdorf	Quadersandstein mit Lösslehm	Hainsimsen-Traubeneichen-Buchenwald	440	Fichte	x
Oberlausitzer Bergland	Bautzen	Laußitzer Granodiorit	Hainsimsen-Perlgras- bzw. Waldmeister-Buchenwald	440	Fichte	x
Düben-Niederlausitzer Bergland	Laußnitz	Diluvialer Decksand	Buchen / Traubeneichen-Wald	170	Kiefer	x
Sächs.-Thüring. Löss-Hügelland	Colditz	Lösslehm	artenarmer Hainbuchen-Stieleichenwald	185	Eiche	

3.1.2.1 Gesamtkartierung der gezäunten Kernfläche

Jede gezäunte Kernfläche wurde durch mehrmaliges, flächendeckendes Absuchen aller Habitate auf ihre Gefäßpflanzen-, Moos- und Flechtenflora untersucht. Die prozentuale Gesamtdeckung folgender Schichten wurde eingeschätzt:

- Baumschicht 1 (herrschende Baumschicht),
- Baumschicht 2 und 3 (unterständige, beherrschte Bäume)
- Strauchschicht (0,5 m bis 5 m),
- Krautschicht (Gehölzverjüngung bis 0,5 m, krautige Pflanzen ohne Höhenbegrenzung),
- Moos- und Flechtenschicht

Die **Artmächtigkeit** jeder vorkommenden Art, getrennt nach den Vegetationsschichten, wurde nach der Schätzskala von BRAUN-BLANQUET (1964) bewertet. Auf Artmächtigkeitsangaben bei ausschließlich epiphytisch wachsenden Moosen und Flechten wurde verzichtet, da eine Einschätzung der Deckung bis in den Kronenraum nicht möglich war. Die **Phänologie** der Gefäßpflanzen wurde mittels des phänologischen Schlüssels nach DIERSCHKE (1989) angesprochen. Fanden sich auf der Untersuchungsfläche bei einer Art mehrere phänologische Phasen, so wurde die vorgefundene Spanne notiert. Ferner wurden bei den Moosen und Flechten die Substrate, auf denen die Art wächst, sowie die Ausbildung von Fortpflanzungsorganen vermerkt. Tab. 16 (S. 24/25) gibt ein Beispiel der Gesamtkartierung der Fläche Klingenthal und Abb. 23 zeigt die Vegetationskarte der Fläche Colditz.

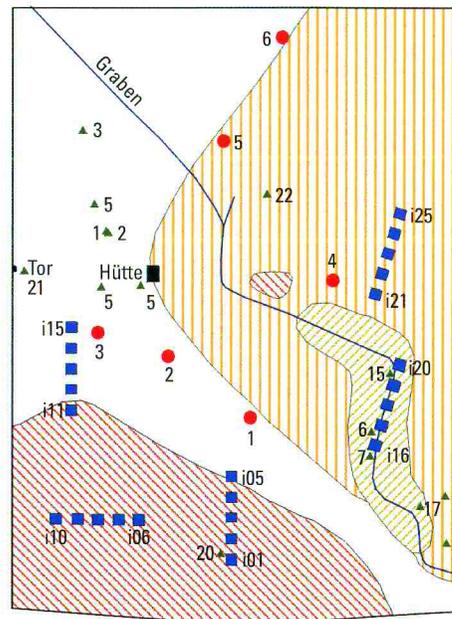
3.1.2.2 Anlage und Kartierung der vegetationskundlichen Dauerbeobachtungsflächen (VDBF)

Auf jeder Level-II-Fläche wurden innerhalb der gezäunten Kernfläche je 5 Probestreifen mit je fünf Parzellen angelegt. Die Flächen wurden subjektiv für den Bestand ausgewählt. Die einzelnen Parzellen (Plots) haben eine Größe von $2\text{ m} \times 2\text{ m} = 4\text{ m}^2$ und sind dauerhaft mit Fiberglasstäben verpflockt, einer elektronischen Unterflurmarke (PINOKIO) markiert sowie Trassierband abgespannt (vgl. Abb. 24). Der Abstand zwischen den einzelnen VDBF beträgt i. d. R. 2 Meter. Die Größe der Gesamtaufnahmefläche für die jährliche Dauerbeobachtung beträgt somit $25 \times 4\text{ m}^2 = 100\text{ m}^2$. Auf den Flächen Laußnitz, Olbernhau, Cunnersdorf und Bautzen war es möglich, außerhalb der gezäunten Kernfläche vergleichende VDBF mit Wildeinfluss anzulegen, deren Anlage dem oben beschriebenen Verfahren folgt. Um bei diesen Flächen dem Wild ungehinderten Zugang zur Vegetation zu ermöglichen, wurde auf ein Abspannen mit Trassierband verzichtet. Jede Fläche wurde eingemessen und in eine Lageskizze eingetragen (vgl. Abb. 23). Zur genaueren Einschätzung der Artmächtigkeit wurde bei den VDBF die Schätzskala nach LONDO (1975) verwendet.

Vegetationskarte der Level II-Fläche Colditz

Revier Thümmelitzwald, Abt. 337a'

25 m



- Epiphytenbäume
- Vegetationsdauerbeobachtungsfläche (VDBF) (4 m²)

Erläuterungen zur Vegetation

- Es dominieren auffällig *Carex brizoides*, *Calamagrostis epigeios* und *Rubus idaeus*.
- ▨ Auf dieser Fläche erreichen *Calamagrostis epigeios* und *Rubus idaeus* nur geringe Deckung.
- ▨ Auf dieser Fläche kommen noch zusätzlich folgende Species vor: *Poa trivialis*, *Athyrium filix-femina*, *Scrophularia nodosa*, *Digitalis purpurea*, u.a..
- ▨ Auf dieser Fläche dominiert *Pteridium aquilinum*.

- ▲ Einzelfunde: 1 *Ajuga reptans*; 2 *Galium uliginosum*; 3 *Arrhenaterum elatius*; 5 *Carex pallescens*; 6 *Galium palustre*; 7 *Lysimachia vulgaris*; 17 *Scutellaria galericulata*; 20 *Circaea lutetiana*; 21 *Poa annua*; 22 *Epilobium montanum*; 23 *Teucrium scorodonia*; 24 *Milium effusum*

Abb. 23: Vegetationskarte der Level-II-Fläche Colditz.

Abb. 24: Fest markierter Einzelplot innerhalb des Zaunes.



Tab. 16: Gesamtaufnahme der Vegetation auf der sächsischen Level-II-Fläche Klingenthal.

v = vegetativ
g = generativ

Ort: Klingenthal, Nr.: 1401 (EU), 2001 (LAF)				Datum: 17.7. 1998			
Lage				Standort			
Forstamt: Klingenthal		Revier: Morgenröthe		Substrat: intermediäre u. saure Magmatite o. Metamorphite			
Waldort: 251a4				Bodentyp: Podsol-Braunerde bis Podsol			
Wuchsgebiet: Erzgebirge				Humusform: rohhumusartiger Moder			
Wuchsbezirk: Nordwestabdachung des Erzgebirges				PNV: artenarme montane Hainsimsen- Buchenwälder			
Relief: relativ eben				Mittl. Lufttemperatur: 4,5 °C			
Höhe ü. NN.: 840 m; R: 453802 H: 558765				Jahresniederschlag: 1050 mm			
Vegetationstabelle gezäunte Kernfläche							
Baumschicht 1 (> 5 m) Gesamtdeckung: 90%				Strauchschicht (0,5 m bis 5 m) Gesamtdeckung: 15%			
Art	Artenmächtigkeit (BRAUN-BLANQUET)	Phänologie		Art	Artenmächtigkeit (BRAUN-BLANQUET)	Phänologie	
		v	g			v	g
<i>Larix decidua</i>	+	-	-	<i>Betula pendula</i>	+	6	0
<i>Picea abies</i>	5	-	-	<i>Fagus sylvatica</i>	+	6	0
<i>Pseudotsuga menz.</i>	+	-	-	<i>Picea abies</i>	2	-	-
				<i>Pseudotsuga menz.</i>	+	-	-
Baumschicht 2 u. 3 (> 5 m): Gesamtdeckung: <1%				<i>Salix caprea</i>			
<i>Fagus sylvatica</i>	+	6	-	<i>Sorbus aucuparia</i>	+	6	0
Krautschicht (bis 0,5 m bzw. 2,0 m) Gesamtdeckung: 95 %							
Art	Mächtigkeit (BRAUN-BLANQUET)	Phänologie (nach DIERSCHKE, 1989)					
		v	g				
<i>Athyrium filix-femina</i>	+	6	-				
<i>Calamagrostis villosa</i>	3	7-8	4-5				
<i>Carex brizoides</i>	+	7	7-10				
<i>Carex canescens</i>	+	7	10				
<i>Carex pilulifera</i>	1	7	10				
<i>Cerastium holosteoides cf.</i>	+	6	2				
<i>Cirsium vulgare</i>	+	6	0				
<i>Deschampsia flexuosa</i>	3	7	0-4				
<i>Digitalis purpurea</i>	+	6	7				
<i>Dryopteris carthusiana</i>	+	6	-				
<i>Dryopteris dilatata</i>	2	7-8	-				
<i>Epilobium angustifolium</i>	1	5-6	0				
<i>Epilobium montanum</i>	+	6	7				
<i>Fagus sylvatica</i>	+	6	0				
<i>Galium harcynicum</i>	1	6	7-10				
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	+	6	-				
<i>Juncus effusus</i>	+	7	7				
<i>Larix decidua</i>	+	-	-				
<i>Luzula sylvatica</i>	+	7	12				
<i>Maianthemum bifolium</i>	2	8	11				
<i>Mycelis muralis</i>	+	6	4				
<i>Oxalis acetosella</i>	+	6	0				
<i>Picea abies</i>	1	-	-				
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	+	-	-				
<i>Rubus idaeus</i>	+	6	0				
<i>Rumex spec.</i>	+	6	8				
<i>Sorbus aucuparia</i>	1	6	0				
<i>Stellaria graminea</i>	+	6	7				
<i>Stellaria nemorum</i>	+	7	0				
<i>Stellaria uliginosa</i>	+	6	8				
<i>Taraxacum officinalis</i>	+	6	0				
<i>Trientalis europaea</i>	+	9	12				
<i>Urtica dioica</i>	+	5	7				
<i>Vaccinium myrtillus</i>	2	6	10				
<i>Veronica chamaedrys</i>	+	6	0				

Moos- und Flechtenschicht Gesamtdeckung: 15%			
Art	Substrate *	Fortpflanzungsorgane *	Mächtigkeit
<i>Barbilophozia barbata</i>	H		+
<i>Barbilophozia floerkei</i>	H		+
<i>Brachythecium salebrosum</i>	T	c.spg.	+
<i>Brachythecium rutabulum</i>	H	c.spg.	+
<i>Brachythecium starkei</i>	T, H	c.spg.	1
<i>Calypogeia muelleriana</i>	T, H	Brutkörper	1
<i>Cephalozia bicuspidata</i>	T, B		+
<i>Dicranella heteromalla</i>	M, T	c.spg.	+
<i>Dicranodontium denudatum</i>	T, H		+
<i>Dicranum scoparium</i>	H, T		1
<i>Herzogiella seligeri</i>	T	c.spg.	1
<i>Hypnum cupressiforme</i>	T		+
<i>Lepidozia reptans</i>	T, H, B	c.spg.	1
<i>Lophocolea bidentata</i>	T, H		1
<i>Lophocolea heterophylla</i>	T, H, B	c.spg.	1
<i>Mnium hornum</i>	H		+
<i>Orthodontium lineare</i>	T, B	c.spg.	+
<i>Plagiothecium laetum</i> var. <i>curvifolium</i>	H, T	c.spg.	2
<i>Plagiothecium laetum</i> var. <i>laetum</i>	T	c.spg.	+
<i>Plagiothecium undulatum!!</i>	H		1
<i>Pleurozium schreberi</i>	T, H		+
<i>Pohlia lutescens</i> (Bodengrube)	M		+
<i>Pohlia nutans</i>	T, H	c.spg.	+
<i>Polytrichum formosum</i>	H, M, T	c.spg.	1
<i>Ptilium crista-castrensis!!!</i>	T		+
<i>Rhizomnium punctatum</i>	T		+
<i>Rhytidadelphus loreus!!!</i>	T, H		+
<i>Sanionia uncinata</i>	T	c.spg.	+
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	H		1
<i>Tetraphis pellucida</i>	T, H	c.spg.	1
<i>Cladonia coniocraea</i>	B, T		+
<i>Cladonia digitata</i>	T		+
<i>Cladonia fimbriata</i>	T		+
<i>Hypogymnia physodes!</i>	B		-
<i>Lecanora conizaeoides</i>	B, T		+

* B – Borke, H – Humus, M – Mineralboden, T - Totholz, S – Stein; c.spg. – mit Sporogonen

Bemerkungen:

- 5 m südlich außerhalb der Fläche an einer Buche *Orthodicranum montanum*
- 4 Rote Liste Arten (3 Moose, 1 Flechte) in Fettdruck: ! gefährdet, !! stark gefährdet, !!! vom Aussterben bedroht

3.1.2.3 Anlage und Kartierung der EDBF

Auf jeder Untersuchungsfläche wurden sechs Bäume (Hauptbaumart), wenn möglich jeweils drei Bäume innerhalb und außerhalb des Zaunes, ausgewählt. Bei der Auswahl der Bäume wurden folgende Kriterien zugrunde gelegt:

- repräsentative Lage im Bestand in Bezug auf Luftfeuchte und Belichtung,
- Umfang des Baumes in 150 cm Höhe \geq 90 cm,
- Neigungsgrad des Baumes nicht größer als 5 °

Die EDBF sind jeweils an der mit Kryptogamen am stärksten bewachsenen Seite angelegt und die genaue Exposition mit dem Kompass eingemessen worden. Lage und Abmessungen der EDBF orientieren sich an der VDI-RICHTLINIE 3799/1 (VDI, 1995). Die Eckpunkte der Aufnahmefläche sind mit Reißnägeln, die Mitte der Unterkante mit einer Edelstahlschraube dauerhaft markiert. Oberhalb der EDBF wurde eine Markierung in roter Farbe angebracht; die genaue Lage der Epiphytenbäume ist einer Lageskizze zu entnehmen (vgl. Abb. 23). Es werden für jedes Aufnahmequadrat getrennt die Moos- und Flechtenvegetation aufgenommen. Die Einschätzung der Deckung erfolgt in 10-%-Stufen (0 = Quadrat nicht bewachsen; 1 = bis 10 % Deckung usw.). Da in einzelnen EDBF die Flechte *Lecanora conizaeoides* teilweise abgestorben war, wie z. T. infolge des parasitischen Befalls durch den Weißen Rindenpilz (*Athelia epiphylla*), wurde hier die Deckung getrennt nach lebenden und toten Thalli aufgenommen. Von jeder EDBF wurde eine Fotografie angefertigt.

3.2 Auswertung

Sämtliche erhobenen vegetationskundlichen Daten wurden in die **Datenbank »Level II«** (CONRAD, 2002) eingegeben. Die Datenbank ermöglicht auf der Gesamtfläche und der Plotebene neben Berechnungen der Artenzahlen und Deckungen eine Auswertung mittels der ökologischen Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992). Auf den EDBF erfolgte mittels der Toxitoleranz-Werte nach FRAHM (1998), WIRTH (1992) und KIRSCHBAUM & WIRTH (1997) eine erste Einschätzung der Immissionsbelastung. Die Skala der Tox-Werte reicht von 1: Art extrem empfindlich gegenüber

Luftbelastungen bis 9: sehr hohe Toleranz der Art gegenüber Luftbelastungen.

3.3 Ergebnisse

3.3.1 Gesamtkartierung und vegetationskundliche Dauerbeobachtungsflächen (VDBF)

3.3.1.1 Artenzahlen

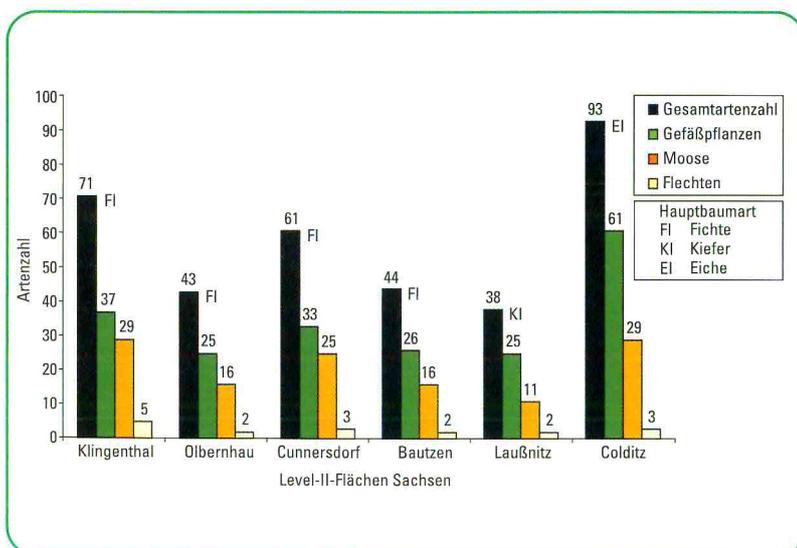
Die in Abb. 25 dargestellten Gesamtartenzahlen (Gefäßpflanzen, Moose und Flechten) der sechs Level-II-Flächen basieren auf den Ergebnissen der 1998 durchgeführten Kartierung innerhalb der gezaunten Kernfläche sowie Neufunden der letzten Jahre. Mit 93 Arten weist die Eichenfläche in Colditz die höchsten und mit 38 Arten die Kiefernfläche in Laußnitz die niedrigsten Gesamtartenzahlen auf. Der Anteil der Moose und Flechten am Gesamtartenaufkommen liegt mit Artenzahlen zwischen 13 (Laußnitz) und 34 (Klingenthal) unter dem der Gefäßpflanzen. Moose sind zahlenmäßig immer stärker als Flechten vertreten. Bei den Gefäßpflanzen zählen die krautigen Pflanzen Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*), Gewöhnlicher Dornfarn (*Dryopteris carthusiana*), Schmalblättriges Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*) und Löwenzahn (*Taraxacum officinale* agg.) sowie die Gehölze Sandbirke (*Betula pendula*), Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) und Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) zu den steten Arten. Bei den Moosen sind das Kleine Besenmoos (*Dicranella heteromalla*), das Zypressen-Schlafmoos (*Hypnum cupressiforme*), das Nickende Pohlmoos (*Pohlia nutans*) und das Wald-Bürstenmoos (*Polytrichum formosum*) und bei den Flechten die Kuchenflechte (*Lecanora conizaeoides*) auf allen Flächen vertreten. Rote Liste-Arten fanden sich nur bei den Kryptogamen z. B. auf der Fläche Klingenthal (vgl. Tab. 16) das Wellenblättrige Plattmoos (*Plagiothecium undulatum*), das Farnwedelmoos (*Ptilidium crista-castrensis*), das Kranzmoos (*Rhytidiadelphus loreus*) sowie die Lippen-Schüsselflechte (*Hypogymnia physodes*). Im Hinblick auf Untersuchungen zur Biodiversität mitteleuropäischer Wälder zeigen diese Ergebnisse deutlich, dass auch in bewirtschafteten Forsten **Moose und Flechten einen bedeutenden Beitrag zur Artenvielfalt** leisten. Die vergleichsweise geringen Artenzahlen der Flechten lassen sich auf fehlende epilithische Standorte sowie auf eine durch jahrzehntelange hohe Säureinträge stark dezimierte epiphytische Flechtenvegetation zurückführen. Diese befindet sich momentan in einer Regenerationsphase.

3.3.1.2 Deckungsgrade

Die Entwicklung der Gesamtdeckungsgrade der jährlich aufgenommenen Plots ist – differenziert nach den vier Vegetationsschichten – aus Abb. 26 ersichtlich. Die Gesamtdeckungsgrade der Flächen schwanken zwischen ca. 20 % (dichter Fichtenbestand der Kernfläche Bautzen) und über 140 % (Kiefernfläche Laußnitz mit stark entwickelter Moosschicht). Zwar hat in der Mehrzahl die Gesamtdeckung zugenommen, eine gerichtete Veränderung aller Flächen über den Beobachtungszeitraum ist jedoch nicht zu erkennen.

Bei der Entwicklung der Strauchschicht ist deutlich der Wild Einfluss erkennbar. So kam es durch Wildverbiss auf den ungezaunten Vergleichsflächen auch nach 5-jähriger Beob-

Abb. 25: Gegenüberstellung der Artenzahl von Gefäßpflanzen, Moosen und Flechten (Gesamtkartierung; Stand 2002).



achtung noch nicht zu einem Einwachsen der Naturverjüngung in die Strauchschicht (Ausnahme: Fläche Laußnitz). Währenddessen stieg der Deckungsgrad innerhalb des Zaunes kontinuierlich an (Ausnahme: Fläche Bautzen). Gemessen an der jeweiligen Gesamtdeckung pro Fläche und Jahr, nimmt die Krautschicht die höchsten Deckungswerte ein. Während in Colditz die Deckung der Krautschicht kontinuierlich zugenommen hat, ist die Entwicklung auf den anderen Flächen ungerichtet bzw. die Deckung nimmt ab.

Bei den Kryptogamen weisen nur die Moose nennenswerte Deckungsgrade auf. Im Gegensatz zu allen anderen angesprochenen Schichten zeigt die **Moosschicht** über alle Flächen einen **Anstieg der Deckung**; die Deckung der Flechtenschicht liegt auf allen Flächen unter 1%. Die beobachteten Deckungsgradveränderungen können zum jetzigen Zeitpunkt als Fluktuationen interpretiert werden, da bisher auf den untersuchten Plots ausschließlich eine Änderung der Artmächtigkeit, aber kein Artenaustausch stattfand.

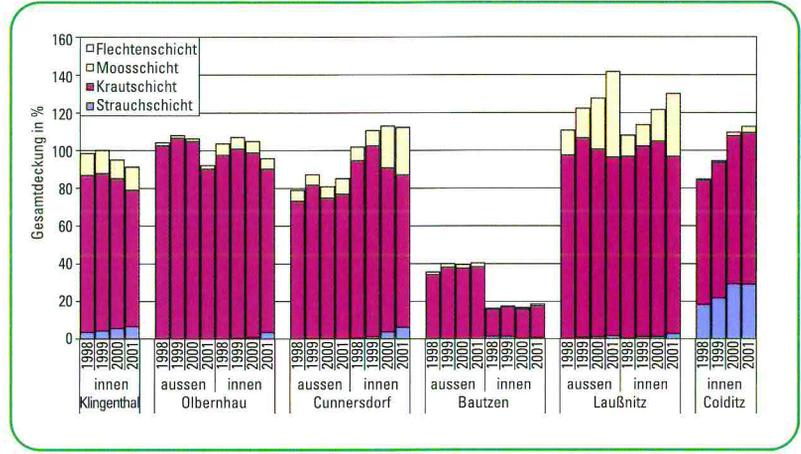
3.3.1.3 Ökologische Zeigerwerte

Zur Indikation der ökologischen Faktorenkomplexe relativer Lichtgenuss, Wasserversorgung, Bodenazidität und Stickstoff- (Nährstoff-)versorgung wurden von ELLENBERG et al. (1992) Zeigerwerte aus dem Vorkommen von Gefäßpflanzen, Moosen und Flechten im Gelände empirisch hergeleitet. Darüber hinaus wurden Temperatur- und Kontinentalitätszahlen, welche die phytogeographischen Areale der Arten in Europa zur Grundlage haben, aufgestellt (vgl. Kap. 2.2). In Abb. 27 ist die Entwicklung der mittleren quantitativen Reaktions- und Stickstoffzeigerwerte der Gefäßpflanzen der VDBF im Beobachtungszeitraum dargestellt. Die durchschnittlichen Reaktionszahlen zwischen ca. 2 und 4 deuten auf saure bis mäßig saure Bodenverhältnisse aller Flächen hin. Die höchsten mittleren **Reaktionszahlen** wurden auf der Eichenfläche Colditz (Lösslehm), die niedrigsten auf der Kiefernfläche Laußnitz (pleistozäne Decksande) bestimmt. Im 5-jährigen Beobachtungszeitraum ergaben sich **keine signifikanten Veränderungen**.

Die mittleren **Stickstoffzahlen** liegen mit Werten von ca. 2,5 bis 5,5 bei allen Flächen auf einem etwas höheren Niveau. Wie bei den Reaktionszahlen sind auch hier bisher **keine gerichteten Veränderungen** feststellbar.

3.3.1.4 Soziologisches Verhalten der Gefäßpflanzen

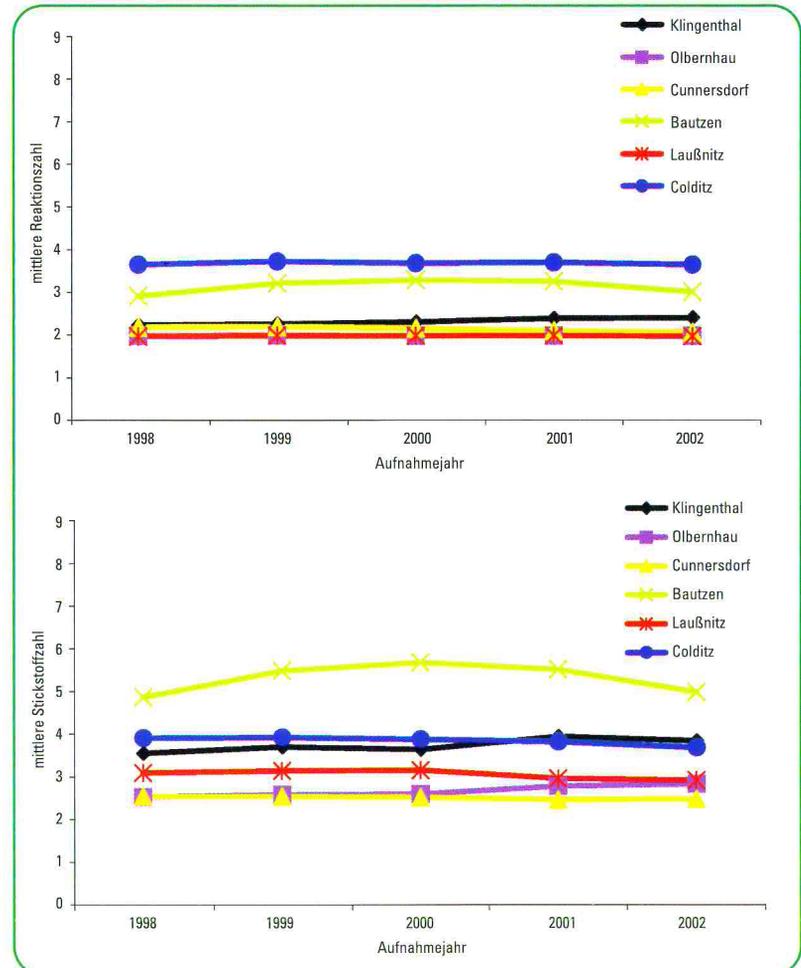
Die »Datenbank Level II« ermöglicht eine Auswertung des Artenbestandes hinsichtlich des soziologischen Verhaltens der Gefäßpflanzen. In Anlehnung an OBERDORFER et al. (1990) wurden alle mitteleuropäischen Gefäßpflanzen in ein aus acht Klassengruppen bestehendes pflanzensoziologisches System integriert. Die flächenbezogene Auswertung des Arteninventars ermöglicht Aussagen über die »Natürlichkeit« der Artenzusammensetzung der Bestände. Aus Abb. 28 ist ersichtlich, wie hoch der Anteil der Arten an der Gesamtartenzahl (Artenzahlen der VDBF) ist, die



pflanzensoziologisch zu den Klassengruppen »Krautige Vegetation oft gestörter Plätze« und »Arten anthropo-zoogener Heiden und Rasen« zählen. Zu den so genannten »Störzeigern« zählen z. B. der Mauerlattich (*Mycelis muralis*), die Gemeine Kratzdistel (*Cirsium vulgare*) und die Große Brennnessel (*Urtica dioica*), zu den Arten anthropo-zoogene Heiden und Rasen beispielsweise der Gemeine Löwenzahn (*Taraxacum officinale* agg.) und das Jakobs-Greiskraut (*Senecio jacobaea*). Der prozentuale Anteil der genannten soziologischen Artengruppen, bezogen auf die Gesamtartenzahl, erreicht in einzelnen Jahren Werte bis zu 15 % (vgl. Abb. 28; Colditz: Aufnahmejahr 1999).

Abb. 26: Entwicklung des Gesamtdeckungsgrades (inner- und außerhalb des Zauns; differenziert nach Vegetationsschichten) der Jahre 1998–2002.

Abb. 27: Entwicklung der mittleren quantitativen Reaktions- und Stickstoffzahl der Gefäßpflanzen



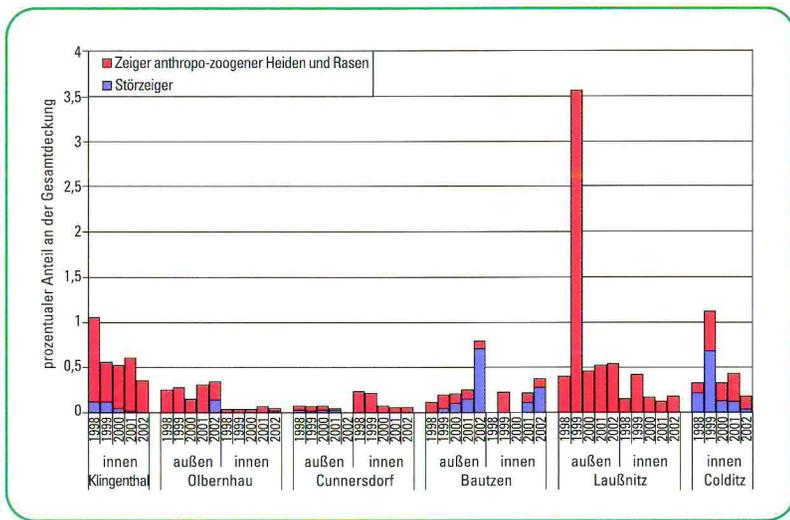
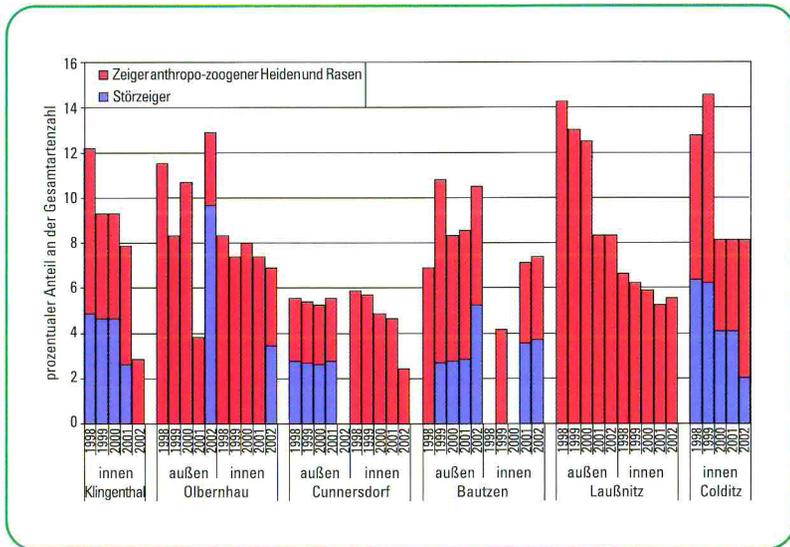


Abb. 28: Prozentualer Anteil der Störzeiger und Arten der anthropo-zoogenen Heiden und Rasen an der Gesamtartenzahl der Jahre 1998–2002.

Abb. 29: Prozentualer Anteil der Störzeiger und Arten der anthropo-zoogenen Heiden und Rasen bezogen auf die reale Deckung des Gesamtarteninventars der Gefäßpflanzen der Jahre 1998–2002.

Betrachtet man aber den Anteil dieser Arten am Gesamtdeckungsgrad (vgl. Abb. 28) so wird deutlich, dass das Erscheinungsbild der **Krautschicht** der untersuchten Bestände **weiterhin von typischen Waldarten dominiert** wird. Auf allen Flächen lag die Deckung der »Störzeiger« und Arten der anthropogenen Heiden und Rasen i.d.R. unter ein Prozent. Nur ausnahmsweise wurden höhere Werte erreicht (Beispiel: Fläche Laußnitz außerhalb des Zauns; Aufnahmejahr 1999). Auf diesen 25 ungezäunten Plots kam es zu einer starken Ausbreitung des Harzer Labkrautes (*Galium hircynicum*), die sich jedoch in den Folgejahren wieder auf normalem Niveau einpendelte. Besorgniserregende Zustände, wie z. B. auf der hessischen Level-II-Fläche Zierenberg, in der es in den vergangenen Jahren zu einer starken Ausbreitung der Brennnessel (*Urtica dioica*) in Buchenbeständen kam (SCHULZE & EICHHORN, 2000), sind auf sächsischen Level-II-Flächen nicht zu beobachten.

3.3.2 Indikation der Luftgüte mittels epiphytischer Moose und Flechten

Aufgrund ihrer anatomischen und physiologischen Besonderheiten sind Moose und Flechten weitaus empfindlichere Bioindikatoren als Gefäßpflanzen. Dabei ermöglicht insbesondere die Kartierung und Dauerbeobachtung von epiphytischen Moosen und Flechten eine Beurteilung der lufthygienischen Situation des untersuchten Gebietes sowie die Abgrenzung unterschiedlich stark belasteter Zonen und vermittelt zudem einen Überblick über die langfristige Immissionsbelastung durch die Summe aller Schadstoffe und ihrer Folgeprodukte.

3.3.2.1 Epiphytenkartierung der gezäunten Gesamtfläche

Bei der Gesamtkartierung der gezäunten Kernflächen im Jahr 1998 konnten elf epiphytische Moose und fünf Flechten nachgewiesen werden (vgl. Tab. 17). Alle auf den Flächen gefundenen **Arten** weisen eine **hohe Toxizität** gegenüber Luftverunreinigungen und eine Präferenz für saure Substrate (Reaktions-Zahl 1: extrem saure Standorte bis R-Zahl 9: basische Standorte) auf. Das Arteninventar spiegelt die über Jahrzehnte anhaltende hohe Belastung der Waldflächen mit sauren Luftschadstoffen wider. Die extrem säuretolerante, sorediöse Krustenflechte *Lecanora conizaeoides* (vgl. Abb. 30) ist auf allen Flächen vertreten. Die nur auf der Fläche Cunnersdorf nachgewiesene Schwarznapfflechte (*Hypocenomyce caradocensis*) deutet mit der Toxizitätszahl 6 auf eine vergleichsweise geringere Schadstoffbelastung hin. Nimmt man die Gesamtartenzahl der vorhandenen Epiphyten als Kriterium für die Luftschadstoffbelastung, so findet man in Colditz und Klingenthal die günstigsten Bedingungen vor. Die vergleichsweise hohe Artenzahl in Colditz ist neben den geringeren Luftschadstoffeinträgen auch auf die besseren Standortbedingungen (Struktur und natürlicher pH-Wert der Eichenborke) zurückzuführen (vgl. Abb. 30).

3.3.2.2 Epiphytische Dauerbeobachtungsflächen (EDBF)

Die Erstaufnahme der EDBF aus dem Jahr 1998 erbrachte folgende Ergebnisse:

- Die EDBF enthielten keine epiphytischen Moose.
- Neben einem kleinen Vorkommen der Krustenflechte *Hypocenomyce caradocensis* (Cunnersdorf) sowie einigen sterilen *Cladonia*-Schuppen (Klingenthal) war nur die hoch toxische Krustenflechte *Lecanora conizaeoides* stetig auf allen Flächen vertreten.

Eine Auswertung der immissionsbezogenen Flechtenkartierung nach der VDI-FLECHTENRICHTLINIE 3799/1 (1995) ist streng genommen nicht möglich, da diese Richtlinie für das Freiland konzipiert wurde (zur Problematik siehe STETZKA & STAPPER, 2001). Dennoch wurden Luftgütwerte berechnet, um Hinweise auf die lufthygienische Belastung der einzelnen Flächen zu bekommen und zukünftige Veränderungen kommentieren zu können. Gebiete, in denen ausschließlich *Lecanora conizaeoides* vorkommt, gelten nach der Richtlinie als »extrem hoch mit Schadstoffen

R-Zahl: Reaktionszahl für Moose nach DÜLL (1992) und für Flechten nach WIRTH (1992)

To-Zahl: Toxizitätszahl für Moose nach FRAHM (1998) und für Flechten nach WIRTH (1992) und KIRSCHBAUM & WIRTH (1997).

Tab. 17: Vorkommen epiphytischer Moose und Flechten auf sächsischen Level-II-Flächen.

Artname	R	To	Klingenthal	Olbernhau	Cunnersdorf	Bautzen	Laußnitz	Colditz
Hauptbaumart			Fichte	Fichte	Fichte	Fichte	Kiefer	Eiche
Moose								
<i>Aulacomnium androgynum</i>	2	-						+
<i>Cephalozia bicuspidata</i>	3	-	+					+
<i>Dicranella heteromalla</i>	2	-						+
<i>Dicranum scoparium</i>	4	-						+
<i>Hypnum cupressiforme</i>	4	8						+
<i>Lepidozia reptans</i>	2	-	+					
<i>Lophocolea heterophylla</i>	3	7	+	+				+
<i>Orthodontium lineare</i>	2	-	+					
<i>Plagiothecium denticulatum</i>	5	-						+
<i>Pohlia nutans</i>	2	-						+
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	2	-						+
Flechten								
<i>Cladonia coniocraea</i>	4	-	+					
<i>Hypocenomyce caradocensis</i>	2	6			+			
<i>Hypogymnia physodes</i>	3	8	+					
<i>Lecanora conizaeoides</i>	2	9	+	+	+	+	+	+
<i>Lepraria incana</i>	3	9						+
Artenzahl								
Moose			4	1	0	0	0	9
Flechten			3	1	2	1	1	2
Gesamt			7	2	2	1	1	11

belastet« (Luftgütwert < 0). Darüber hinaus können die einzelnen Flächen anhand der mittleren Deckung von *Lecanora conizaeoides* differenziert werden. Je höher die Deckung der Art ist, umso weniger stark ist die Belastung der Luft mit Schadstoffen. Eine Bewertung der Flächen ist aufgrund der unterschiedlichen Lichtverhältnisse in den Beständen und der unterschiedlichen Borkenstruktur der Trägerbäume nicht sinnvoll. Die Tatsache, dass an einer Lärche auf der Fläche Klingenthal die Laubflechte (*Hypogymnia physodes*) und in der näheren Umgebung der Fläche Colditz Vorkommen der Wand-Gelbflechte (*Xanthoria parietina*) u. a. Laubflechten beobachtet wurden, deutet – wie die Ergebnisse der Gesamtepiphytenkartierung – auf vergleichsweise bessere lufthygienische Verhältnisse dieser Flächen hin.

Die Folgeaufnahme des Jahres 2001 (vgl. Abb.31) zeigt, dass – außer in Bautzen – die Deckungsgrade von *Lecanora conizaeoides* überall abgenommen haben. Nach KIRSCHBAUM & WIRTH (1997) ist *Lecanora conizaeoides* die einzige Flechte, deren Frequenz – im Gegensatz zu allen anderen epiphytischen Flechten – ab einem bestimmten Zeitpunkt einer zurückgehenden Immissionsbelastung wieder abnimmt. Die abweichende Entwicklung auf der Fläche Bautzen ist vermutlich auf einen Durchforstungseingriff zurückzuführen. Hier eröffnet die Auflichtung des Bestandes der Halblichtpflanze *Lecanora conizaeoides* bessere Wachstumsbedingungen und überlagert den Einflussfaktor der Immissionen. Epiphytische Moose sind, ebenso wie empfindlichere Flechten, noch nicht auf den Dauerbeobachtungsflächen vertreten.

Die abnehmende Deckung von *Lecanora conizaeoides* ist als **Zeichen zunehmender Luftqualität** zu werten. Im Gegensatz zu anderen Bundesländern, in denen zeitgleich mit dem Zusammenbruch der Population von *Lecanora conizaeoides* empfindlichere Flechten auf den Dauerbeobachtungsflächen auftraten (z. B. STAPPER, 2002), scheint die Rückwanderung dieser Arten in Sachsen durch die über Jahrzehnte andauernden starken Säurebelastungen verzögert zu sein. Erste Neuansiedlungen von empfindlicheren Arten wie z. B. *Hypogymnia physodes* (Zaunpfosten Level-II-Freifläche Laußnitz) bestätigen aber den Trend. Wann diese Arten wieder im Stammbereich geschlossener Wälder auftreten, bleibt zu beobachten.

Abb. 30: Die Kuchenflechte (*Lecanora conizaeoides*) auf Eichenborke; Level-II-Fläche Colditz



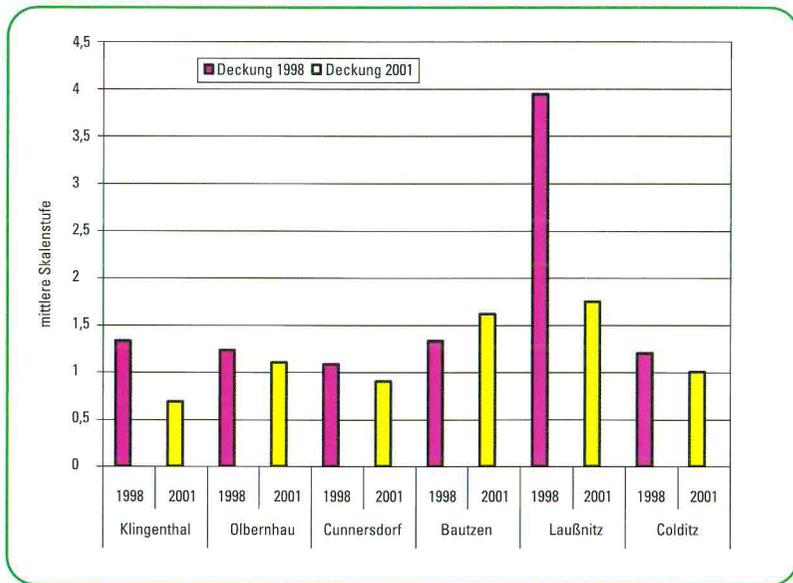
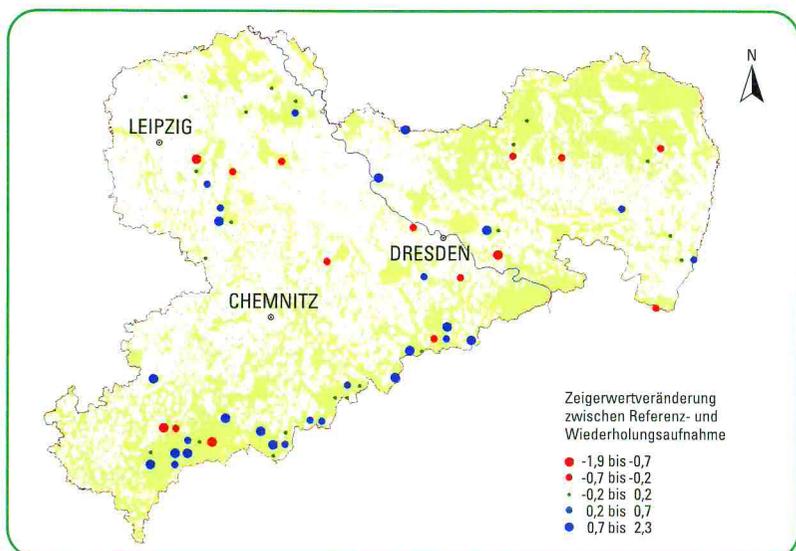


Abb. 31: Vergleich der Deckungsgrade (Mittelwerte der Deckung der Aufnahmeflächen der sechs Epiphytenbäume pro Fläche) von *Lecanora conizaeoides* in den Jahren 1998 und 2001.

Skalenstufe:

- 1 = 0% bis 10%;
- 2 = >10% bis 20%;
- 3 = >20% bis 30%;
- 4 = >30% bis 40%

Abb. 32: Veränderung der mittleren qualitativen Stickstoffzahl sächsischer Laubwälder und Fichtenwälder (oberhalb 700 m) im Level-I-Programm Sachsens.



3.4 Zusammenfassung

Die Ergebnisse zur Kartierung der Vegetation und der Epiphyten in sächsischen Level-II-Flächen zeigen, dass auch in bewirtschafteten Wäldern Moose und Flechten – neben den Gefäßpflanzen – einen bedeutenden Beitrag zur Biodiversität der Wälder leisten. Rote-Liste-Arten fanden sich nur bei den Kryptogamen. Der Anteil der Störzeiger am Gesamtarteninventar der Gefäßpflanzen entspricht noch weitgehend dem natürlicher Laub- und Nadelwaldgesellschaften. Veränderungen im Gesamtdeckungsgrad der angesprochenen Schichten sind in erster Linie auf witterungsbedingte Fluktuationen bzw. die Bestandesentwicklung zurückzuführen, während die in den vergangenen Jahren sich stetig verbessernde Luftqualität anhand der Entwicklung der epiphytischen Moos- und Flechtenvegetation deutlich wird.

4. Zusammenfassende Bewertung

Ein Ziel der vorliegenden Arbeit war es u. a. – neben einer zusammenfassenden Präsentation der bisher in Sachsen im Rahmen der Umweltkontrolle auf den Forstlichen Dau-

erbeobachtungsflächen der europäischen Level-I- und Level-II-Programme durch wiederholte Vegetationsaufnahmen erzielten Ergebnisse – die Problematik teils abweichender Aufnahmemethoden aufzuzeigen, zu analysieren bzw. zu bewerten und daraus möglichst Empfehlungen für die Einbeziehung von vegetationskundlichen Kartierungen in die anstehende Wiederholungsinventur zur Bodenzustandserhebung (BZE II) abzuleiten.

So zeigen die Ergebnisse aus der Untersuchung sämtlicher Laubwaldflächen sowie ausgewählter Fichtenflächen des 4 x 4-km-Stichprobenrasters der Bodenzustandserhebung (BZE = Level I der EU), dass im letzten Jahrzehnt – folglich innerhalb relativ kurzer Zeit – erhebliche **Veränderungen in der Vegetationszusammensetzung** zu verzeichnen sind. Dies äußert sich in einer z. T. beträchtlichen Zunahme der Artenzahl und einer starken Veränderung des Arteninventars einzelner Aufnahmeflächen, wobei ein teils ausgeprägter **Trend hin zu denjenigen Arten festzustellen ist, die als Basen- und Stickstoffzeiger** fungieren.

Aufgrund dieser Entwicklung ist beispielsweise die mittlere Stickstoffzahl (mN) der kartierten Arten auf ca. 45 % der vegetationskundlich untersuchten Flächen der BZE in Sachsen mehr oder weniger stark angestiegen (vgl. Abb. 32), was insbesondere für Flächen im Erzgebirge zutrifft. Weitere 35 % der Flächen zeigen keine Veränderungen, während in nur 20 % der Fälle eine Abnahme der mN-Werte zu verzeichnen ist.

Ergänzend dazu verweisen die Resultate zur Dauerbeobachtung der epiphytischen **Moos- und Flechtenvegetation** in Level-II-Flächen auf deren bevorzugte Eignung als **Bioindikatoren für Luftschadstoffe**: Einerseits dokumentieren sie einen abnehmenden Versauerungsgrad der Umwelt und es wird insgesamt eine in den vergangenen Jahren stetig sich verbessernde Luftqualität deutlich, während andererseits die jahrzehntelange hohe Umweltbelastung in den sächsischen Wäldern erkennbar wird.

Dennoch müssen mittlerweile die weiterhin übermäßigen Stickstoffeinträge und die dadurch drohende verstärkte **Eutrophierung der Wälder** als ein Hauptfaktor für die Gefährdung von Pflanzen in Deutschland angesehen werden, so dass ohne eine Absenkung entsprechender Stoffeinträge die weitere Ausbreitung nitrophiler Pflanzen und die Verdrängung konkurrenzschwacher Arten – v. a. in der Moosschicht – zu befürchten ist. In dem Zusammenhang erscheint es um so wichtiger, bei Kompensationskalkulationen im Wald die dazu ausgearbeiteten Vorgaben (z. B. LEUBE et al., 2000) unbedingt einzuhalten, um die unbestritten positiven Effekte solcher Präventivmaßnahmen nicht durch eine induzierte Stickstofffreisetzung zu gefährden. Auch im Zuge des Waldumbaus zu laubholzreichen Mischbeständen ist auf eine möglichst effektive Nutzung und den langfristigen Einbau des übermäßigen Stickstoffangebotes in den Stoffkreislauf der Waldökosysteme zu achten.

Viele Arbeiten der Vegetationskunde versuchen Zusammenhänge zwischen der Vegetation und standörtlichen Faktoren herauszuarbeiten (z.B. WITTIG & WERNER, 1986;

5 Abkürzungsverzeichnis

b1	1. Baumschicht (größer 5 m, herrschende Bäume, die am oberen Kronenschirm teilnehmen)	Level II	Teilprogramm des ICP Forests; intensive Untersuchung der Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen Waldökosystemen und den sie beeinflussenden Faktoren auf regional repräsentativen Dauerbeobachtungsflächen
b2	2. Baumschicht (größer 5 m, beherrschte Bäume, die nicht am oberen Kronenschirm teilnehmen)	m	Moossschicht, bestimmt durch die Artengruppe
BZE	Bodenzustandserhebung (Bestandteil von Level I)	mR	mittlere Reaktionszahl
f	Flechschicht, bestimmt durch die Artengruppe	R	Referenzaufnahme
ICP Forests	I nternational C ooperative P rogramme F orests	RL 1	Rote Liste Gefährdungskategorie 1 – vom Aussterben bedroht
k	Krautschicht (krautige Pflanzen und Gehölze kleiner 0,5 m)	RL 2	Rote Liste Gefährdungskategorie 2 – stark gefährdet
Level I	Teilprogramm des ICP Forests; Erhebungen zum Kronen- (jährlich) sowie Boden- und Ernährungszustand (bisher einmalig) von Wäldern auf einem systematischen, ganz Europa überziehenden Stichprobennetz. Bereitstellung flächenrepräsentativer Informationen über den Waldzustand und dessen Entwicklung	RL 3	Rote Liste Gefährdungskategorie 3 – gefährdet
		s	Strauchschicht (Gehölze ab 0,5 m bis 5 m Höhe)
		To	Toxizitätszahl für Flechten
		UN-ECE	United Nations Economic Commission for Europe, Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa
		W	Wiederholungsaufnahme
		WG	Wuchsgebiet
		WZE	jährliche Waldzustandserhebung

6 Literatur

- AMARELL, U. (2000): Kiefernforste der Dübener Heide – Ursachen und Verlauf der Entstehung und Veränderung von Forstgesellschaften. Dissertationes Botanicae 325. Cramer, Berlin, Stuttgart: 246 S.
- ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG IN DER ARBEITSGEMEINSCHAFT FORSTEINRICHTUNG (1996): Forstliche Standortsaufnahme: Begriffe, Definitionen, Einteilungen, Kennzeichnungen, Erläuterungen. 5. Aufl. - IHW-Verlag, Eching bei München: 352 S.
- BARONIUS, G., HOFMANN, W., FIEDLER, H. J. (1989): Arch. Nat.schutz Landsch.forsch. 29, 159-173.
- BAUMANN, M., REIMANN, M. (2001): Bryologische Beobachtungen im Erzgebirge 1994-2000. Limprichtia 17: 79-93
- BFN, BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (1996): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands. Schriftenreihe für Vegetationskunde 28, Bonn - Bad Godesberg: 744 S.
- BMELF, BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1994): Bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) – Arbeitsanleitung, 2. Auflage, Bonn: 158 S.
- BMELF, BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1997): Deutscher Waldbodenbericht 1996. Band 1, Bonn: 141 S.
- BMELF, BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2000): Critical Loads für Waldökosysteme - Methoden und Ergebnisse für Standorte des Level-II-Programms - Arbeitskreis A der Bund-Länder Arbeitsgruppe Level-II.: 71 S.
- BMVEL, BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2001a): Dauerbeobachtung der Waldvegetation im Level-II-Programm: Methoden und Auswertungen - Arbeitskreis F "Waldvegetation" der Bund-Länder-Arbeitsgruppe Level-II.: 157 S.
- BMVEL, BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.) (2001b): Luftqualität und atmosphärische Stoffeinträge an Level-II-Dauerbeobachtungsflächen in Deutschland - Arbeitskreis B der Bund-Länder-Arbeitsgruppe.: 97 S. + Anhang.
- BMVEL, BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.) (2001c): Kennwerte zur Charakterisierung des ökochemischen Bodenzustandes und des Gefährdungspotentials durch Bodenversauerung und Stickstoffsättigung an Level-II-Waldökosystem-Dauerbeobachtungsflächen - Arbeitskreis C der Bund-Länder-Arbeitsgruppe Level-II.: 167 S.
- BOBBINK, R.; HÖRNUNG, M.; ROELOFS, J.G.M. (1996): Empirical nitrogen critical loads for natural and semi-natural ecosystems. In: Manual on Methodologies and Criteria for Mapping Critical Levels/Loads and Areas where they are exceeded, UBA-Texte; 71/96, Berlin: III 1-54.
- BÖHLING, N. (1992): Floristischer Wandel von Waldgesellschaften. Mögliche Auswirkungen von Bodenversauerung und Nährstoffanreicherung in der südlichen Eilenriede (Stadtwald Hannover). - Naturschutz und Landschaftsplanung 1: 16-19.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. In: SCÖENICHEN, W. (Hrsg.): Biologische Studienbücher 7. Springer, Wien, 865 S.
- BUBERL, HG.; K. VON TREFZ-MALCHER, G.; HILDEBRAND, E.E (1994): Der Chemische Zustand von Waldböden in Baden-Württemberg. Ergebnisse der Bodenzustandserhebung im Wald 1989-92 (BZE): 99 S. + Anhang.
- BUTZKE, H. (1988): Zur zeitlichen und kleinräumigen Variabilität des pH-Wertes in Waldböden Nordrhein-Westfalens. - Forst u. Holz 43: 81-85.
- CONRAD, S. (2001): Dokumentation des Aufnahmeverfahrens der Ökologischen Waldzustandskontrolle der DDR von 1986-1990 und Auswertung deren sächsischer Vegetationsaufnahmen mittels einer Access-Datenbank. unveröffentl. Bakkalaureusarbeit, TU-Dresden, Fachrichtung Forstwiss.: 58 S.
- CONRAD, S. (2002): Dokumentation der Level-II-Datenbank – Datenbank zur Datenhaltung und Auswertung der Vegetationsdaten im Level-II-Programm. unveröff. LAF, Landesanstalt für Forsten, Graupa: 40 S.
- DENZ, O., GENSSLER, L. (2001): Erste Ergebnisse vegetationskundlicher Zeitreihenuntersuchungen in Nordrhein-Westfalen. In: MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.): Bericht zum ökologischen Zustand des Waldes 2001. Düsseldorf.

- DIECKMANN, M., FALKENGREN-GRERUP, U. (1998): A new species index for forest vascular plants: development of functional indices based on mineralization rates of various forms of soil nitrogen. - *J. Ecol.* 86.: 269-283.
- DIERSCHKE, H. (1989): Symphänologischer Aufnahme- und Bestimmungsschlüssel für Blütenpflanzen und ihre Gesellschaften in Mitteleuropa. *Tuexenia* 9: 477-484.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden, Ulmer, Stuttgart: 663 S.
- DÜLL, R. (1992): Zeigerwerte von Laub- und Lebermoosen. In ELLENBERG, HEI. et al., 1992: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica*, Bd.18: 258 S.
- ELLENBERG, HEI. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. *Scripta Geobotanica* 9: 122 S.
- ELLENBERG, HEI. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5.Aufl., Ulmer, Stuttgart: 1096 S.
- ELLENBERG, HEI., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., PAULISSEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* 18(2), Verlag E. Goltze, Göttingen: 258 S.
- FALKENGREN-GRERUP, U. (1986): Soil acidification and vegetation changes in deciduous forests in southern Sweden. *Oecologia* 70: 339-347.
- FISCHER, H. (1986): Zur Vorhersage ökologischer Parameter aufgrund der floristischen Struktur der Vegetation. - *Tüxenia*, Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft, Nr. 6: 405-414.
- FRAHM, J.-P. (1998): Moose als Bioindikatoren. - *Quelle & Meyer*, Wiesbaden: 187 S.
- FRANK, D., KLOTZ, S. (1988): Biologisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. *Wissenschaftliche Beiträge Martin-Luther-Universität Halle*: 103 S.
- FRANZEN, I. (2001): Epiphytische Moose und Flechten als Bioindikatoren der Luftgüte am Westrand des Ruhrgebietes. *Limprichtia* 16: 185 S.
- FREY, W., FRAHM, P.-P., FISCHER, E., LOBIN, W. (1995): Die Moos- und Farnpflanzen Europas. *Gustav Fischer Verlag Stuttgart*, Jena, New York, 426 S.
- GLAVAC, V. (1996): Vegetationsökologie - Grundfragen, Aufgaben, Methoden.. - *Gustav Fischer Verlag Jena*: 358 S.
- GÜTTLER, P.O. (1996): Statistik mit SPSS/PC+ und SPSS für Windows. München-Wien, Oldenbourg Verlag.
- HAEUPLER, H. (1982): Evenness als Ausdruck der Vielfalt in den Vegetationsuntersuchungen zum Diversitätsbegriff. *Diss. Bot.* 65: 268 S.
- HOFMANN, G. (1974): Die natürliche Waldvegetation Westthüringens, ihre Gliederung und ihr Weiserwert für Boden Klima und Ertrag. *Diss. B*, Institut für Forstwiss. der Akad. der Landwirtschaftswiss. der DDR.
- KIRSCHBAUM, U., WINDISCH, U. (1995): Beurteilung der lufthygienischen Situation Hessens mittels epiphytischer Flechten. *Schrift. d. Hess. Landesanstalt f. Umwelt* 171: 150 S.
- KIRSCHBAUM, U., WIRTH, V. (1997): Flechten erkennen, Luftgüte bestimmen. - *Ulmer, Stuttgart*: 128 S.
- KÖLLING, C. (1991): Stickstoffsättigung von Waldökosystemen. - *Allg. Forstz.* 46: 513-517.
- KOPERSKI, M., SAUER, M., BRAUN, W., GRADSTEIN, S. R. (2000): Referenzliste der Moose Deutschlands. *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 34. BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.), Bonn-Bad Godesberg: 519 S.
- KOWARIK, I., SEIDLING, W. (1989): Zeigerwertberechnungen nach ELLENBERG - Zu Problemen und Einschränkungen einer sinnvollen Methode. - *Landschaft + Stadt*, 21, (4). - *Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart*: 132-143.
- KUHN, N. (1990): Veränderung von Waldstandorten - Ergebnisse, Erfahrungen und Konsequenzen, mit einem Konzept für die Dauerbeobachtung von Waldbeständen. - *Bericht 319*. - *Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen*: 47 S.
- KUTSCHERA, L., LICHTENEGGER, E. (1982): Wurzelatlas mitteleuropäischer Grönpflanzen. Bd. 1, *Monocotyledonae*. *Stuttgart*: 516 S.
- LAF, SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR FORSTEN (HRSG.) (1996): Waldumbau - Beiträge zum Kolloquium. *Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Forsten*, Heft 6: 150 S.
- LEUBE, F. (2000): Leitfaden Forstliche Bodenschutzkalkung in Sachsen. *LAF - Schriftenreihe*, Heft 21.
- LONDO, G. (1975): Dezimalskala für die vegetationskundliche Aufnahme von Dauerquadraten. - In: *Schmidt, W. [Hrsg.]*: *Sukzessionsforschung*. - *Vaduz [s.n.]* S. 631-617.
- MÜLLER, F. (1998): Rote Liste Moose. *Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege*. *Landesamt für Umwelt und Geologie Sachsen*: 18 S.
- NEBE, W. (1964): Die chemische Zusammensetzung der wichtigsten Grundgesteine Sachsens als Grundlage für eine Beurteilung der Nährstoffverhältnisse in Waldböden. *Jb. Staatl. Mus. Mineral. Geol.*, Dresden: 351-386.
- NEBE, W. (1970): Die chemische Zusammensetzung der wichtigsten Grundgesteine Sachsens als Grundlage für eine Beurteilung der Nährstoffverhältnisse in Waldböden (Ergänzung 1967). *Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Bd. 16*, Dresden: 287-304.
- NEBEL, M., PHILLIP, G. (HRSG.) (2001): Die Moose Baden-Württembergs. Bd. 2. *Spezieller Teil (Bryophytina II, Schistostegales bis Hynobryales)*. - *Verlag Eugen Ulmer*: 529 S.
- NEITE, H., WITTIG, R. (1985): Korrelation chemischer Bodenfaktoren mit der floristischen Zusammensetzung der Krautschicht im Stammfußbereich von Buchen. - *Acta Oecologica/Oecol. Plant.* 6.: 375-385.
- OBERDORFER, E. (1992): *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*, Teil IV: Wälder und Gebüsche, 2., stark bearbeitete Auflage - *Textband*. - *Gustav Fischer Verlag, Jena*: 282 S.
- OBERDORFER, E., MÜLLER, T., KORNECK, D., LIPPERT, W., MARKGRAF-DANNENBERG, I., PATZKE, E., WEBER, H.E. (1990): *Pflanzensoziologische Exkursionsflora*. 6. Auflage. *Ulmer Verlag, Stuttgart*. 1050 S.
- OPFERMANN, M. (1992): *Untersuchungen zu Veränderungen der Vegetation in ausgewählten Waldökosystemen des Osterzgebirges*. *Diplomarbeit TU-Dresden, Abt. Forstwirtschaft Tharandt*.
- PASSARGE, H., HOFMANN, G. (1964): Soziologische Artengruppen mitteleuropäischer Wälder. *Arch. Forstwes.* 13: 913-937.
- RABEN, G. (2001): *Monitoring auf forstlichen Dauerbeobachtungsflächen (Level I und II der Europäischen Union) durch die Sächsische Landesanstalt für Forsten (LAF)*. In: *Bodenmonitoring in Sachsen. Materialien zum Bodenschutz, Sonderheft des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft, Dresden*: 33-57.
- RABEN, G., ANDREAE, H., KARST, H., SYMOSSEK, F., LEUBE, F. (2000): *Bodenzustandserhebung (BZE) in den sächsischen Wäldern (1992-1997)*. *Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Forsten* 20, *Grupa*: 199 S.
- REHN, A. (1997): *Untersuchungen über die Bodenvegetation auf der Grundlage der bundesweiten Bodenzustandserhebung (BZE) in Sachsen. - unveröffentl. Diplomarbeit, Fachhochschule Schwarzburg*: 114 S.
- ROST-SIEBERT, K. (1988): *Ergebnisse vegetationskundlicher und bodenchemischer Vergleichsuntersuchungen zur Feststellung immissionsbedingter Veränderungen während der letzten Jahrzehnte. - Berichte des Forsch.zentr. Waldökosysteme/Waldsterben, Göttingen, Reihe B, Bd. 8*: 158 S.
- ROST-SIEBERT, K., JAHN, G. (1988): *Veränderungen der Waldbodenvegetation während der letzten Jahrzehnte - Eignung zur Bioindikation von Immissionswirkungen?* *Forst- und Holzwirt* 4: 75-81.
- SMUL, SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (1999): *Waldzustandsbericht 1999*. *Dresden* : 60 S.
- SMUL, SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (2001): *Waldzustandsbericht 2001*. *Dresden* : 36 S.
- SCHEFFER, F., SCHACHTSCHABEL, P. (1998): *Lehrbuch der Bodenkunde*. *Ferdinand Enke Verlag Stuttgart* - 14. Auflage: 494 S.
- SCHMEIL & FITSCHEN (2000): *Flora von Deutschland und angrenzender Länder*. 91. Auflage, *Quelle und Meyer, Wiebelsheim*: 864 S.
- SCHMIDT, P. A. (1993): *Veränderung der Flora und Vegetation von Wäldern unter Immissionseinfluß*. *Forstw. Cbl.* 112: 213-224.
- SCHMIDT, P. A. (1995): *Übersicht der natürlichen Waldgesellschaften Deutschlands. - Schriftenreihe der Sächs. Landesanstalt f. Forsten* 4: 95 S.

- SCHMIDT, W. (1991): Die Veränderung der Krautschicht in Wäldern und ihre Eignung als pflanzlicher Bioindikator. - Schr.Reihe Vegetationskunde 21: 81-100.
- SCHOLZ, P. (2000): Katalog der Flechten und flechtenbewohnenden Pilze Deutschlands. Schriftenreihe für Vegetationskunde Heft 31. BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.): 298 S.
- SCHÖNHAR, S. (1952): Untersuchungen über die Korrelation zwischen der floristischen Zusammensetzung der Bodenvegetation und der Bodenazidität sowie anderer chemischer Bodenfaktoren. - Mitt. Ver. Forstl. Standortskartierung 2: 1-23.
- SCHÖNHAR, S. (1995): Zur Ermittlung des ökologischen Verhaltens von Arten der Waldbodenvegetation. - Allg. Forst- u. Jagdztg. 166: 94-99.
- SCHÖNHAR, S. (1998-2000): Untersuchungen über das Verhalten von Gefäßpflanzen der Bodenvegetation. I: Arten mit Schwerpunkt auf trockenen Böden. - Allg. Forst- u. J.-Ztg. 169: 205-209, II: Arten mit Schwerpunkt auf mäßig trockenen bis mäßig feuchten Böden. - Allg. Forst- u. J.-Ztg. 170: 75-79, III: Arten mit Schwerpunkt auf feuchten Böden. - Allg. Forst- u. J.-Ztg. 170: 227-231, IV: Arten mit Schwerpunkt auf mäßig nassen Böden. - Allg. Forst- u. J.-Ztg. 171: 37-40, V: Arten mit Schwerpunkt auf nassen Böden. - Allg. Forst- u. J.-Ztg. 171: 211-214.
- SCHUBERT, R. (1972): Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teiles der DDR. III. Wälder, Teil 1. Hercynia N.F., Leipzig 9: 1-34.
- SCHULZE, I.-M., BOLTE, A., SEIDLING, W., STETZKA, K., WELL-BROCK, N. (2000): Vegetationskundliche Aufnahmen im Level-II- Programm: Methoden, Auswertungen, erste Ergebnisse. In: Forstarchiv, Vol. 71, No. 2.: 76-83.
- SCHULZE, I.-M., BOLTE, A. (2001): Methoden vegetationskundlicher Aufnahmen im Level-II-Programm in Deutschland. - BMVEL (Hrsg.): Dauerbeobachtung der Waldvegetation im Level-II-Programm : Methoden und Auswertung. Arbeitskreis F "Waldvegetation" der Bund-Länder-Arbeitsgruppe Level-II: 3-47.
- SCHULZE, I.-M., EICHHORN, J. (2000): Veränderungen im Stickstoffhaushalt von Buchenwäldern auf Basalt: Die Ausbreitung der Großen Brennnessel und ihr Einfluss auf die natürliche Verjüngung der Buche. Forst und Holz 55: 435-441.
- SCHWANECKE, W., KOPP, D. (1996): Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke im Freistaat Sachsen. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Forsten, Graupa: 191 S.
- SEIDLING, W., ROHNER, M.-S. (1993): Zusammenhänge zwischen Reaktions-Zeigerwerten und bodenchemischen Parametern am Beispiel von Waldbodenvegetation. - Phytocoenologia 23: 301-317.
- SEIDLING, W. (1998): Genestete Dauerbeobachtung im Wald: Ansatz zur Untersuchung von Vegetationsmustern und deren Entwicklung in der Zeit. Ber. Inst. Landschafts- und Pflanzenökologie Univ. Hohenheim, Beiheft 5: 31-45.
- SEYD, C. (1994): Validierung von Zeigerwerten am Beispiel von Bodenkunde- und Vegetationsdaten aus Wäldern des Schwarzwaldes. - unveröffentl. Diplomarbeit am Institut für Waldbau der Universität Freiburg.: 73 S.
- SERRESEN, T. A. (1948): A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. Biol. Skr. K. danske Vidensk. Selsk. 5: 1-34.
- STAPPER, N.J. (2002): Veränderung der Immissionsbelastung nordrhein-westfälischer Waldökosystem-Dauerbeobachtungsflächen zwischen 1999 und 2001 ermittelt mit epiphytischen Moosen und Flechten als Bioindikatoren. Limprichtia 20: 179-204.
- STETZKA, K.M. (1994): Die Waldbodenvegetation als Bioindikator für Umweltbelastungen unter besonderer Berücksichtigung der Moosflora. - Lang- und Kurzfristige Vegetationsvergleiche - Dissertationes Botanicae 232. 259 S. + Anhang.
- STETZKA, K.M., STAPPER, N.J. (2001): Moose und Flechten im Level-II-Programm: Erste Untersuchungsergebnisse aus Hessen, Sachsen und Nordrhein-Westfalen. In: BMVEL (Hrsg.): Dauerbeobachtung der Waldvegetation im Level II-Programm: Methoden und Auswertung: 88-157.
- TRAXLER, A. (1998): Handbuch des vegetationsökologischen Monitorings. - Wien, Umweltbundesamt: 375 S.
- TREMP H. & A. KOHLER (1993): Wassermoose als Versauerungsindikatoren. Veröffentlichungen der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Projekt „Angewandte Ökologie“ Bd. 6, Karlsruhe: 126 S.
- UMWELTBUNDESAMT (1995): Deutsche Aktivitäten in den „Internationalen Kooperativ-Programmen“ des UN ECE-Luftreinhalteübereinkommens im Rahmen der Wirkungsuntersuchungen. - Gemeinsamer Bericht der nationalen Koordinierungszentren. 18 S.
- VDI, VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (HRSG.) (1995): VDI-Richtlinie 3799, Blatt 1: Messen von Immissionswirkungen, Ermittlung und Beurteilung phytotoxischer Wirkungen von Immissionen mit Flechten. Flechtenkartierung zur Ermittlung des Luftgütwertes (LGW). Beuth, Düsseldorf: 24 S.
- VEB FORSTPROJEKTIERUNG POTSDAM (1974): SEA 74 - B3.2 - Praktisches Arbeitsverfahren; Standortsaufnahme. 50 S.
- VRIES, W. DE, REINDS, G.J., DOBBEN, J. VAN, ZWART, D. DE, AAMLID, D., NEVILLE, P., POSCH, M., AUÉE, J., VOOGD, J.C.H., VEL, E.M. (2002): Intensive Monitoring of Forest Ecosystems in Europe - Technical Report 2002. Brussels-Geneva: 175 S.
- WILMANN, O. (1989): Zur Frage der Reaktion der Waldboden-Vegetation auf Stoffeintrag durch Regen - eine Studie auf der Schwäbischen Alb. - Allg. Forst-Jagdztg. 160, 8: 165-175.
- WIRTH, V. (1995): Die Flechten Baden-Württembergs. Ulmer Verlag, Stuttgart: 1006 S.
- WISSKIRCHEN, R., HAEUPLER, H. (1998): Standortliste der Farn- und Blütenpflanzen. BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.) - Stuttgart (Hohenheim): Ulmer, 1998: 765 S.
- WITTIG, R. (1991): Veränderungen im Artenspektrum von Waldgesellschaften als Indikatoren erhöhter Säure- und Stickstoffeinträge. VDI Berichte 901: 407-418.
- WITTIG, R., WERNER, W. (1986): Beiträge zur Belastungssituation des Flattergras-Buchenwaldes der Westfälischen Bucht - eine Zwischenbilanz. Düsseldorfer Geobot. Kolloq. 3: 33-70.
- WITTIG, R., NEITE, H., MEYERCORD, J. (1987): Begünstigung säureliebender Arten in mitteleuropäischen Buchenwäldern. In: SCHUBERT, R., HILBIG, W., Hrsg.: Erfassung und Bewertung anthropogener Vegetationsveränderungen. Teil 3, Wiss. Beiträge, Martin Luther Univ. Halle 46: 58-69.
- ZEZSCHWITZ, E. VON (1980): Analytische Kennwerte typischer Humusformen westfälischer Bergwälder. In Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, No. 143, 692-700.
- ZEZSCHWITZ, E. VON (1985): Qualitätsänderung von Waldhumus. Forstwissenschaftliches Centralblatt, Vol. 104, No. (3/4), 205-220.
- ZOLDAN, J.-W. (1995): Untersuchungen zur Bestandesstruktur und -dynamik der krautigen Waldbodenvegetation auf Dauerbeobachtungsflächen in Abhängigkeit von Zäunungs- und Kalkungsmaßnahme. Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz. Nr. 32: 25-38.
- ZOLDAN, J.-W. (1997): Vegetationsveränderungen in der Krautschicht von Wäldern - Zwischenergebnisse nach zwei bzw. drei Wiederholungsaufnahmen in zwei ausgewählten Dauerbeobachtungsflächen. Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz. Nr. 40: 112-136.
- ZUKRIGL, K., EGGER, G., RAUCHECKER, M. (1993): Untersuchungen über Vegetationsveränderungen durch Stickstoffeintrag in österreichische Waldökosysteme. Phytocoenologia 23: 95-114

FoA: Moritzburg
 Revier: Meißen
 Forstadresse: 51 a
 Höhe: 190 m
 Rechts: 5402100
 Hoch: 5662150

Geländebeschreibung: SW-Mittelhang; schroff
 Begründungsjahr: 1906
 Schlussgrad: geschlossen-locker
 Datum R: 15.7. 1994
 Datum W: 26.4. 2002

Anhang I

Beispiel einer
 Vegetationstabelle
 für BZE 101.

Fläche: BZE 101 (Edellaub-Typ)	Substrate	Schicht	R	v	n	W
Gefäßpflanzen						
Artenzahl der Krautschicht			19	4	11	26
Bäume						
<i>Acer platanoides</i>		b b1 s k	2 + + +	2	1 + +	1 + +
<i>Acer pseudoplatanus</i>		b b1 b2 k	1 + + +	1	2 + +	2 + +
<i>Aesculus hippocastanum</i>		b b1 k	2 + +	2	2 +	2 +
<i>Carpinus betulus</i>		b b1 b2 s k	2 + + + +	2	2 1	2 1 1
<i>Fagus sylvatica</i> <i>Fraxinus excelsior</i>		k k b b1	+ r 1 +	1	2	+ r 2
<i>Quercus petraea</i>		s k b b1 s k	+ + 4 1 + +	4	2	+ + 2 + +
Sträucher						
<i>Euonymus europaea</i>		s k	1 1			1 +
<i>Hedera helix</i> <i>Prunus spinosa</i>		k s	r +	r	+	+ +
<i>Rosa canina</i> agg. <i>Rubus fruticosus</i> agg.		k k	r r	r	+	+ +
Kräuter						
<i>Alliaria petiolata</i> <i>Allium schoenoprasum</i> <i>Brachypodium sylvaticum</i> <i>Bromus ramosus</i> <i>Carex spicata</i> <i>Dryopteris filix-mas</i> <i>Festuca altissima</i> <i>Galeopsis tetrahit</i> <i>Hypericum perforatum</i> <i>Impatiens parviflora</i> <i>Lamium galeobdolon</i> <i>Luzula luzuloides</i> <i>Melica nutans</i> <i>Poa nemoralis</i> <i>Polygonatum multiflorum</i> <i>Ranunculus ficaria</i> <i>Stellaria media</i> <i>Veronica hederifolia</i> agg.		k k k k k k k k k k k k k k k k k k k	+ + + r + + + 1 + 2 + + + 4 + + + +	r	+ + + + + + + + + + + + + + + +	+ + r + + + + + + + + 2 + + + +
Moose und Flechten						
Artenzahl					11	11
<i>Atrichum undulatum</i> <i>Aulacomnium androgynum</i> <i>Brachythecium rutabulum</i> <i>Brachythecium velutinum</i> <i>Dicranella heteromalla</i> <i>Eurhynchium praelongum</i> <i>Hypnum cupressiforme</i> <i>Lophocolea heterophylla</i> <i>Mnium hornum</i> <i>Plagiothecium laetum</i> <i>Pohlia nutans</i>	M TH T MH MT T TM T M M HT	m m m m m m m m m m m			+ + + 1 1 + + + + + + +	+ + + 1 1 + + + + + + +

Abkürzungen:

R = Referenzaufnahme
v = in der jeweiligen Schicht „verschundene“ bzw. nicht wiedergefundene Arten
n = in der jeweiligen Schicht, „neue“ bzw. neu hinzugekommene Arten
W = Wiederholungsaufnahme

Hinter der Flächenbezeichnung steht in Klammern der Bestandestyp. Die Hauptbaumart dieser Fläche ist durch Fettdruck markiert.

Anhang II

Übersicht über die Veränderungen der Stetigkeit der Gefäßpflanzen und deren verwendeter Zeigerwerte (ergänzt, nach ELLENBERG et al., 1992).

RL hinter Artname
Rote Liste Status:
RL 1 – Vom Aussterben bedroht;
RL 2 – Stark gefährdet;
RL 3 – Gefährdet;
RL 4 – Extrem selten bzw. Potentiell gefährdet (BFN, 1996)
ökol. AG: ökologische Artengruppe nach ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG (1996)
ökolog. Zeigerwerte:
L – (Lichtzahl);
T – (Temperaturzahl);
K – (Kontinentalitätszahl);
F – (Feuchtezahl);
R – (Reaktionszahl);
N – (Stickstoffzahl)
absolute Stetigkeit:
R – (Referenzaufnahme);
W – (Wiederholungsaufnahme)
FÜ: Flächenübereinstimmung zwischen Referenz- und Wiederholungsaufnahme

Artname	ökol. AG	ökolog. Zeigerwerte						absolute Stetigkeit		Differenz	FÜ
		L	T	K	F	R	N	R	W		
nicht wiedergefundene Arten											
<i>Agrostis canina</i>		9	5	5	9	3	2	1	0	-1	0
<i>Agrostis spec.</i>								2	0	-2	0
<i>Bromus ramosus</i>	II 5a	6	6	2	5	7	6	1	0	-1	0
<i>Calamagrostis canescens</i>	VI 3	6	6	5	9=	6	5	1	0	-1	0
<i>Campanula patula</i>		8	6	4	5	7	5	2	0	-2	0
<i>Carex sylvatica</i>	II 3b	2	5	3	5	6	5	1	0	-1	0
<i>Cephalanthera longifolia</i>		5	5	3	4	6	4	1	0	-1	0
<i>Cirsium spec.</i>								2	0	-2	0
<i>Dactylis polygama</i>	II 3c	5	6	4	5	6	5	1	0	-1	0
<i>Digitalis lutea</i>		7	6	2	5	7	5	1	0	-1	0
<i>Epilobium spec.</i>								2	0	-2	0
<i>Equisetum arvense</i>		6	x	x	x=	x	3	1	0	-1	0
<i>Festuca ovina</i>		7	x	3	x	3	1	1	0	-1	0
<i>Festuca rubra</i> agg.								1	0	-1	0
<i>Glechoma hederacea</i>	III 4b	6	6	3	6	x	7	1	0	-1	0
<i>Hieracium lachenalii</i>		5	5	x	4	4	2	1	0	-1	0
<i>Hieracium laevigatum</i>		7	5	3	5	2	2	1	0	-1	0
<i>Hieracium pilosella</i>		7	x	3	4	x	2	1	0	-1	0
<i>Hieracium sabaudum</i>		5	6	3	4	4	2	1	0	-1	0
<i>Holcus spec.</i>								1	0	-1	0
<i>Hordelymus europaeus</i>	II 5a	4	5	4	5	7	6	1	0	-1	0
<i>Hypericum montanum</i>	I 4-5	5	6	4	4	7	3	1	0	-1	0
<i>Hypericum spec.</i>								1	0	-1	0
<i>Impatiens spec.</i>								1	0	-1	0
<i>Juncus conglomeratus</i>	IV 2-3	8	5	3	7=	4	3	1	0	-1	0
<i>Juncus effusus</i>	IV 2-3	8	5	3	7	3	4	1	0	-1	0
<i>Lapsana communis</i>		5	6	3	5	x	7	1	0	-1	0
<i>Lathyrus spec.</i>								1	0	-1	0
<i>Leontodon hispidus</i>		8	x	3	5	7	6	1	0	-1	0
<i>Melampyrum nemorosum</i>	II 4	5	6	4	4=	6	4	1	0	-1	0
<i>Melampyrum sylvaticum</i>		4	4	5	5	2	2	1	0	-1	0
<i>Petasites albus</i>	IV 3-4b	4	4	4	6	x	5	1	0	-1	0
<i>Phalaris arundinacea</i>	V 3-4	7	5	x	8=	7	7	1	0	-1	0
<i>Polygonatum odoratum</i>	I 4-5	7	5	5	3	7	3	4	0	-4	0
<i>Prunus spec.</i>								1	0	-1	0
<i>Salix spec.</i>								1	0	-1	0
<i>Sedum spec.</i>								1	0	-1	0
<i>Symphytum spec.</i>								1	0	-1	0
<i>Ulmus minor</i>		(5)	7	5	x=	8	x	1	0	-1	0
<i>Vicia sativa</i>								1	0	-1	0
<i>Viola canina</i>		7	x	3	4	3	2	1	0	-1	0
<i>Viola reichenbachiana</i>	II 3b	4	x	4	5	7	6	1	0	-1	0
Arten mit Stetigkeitsabnahme											
<i>Acer campestre</i>		(5)	6	4	5	7	6	2	1	-1	1
<i>Aegopodium podagraria</i>	0 1	5	5	3	6	7	8	2	1	-1	1
<i>Agrostis stolonifera</i>		8	x	5	7=	x	5	4	1	-3	1
<i>Betula pendula</i>		(7)	x	x	x	x	x	26	21	-5	21
<i>Calamagrostis epigejos</i>	II 3a; IV 2-3	7	5	7	x=	x	6	11	9	-2	9
<i>Calamagrostis villosa</i>	III 1	6	4	4	7=	2	2	5	4	-1	4
<i>Carex spec.</i>								3	1	-2	0
<i>Convallaria majalis</i>	I 3	5	x	3	4	x	4	8	7	-1	7
<i>Crataegus spec.</i>								3	1	-2	0
<i>Dactylis glomerata</i>		7	x	3	5	x	6	4	3	-1	1
<i>Dryopteris filix-mas</i>	II 3a	3	x	3	5	5	6	7	5	-2	4
<i>Epilobium montanum</i>	II 3b	4	x	3	5	6	6	3	2	-1	0
<i>Galeopsis speciosa</i>		7	x	6	5	x	8	2	1	-1	1
<i>Galeopsis tetrahit</i>	0 2	7	x	3	5	x	6	5	3	-2	2
<i>Galium saxatile</i>	III 2	7	5	2	5	2	3	2	1	-1	1
<i>Hedera helix</i>	II 3a	(4)	5	2	5	x	x	5	4	-1	3
<i>Hieracium murorum</i>	II 3a	4	x	3	5	5	4	3	1	-2	1
<i>Holcus mollis</i>	II 2b	5	5	2	5	2	3	6	5	-1	5
<i>Impatiens parviflora</i>	0 2; II 3a-b	4	6	5	5	x	6	9	5	-4	4
<i>Lathyrus pratensis</i>		7	5	x	6	7	6	2	1	-1	1
<i>Lysimachia nemorum</i>	IV 4-5	2	5	2	7	7	7	2	1	-1	1
<i>Melampyrum pratense</i>	II 1	6	5	3	5	3	2	6	2	-4	2
<i>Melica uniflora</i>	II 3b	3	5	2	5	6	6	3	2	-1	2
<i>Mercurialis perennis</i>	II 5a	2	x	3	x	8	7	2	1	-1	1
<i>Poa nemoralis</i>	II 3a	5	x	5	5	5	4	13	12	-1	13
<i>Polygonatum verticillatum</i>	II 3a	4	4	2	5	4	5	2	1	-1	0
<i>Prunus serotina</i>		(6)	6	x	5	x	?	3	1	-2	1
<i>Quercus petraea</i>		(6)	6	2	5	x	x	18	15	-3	15
<i>Quercus rubra</i>								7	6	-1	6

Artname	ökol. AG	ökolog. Zeigerwerte						absolute Stetigkeit		Differenz	FÜ
		L	T	K	F	R	N	R	W		
<i>Quercus spec.</i>								2	1	-1	1
<i>Sambucus racemosa</i>	0 1	6	4	4	5	5	8	9	8	-1	7
<i>Sambucus spec.</i>								2	1	-1	1
<i>Senecio fuchsii</i>	0 2; II 3a	7	x	4	5	x	8	11	8	-3	7
<i>Spergula arvensis</i>		6	5	3	5	3	6	2	1	-1	1
<i>Trientalis europaea</i>	III 2	5	5	7	x	3	2	2	1	-1	1
<i>Viola spec.</i>								6	3	-3	3
Arten mit gleichbleibender Stetigkeit											
<i>Acer pseudoplatanus</i>		(4)	x	4	6	x	7	17	17	0	14
<i>Acer spec.</i>								1	1	0	0
<i>Aesculus hippocastanum</i>								1	1	0	1
<i>Agrostis gigantea</i>		7	5	3	8	7	6	2	2	0	1
<i>Ajuga reptans</i>	III 4a	6	x	2	6	6	6	1	1	0	1
<i>Anthriscus sylvestris</i>		7	x	5	5	x	8	2	2	0	1
<i>Arrhenatherum elatius</i>		8	5	3	x	7	7	1	1	0	1
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	I 4-5	6	6	4	4	7	3	1	1	0	1
<i>Brachypodium pinnatum</i>	I 4-5	6	5	5	4	7	4	1	1	0	1
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	II 4	3	5	3	5	6	6	4	4	0	4
<i>Calluna vulgaris</i>	I 1-2	8	x	3	x	1	1	2	2	0	2
<i>Cardaminopsis arenosa</i>		9	x	4	4	6	2	1	1	0	1
<i>Carex brizoides</i>	IV 2-3	6	5	4	6~	4	3	10	10	0	9
<i>Carex pallescens</i>		7	4	3	6~	4	3	2	2	0	1
<i>Chelidonium majus</i>		6	6	x	5	x	8	1	1	0	0
<i>Cirsium arvense</i>		8	5	x	x	x	7	1	1	0	1
<i>Cirsium oleraceum</i>	V 4-5	6	x	3	7	7	5	1	1	0	1
<i>Deschampsia flexuosa</i>	II 2a	6	x	2	x	2	3	23	23	0	21
<i>Epilobium angustifolium</i>	0 1; II 2c	8	x	5	5	5	8	4	4	0	3
<i>Euphorbia dulcis</i>		4	5	2	5	8	5	1	1	0	0
<i>Galeopsis pubescens</i>		7	5	4	5	x	6	1	1	0	1
<i>Galium odoratum</i>	II 3b	2	5	2	5	6	5	1	1	0	1
<i>Galium sylvaticum</i>	II 3c	5	5	4	5	6	5	2	2	0	2
<i>Genista tinctoria</i>		8	6	3	6~	6	1	1	1	0	1
<i>Geranium robertianum</i>	0 2	5	x	3	x	x	7	1	1	0	1
<i>Hypericum perforatum</i>		7	6	5	4	6	4	4	4	0	1
<i>Impatiens noli-tangere</i>	III 4a	4	5	5	7	7	6	1	1	0	1
<i>Lamium galeobdolon</i>	II 4; III 3	3	5	4	5	7	5	4	4	0	2
<i>Larix decidua</i>		(8)	x	6	4	x	3	3	3	0	3
<i>Lathyrus vernus</i>	II 5a	4	6	4	5	8	4	1	1	0	1
<i>Luzula sylvatica</i>	III 1	4	4	2	5	4	4	1	1	0	1
<i>Maianthemum bifolium</i>		3	x	6	5	3	3	10	10	0	7
<i>Molinia caerulea</i>	IV 1-2a	7	x	3	7	x	2	5	5	0	4
<i>Paris quadrifolia</i>		3	x	4	6	7	7	1	1	0	1
<i>Poa pratensis</i>		6	x	x	5	x	6	1	1	0	0
<i>Populus x canadensis</i>								1	1	0	1
<i>Prunus spinosa</i>		7	5	5	4	7	x	1	1	0	1
<i>Pulmonaria officinalis</i>	II 5a	5	6	5	5	8	6	1	1	0	1
<i>Ranunculus spec.</i>								1	1	0	0
<i>Robinia pseudoacacia</i>		(5)	6	4	4	x	8	2	2	0	2
<i>Solidago canadensis</i>		8	6	5	x	x	6	1	1	0	1
<i>Sorbus aucuparia</i>		(6)	x	x	x	4	x	29	29	0	26
<i>Stellaria nemorum</i>	IV 3-4b	4	x	4	7	5	7	1	1	0	0
<i>Stellaria spec.</i>								1	1	0	1
<i>Tilia cordata</i>		(5)	5	4	5	x	5	11	11	0	10
<i>Vicia spec.</i>								1	1	0	1
Arten mit Stetigkeitszunahme											
<i>Acer platanoides</i>		(4)	6	4	x	x	x	8	11	3	7
<i>Agrostis capillaris</i>	II 2c	7	x	3	x	4	4	2	6	4	2
<i>Alnus glutinosa</i>		(5)	5	3	9=	6	x	1	5	4	1
<i>Anemone nemorosa</i>	II 3a	x	x	3	5	x	x	6	7	1	5
<i>Angelica sylvestris</i>	V 3-4	7	x	4	8	x	4	1	3	2	1
<i>Athyrium filix-femina</i>	III 3	3	x	3	7	x	6	3	6	3	3
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	II 3a	6	5	4	5	4	5	3	4	1	3
<i>Carex pilulifera</i>	II 2a	5	x	2	5~	3	3	5	12	7	5
<i>Carpinus betulus</i>		(4)	6	4	x	x	x	15	19	4	15
<i>Cirsium vulgare</i>		8	5	3	5	7	8	1	2	1	1
<i>Corylus avellana</i>		6	5	3	x	x	5	3	6	3	3
<i>Crataegus laevigata</i>		6	6	4	5	7	5	1	2	1	1
<i>Crataegus monogyna</i>		7	5	3	4	8	4	2	7	5	1
<i>Daphne mezereum</i>		4	x	4	5	7	5	1	2	1	1
<i>Deschampsia cespitosa</i>	IV 2-4a	6	x	x	7~	x	3	5	9	4	5
<i>Dryopteris carthusiana</i>	III 2	5	x	3	x	4	3	5	10	5	4
<i>Dryopteris dilatata</i>	III 3	4	x	3	6	x	7	6	8	2	2

Fortsetzung:
Übersicht über die Ver-
änderungen der Stetig-
keit der Gefäßpflanzen
und deren verwendeter
Zeigerwerte

Fortsetzung:
Übersicht über die Ver-
änderungen der Stetig-
keit der Gefäßpflanzen
und deren verwendeter
Zeigerwerte

Artname	ökol. AG	ökolog. Zeigerwerte						absolute Stetigkeit		Differenz	FÜ
		L	T	K	F	R	N	R	W		
<i>Euonymus europaea</i>		6	5	3	5	8	5	2	6	4	2
<i>Fagus sylvatica</i>		(3)	5	2	5	x	x	22	25	3	21
<i>Festuca altissima</i>	II 3a	3	5	3	5	4	6	1	2	1	0
<i>Festuca gigantea</i>		4	5	3	7	6	6	4	8	4	4
<i>Fragaria vesca</i>		7	x	5	5	x	6	5	6	1	4
<i>Frangula alnus</i>	IV 1-2a	6	6	5	8~	4	x	12	17	5	12
<i>Fraxinus excelsior</i>		(4)	5	3	x	7	7	9	12	3	8
<i>Galium aparine</i>	0 1	7	6	3	x	6	8	9	11	2	6
<i>Geum urbanum</i>	II 4	4	5	5	5	x	7	4	7	3	3
<i>Hieracium spec.</i>								2	9	7	0
<i>Holcus lanatus</i>		7	6	3	6	x	5	4	5	1	3
<i>Luzula campestris</i>		7	x	3	4	3	3	2	3	1	1
<i>Luzula luzuloides</i>	II 2c	4	x	4	5	3	4	6	8	2	4
<i>Luzula pilosa</i>	II 3a	2	x	3	5	5	4	3	4	1	0
<i>Lysimachia vulgaris</i>	V 3-4	6	x	x	8~	x	x	1	2	1	1
<i>Melica nutans</i>	I 3	4	x	3	4~	x	3	5	6	1	4
<i>Mentha x verticillata</i>		7	5	?	8~	?	?	1	2	1	1
<i>Milium effusum</i>	II 3a	4	x	3	5	5	5	4	8	4	3
<i>Moehringia trinervia</i>	0 2; II 3a	4	5	3	5	6	7	8	13	5	4
<i>Mycelis muralis</i>	II 3b	4	6	2	5	x	6	4	5	1	3
<i>Oxalis acetosella</i>	III 2	1	x	3	5	4	6	5	8	3	5
<i>Picea abies</i>		(5)	3	6	x	x	x	11	16	5	11
<i>Pinus sylvestris</i>		(7)	x	7	x	x	x	11	13	2	10
<i>Polygonatum multiflorum</i>	II 4	2	x	5	5	6	5	4	6	2	2
<i>Populus tremula</i>		(6)	5	5	5	x	x	6	7	1	5
<i>Prenanthes purpurea</i>	II 3a	4	4	4	5	5	5	6	7	1	5
<i>Prunus avium</i>		(4)	5	4	5	7	5	5	7	2	3
<i>Pteridium aquilinum</i>	IV 1-2b	6	5	3	5~	3	3	3	4	1	3
<i>Quercus robur</i>		(7)	6	6	x	x	x	14	15	1	12
<i>Ranunculus ficaria</i>	III 4b	4	5	3	6	7	7	4	5	1	4
<i>Ribes rubrum</i>		4	6	7	8	6	6	1	2	1	1
<i>Ribes uva-crispa</i>		4	5	2	x	x	6	2	4	2	2
<i>Rosa canina</i> agg.		8	5	3	4	x	x	1	5	4	0
<i>Rubus fruticosus</i>	0 2	7	x	x	5	x	8	18	22	4	16
<i>Rubus idaeus</i>	0 2; II 3a	7	x	x	x	x	6	18	21	3	16
<i>Rumex obtusifolius</i>		7	5	3	6	x	9	1	2	1	0
<i>Sambucus nigra</i>	0 1	7	5	3	5	x	9	4	12	8	3
<i>Scrophularia nodosa</i>	II 3b	4	5	3	6	6	7	3	5	2	2
<i>Silene dioica</i>	IV 3-4a	x	x	4	6	7	8	1	2	1	1
<i>Stellaria holostea</i>	II 3c	5	6	3	5	6	5	2	4	2	2
<i>Taraxacum officinale</i> agg.		7	x	x	5	x	8	1	12	11	0
<i>Urtica dioica</i>	0 1	x	x	x	6	7	9	10	12	2	7
<i>Vaccinium myrtillus</i>	II 1	5	x	5	x	2	3	17	19	2	16
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	I 1	5	x	5	4~	2	1	2	3	1	1
<i>Veronica chamaedrys</i>		6	x	x	5	x	x	1	2	1	0
<i>Viola riviniana</i>		5	x	3	4	4	x	1	7	6	1
neu hinzugekommene Arten											
<i>Abies alba</i>		(3)	5	4	x	x	x	0	1	1	0
<i>Achillea millefolium</i> agg.								0	2	2	0
<i>Adoxa moschatellina</i>	III 5a	5	x	5	6	7	8	0	2	2	0
<i>Alliaria petiolata</i>	0 1	5	6	3	5	7	9	0	1	1	0
<i>Allium schoenoprasum</i>		7	x	7	x~	7	2	0	1	1	0
<i>Anemone spec.</i>								0	1	1	0
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	II 2b	x	x	x	x	5	x	0	3	3	0
<i>Bellis perennis</i>		8	x	2	5	x	6	0	1	1	0
<i>Berberis vulgaris</i>		7	x	4	4	8	3	0	1	1	0
<i>Betula pubescens</i>		(7)	x	x	8	3	3	0	1	1	0
<i>Betula spec.</i>								0	2	2	0
<i>Botrychium lunaria</i>		8	x	3	4	x	2	0	3	3	0
<i>Caltha palustris</i>		7	x	x	9=	x	6	0	1	1	0
<i>Campanula trachelium</i>	II 5a	4	x	3	6	8	8	0	1	1	0
<i>Cardamine pratensis</i>		4	x	x	6	x	x	0	1	1	0
<i>Carex spicata</i>		7	5	3	4	6	4	0	1	1	0
<i>Castanea sativa</i>		(5)	8	2	x	4	x	0	1	1	0
<i>Cerastium holosteoides</i>		6	x	x	5	x	5	0	2	2	0
<i>Cicerbita plumieri</i>		5	3	1	5	6	7	0	1	1	0
<i>Circaea x intermedia</i>	IV 4-5	4	5	2	7	7	6	0	1	1	0
<i>Convolvulus arvensis</i>		7	6	x	4	7	x	0	1	1	0
<i>Digitalis purpurea</i>	0 2; II 2a	7	5	2	5	3	6	0	2	2	0

Artname	ökol. AG	ökolog. Zeigerwerte						absolute Stetigkeit		Differenz	FÜ
		L	T	K	F	R	N	R	W		
<i>Digitalis purpurea</i>	0 2; II 2a	7	5	2	5	3	6	0	2	2	0
<i>Digitalis spec.</i>								0	1	1	0
<i>Equisetum sylvaticum</i>	IV 3-4a	3	4	x	7	5	4	0	1	1	0
<i>Galeopsis spec.</i>								0	2	2	0
<i>Hepatica nobilis</i>	II 5b	4	6	4	4	7	5	0	1	1	0
<i>Heracleum sphondylium</i>		7	5	2	5	x	8	0	1	1	0
<i>Lamium album</i>		7	x	3	5	x	9	0	1	1	0
<i>Lamium purpureum</i>		7	5	3	5	7	7	0	1	1	0
<i>Myosotis sylvatica</i>		6	x	3	5	x	7	0	1	1	0
<i>Phleum pratense</i>		7	x	5	5	x	7	0	1	1	0
<i>Phyteuma nigrum</i>	II 3c	7	4	4	5	5	4	0	1	1	0
<i>Phyteuma spicatum</i>	II 3b	x	x	4	5	6	5	0	1	1	0
<i>Poa annua</i>		7	x	5	6	x	8	0	2	2	0
<i>Prunus padus</i>		(5)	5	3	8=	7	6	0	3	3	0
<i>Pseudotsuga menziesii</i>								0	1	1	0
<i>Pyrola chlorantha</i>		5	5	5	4	5	2	0	1	1	0
<i>Ranunculus acris</i>		7	x	3	6	x	x	0	1	1	0
<i>Ranunculus arvensis</i>		6	6	3	4	8	x	0	1	1	0
<i>Rhamnus catharticus</i>		7	5	5	4	8	4	0	2	2	0
<i>Rumex acetosella</i>		8	5	3	3	2	2	0	1	1	0
<i>Salix caprea</i>		7	x	3	6	7	7	0	1	1	0
<i>Senecio vernalis</i>		7	6	6	4	7	6	0	1	1	0
<i>Stachys sylvatica</i>	III 4a	4	x	3	7	7	7	0	1	1	0
<i>Stellaria media</i>		6	x	x	x	7	8	0	4	4	0
<i>Tilia platyphyllos</i>	(4)	6	2	6	x	7		0	1	1	0
<i>Trifolium spec.</i>								0	1	1	0
<i>Ulmus glabra</i>		(4)	5	3	6	7	7	0	1	1	0
<i>Ulmus laevis</i>		(4)	6	5	8=	7	7	0	2	2	0
<i>Veronica hederifolia</i> agg.		6	6	3	5	7	7	0	3	3	0
<i>Veronica officinalis</i>	II 2a	6	x	3	4	3	4	0	1	1	0
<i>Viburnum opulus</i>		6	5	3	x	7	6	0	3	3	0

Fortsetzung:
Übersicht über die Ver-
änderungen der Stetig-
keit der Gefäßpflanzen
und deren verwendeter
Zeigerwerte

Impressum

Herausgeber:
Sächsisches Staatsministerium
für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL)
D-01075 Dresden
www.smul.sachsen.de

Öffentlichkeitsarbeit:
Tel.: ++49(0)3 51 5 64 68 14, Fax: ++49(0)3 51 5 64 20 74
e-Mail: info@smul.sachsen.de

Die Broschüre entstand in enger Zusammenarbeit mit dem
Institut für Forstbotanik und Forstzoologie
(Direktor: Prof. Dr. Andreas Roloff) der Technischen Uni-
versität Dresden, D-01735 Tharandt, Pienner Straße 7

Redaktion:
Sächsische Landesanstalt für Forsten (LAF)
Bonnewitzer Straße 34, D-01796 Pirna, OT Graupa
Dr. Gerhard Raben
Tel.: ++49(0)35 01 54 22 44, Fax: ++49(0)35 01 54 22 13
e-mail: laf.graupa@laf.smul.sachsen.de

Redaktionsschluss:
November 2002

Fotos:
Sven Conrad (15, 16, 17, 18), Mario Helbig (24),
Dr. Klaus Stetzka (30)

Autoren:
Sven Conrad, Martin Baumann, Dr. Klaus Stetzka,
Dr. Henning Andreae, Dr. Gerhard Raben

Auflagenhöhe:
3 000

Gesamtgestaltung:
Sven Conrad, Martin Baumann, Dr. Klaus Stetzka,
Dr. Henning Andreae, Dr. Gerhard Raben

Layout, Bild- und Textverarbeitung:
Steiner & Steiner Werbeagentur GmbH Dresden

Herstellung:
Color-Druck Zwickau GmbH

Papier:
gedruckt auf Papier aus 100 % chlorfrei (tcf) gebleichtem
Zellstoff

Kostenlose Bestelladresse:
Zentraler Broschürenversand
der Sächsischen Staatsregierung
Hammerweg 30, D-01127 Dresden
Telefon: ++49(0)3 51 2 10 36 71 oder -72,
Fax: ++49(0)3 51 2 10 36 81

ISBN:
3-932967-27-5

Verteilerhinweis:
Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen
Staatsregierung im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit her-
ausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahl-
helfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden.
Dies gilt für alle Wahlen.

Anhang III:

Zusammenstellung der mittleren qualitativen Zeigerwerte der Gefäßpflanzen von
R – Referenzaufnahmen (*n* = 40) und
W – Wiederholungsaufnahmen (*n* = 44).

BZE Punkt	Bestandestyp	mR Gruppe	Licht		Temperatur		Kontinentalität		Feuchte		Reaktion		Stickstoff	
			R	W	R	W	R	W	R	W	R	W	R	W
3	BI-Typ	< 4	5,6	5,6	4,8	4,3	3,6	4,1	5,5	5,3	3,3	2,7	4,8	4,2
5	Edellaub-Typ	4 - 6	4,7	4,8	4,8	4,9	3,8	3,8	5,3	5,4	4,7	5,2	4,9	5,3
6	Edellaub-Typ	> 6	4,8	4,5	5,4	5,4	3,7	3,5	4,7	4,9	6,8	6,4	5,2	5,4
9	Edellaub-Typ	4 - 6	5,1	4,9	5,5	5,1	3,7	3,5	5,5	5,7	5,5	5,6	5,7	5,6
13	BU-Typ	< 4	6,0	5,9	4,0	4,0	4,3	4,5	5,0	4,7	3,8	3,7	4,3	4,7
27	BI-Typ	4 - 6	6,1	5,5	5,3	5,3	4,5	4,1	5,7	5,6	4,0	4,7	5,4	5,2
31	EI-Typ	4 - 6	5,7	5,9	5,0	5,1	4,3	3,7	4,9	5,5	5,5	5,6	6,6	6,0
34	BU-Typ	< 4	5,5	4,6	4,8	4,7	4,3	4,0	5,2	5,3	2,8	3,3	5,3	5,3
80	BI-Typ	< 4	6,6	6,8	5,5	5,6	4,3	4,2	4,8	4,6	3,3	3,6	3,7	3,7
91	EI-Typ	4 - 6	5,7	5,9	5,3	5,2	3,7	3,5	5,4	5,4	4,4	4,6	5,5	5,2
92	Sonder-Typ	< 4	5,6	5,5	5,5	5,1	4,2	4,2	5,1	5,3	3,4	3,7	5,0	5,2
98	BU-Typ	< 4	4,7	5,5	5,3	5,3	3,9	3,8	5,2	5,2	3,7	2,8	5,5	5,4
99	BI-Typ	< 4	6,5	6,2	5,3	5,4	3,3	3,5	5,2	5,6	2,8	3,6	4,9	5,8
101	Edellaub-Typ	> 6	4,6	4,8	5,4	5,4	3,4	3,7	5,0	4,9	6,7	6,2	5,8	5,6
104	Edellaub-Typ	4 - 6	4,5	4,8	5,7	5,8	3,4	3,4	5,3	5,8	3,5	5,7	6,2	7,4
105	BI-Typ	4 - 6	6,6	6,4	5,4	5,5	4,4	4,0	4,7	4,8	3,4	5,3	4,3	6,1
114	BU-Typ	< 4	4,9	4,9	5,1	5,3	3,7	3,5	5,2	5,2	4,4	3,9	4,9	4,7
138	EI-Typ	< 4	6,0	5,7	4,5	5,1	4,2	3,9	5,0	5,4	4,5	3,7	8,0	6,1
145	BI-Typ	4 - 6	5,3	5,3	4,9	5,1	3,8	3,9	5,4	5,2	4,5	5,1	5,2	5,7
153	BU-Typ	4 - 6	4,4	5,2	4,0	4,6	3,4	3,3	5,6	5,3	3,8	4,0	4,8	5,7
154	Sonder-Typ	4 - 6	6,2	5,7	4,4	4,7	3,3	3,2	5,3	5,2	3,5	5,0	4,8	6,3
163	BU-Typ	< 4	5,0	5,2	4,5	4,2	3,3	3,8	6,0	5,2	2,0	3,7	2,7	5,0
216	BU-Typ	< 4	4,3	4,7	4,5	4,4	3,4	3,5	5,6	5,5	2,5	3,1	4,5	5,2
227	BI-Typ	< 4	5,3	5,0	4,7	5,0	3,4	3,8	5,3	4,8	2,8	2,9	3,8	2,5
240	BI-Typ	4 - 6	6,4	5,9	5,7	5,0	4,2	3,9	6,0	6,4	2,8	4,0	4,4	5,3
247	Edellaub-Typ	4 - 6	5,2	5,1	5,3	5,3	3,3	3,4	5,0	5,2	5,0	5,4	5,8	5,4
264	BI-Typ	4 - 6	5,1	5,4	5,3	5,2	4,0	4,3	5,4	5,6	4,4	4,4	4,8	4,8
265	Sonder-Typ	> 6	6,3	5,8	5,3	5,5	3,7	3,5	5,8	5,8	5,8	6,3	6,0	7,1
266	Edellaub-Typ	4 - 6	4,7	4,3	5,2	5,3	3,9	3,6	5,2	5,6	5,2	5,9	4,7	5,1
267	EI-Typ	4 - 6	5,2	5,0	5,4	5,3	3,6	3,4	4,8	5,1	4,7	5,3	5,2	5,7
269	BI-Typ	4 - 6	5,1	5,3	5,4	5,3	3,8	3,6	5,5	5,7	5,3	5,3	5,5	5,7
270	Edellaub-Typ	> 6	5,2	5,3	5,5	5,3	3,8	3,7	5,1	5,3	6,2	6,3	6,4	6,0
271	EI-Typ	4 - 6	5,9	5,3	5,4	5,3	3,3	3,6	5,6	6,3	5,8	4,4	5,4	4,7
273	EI-Typ	> 6	-	4,7	-	5,5	-	3,6	-	5,5	-	6,9	-	6,5
274	Sonder-Typ	> 6	-	5,7	-	5,3	-	3,6	-	5,1	-	6,6	-	5,9
275	EI-Typ	> 6	-	5,2	-	5,4	-	3,5	-	5,9	-	6,5	-	6,7
276	Edellaub-Typ	> 6	-	5,0	-	5,4	-	3,6	-	5,6	-	6,4	-	6,4
278	BI-Typ	4 - 6	5,8	5,6	5,4	5,3	3,9	3,7	6,0	6,1	5,8	5,8	6,2	6,1
288	BI-Typ	< 4	6,1	6,3	5,5	5,6	4,2	4,2	6,6	6,4	3,7	3,6	4,8	4,7
290	BI-Typ	< 4	6,3	6,4	5,3	5,3	3,9	4,0	5,1	5,6	2,9	3,3	3,9	4,0
293	EI-Typ	< 4	4,7	4,5	5,5	5,5	2,0	2,5	5,0	5,0	3,0	3,0	3,0	3,5
294	EI-Typ	< 4	5,7	5,8	5,5	5,6	4,0	3,8	5,7	5,9	3,1	3,2	3,6	3,6
300	EI-Typ	4 - 6	5,3	5,3	5,6	5,5	3,7	3,3	5,1	5,1	6,0	6,0	5,2	5,4
304	BU-Typ	4 - 6	5,6	5,8	5,1	5,1	3,9	4,0	5,3	5,5	4,8	5,1	5,7	5,2
	Gesamt		5,5	5,4	5,1	5,1	3,8	3,7	5,3	5,4	4,2	4,5	5,1	5,2
	BI-Typ		5,9	5,8	5,3	5,2	3,9	3,9	5,5	5,5	3,8	4,2	4,7	4,9
	EI-Typ		5,5	5,4	5,3	5,3	3,6	3,5	5,2	5,5	4,6	4,5	5,3	5,0
	BU-Typ		5,0	5,2	4,7	4,7	3,8	3,8	5,4	5,2	3,5	3,7	4,7	5,1
	Edellaub-Typ		4,8	4,8	5,4	5,3	3,6	3,6	5,1	5,3	5,4	5,8	5,6	5,7
	Sonder-Typ		6,0	5,7	5,1	5,1	3,7	3,7	5,4	5,4	4,2	5,0	5,3	6,2
	mR < 4		5,5	5,5	5,0	5,0	3,7	3,8	5,3	5,3	3,2	3,3	4,5	4,6
	mR 4 – 6		5,4	5,4	5,2	5,2	3,8	3,7	5,3	5,5	4,6	5,1	5,3	5,6
	mR > 6		5,2	5,1	5,4	5,4	3,7	3,6	5,2	5,2	6,4	6,3	5,8	6,0

In der Schriftenreihe der LAF sind bisher die folgenden Titel erschienen:

Erstausgabe	Waldfunktionskartierung
Heft 1/1994	Forstpflanzenzüchtung – Quo vadis?
Heft 2/1995	Wald und Klima
Heft 3/1995	Erhaltung und Förderung forstlicher Genressourcen
Heft 4/1995	Übersicht der natürlichen Waldgesellschaften
Heft 5/1995	Genetik und Waldbau der Weißtanne, Bd. I und II
Heft 6/1996	Waldumbau – Beiträge zum Kolloquium
Heft 7/1996	Wald und Boden
Heft 8/1996	Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke im Freistaat Sachsen
Heft 9/1996	Waldbiotopkartierung in Sachsen
Heft 10/1996	Empfehlungen geeigneter Herkünfte forstlichen Saat- und Pflanzgutes für den Anbau im Freistaat Sachsen (Herkunftsempfehlungen)
Heft 11/1997	Waldklimastationen
Heft 12/1997	Möglichkeiten einer integrierten Bekämpfung des Blauen Kiefernprachtkäfers
Heft 13/1998	Forstpflanzenzüchtung für Immissionsschadgebiete
Heft 14/1998	Der Waldzustand im Nationalpark Sächsische Schweiz nach den Ergebnissen der Permanenten Stichprobeninventur 1995/96
Heft 15/1998	Zuordnung der natürlichen Waldgesellschaften zu den Standortformengruppen (Ökogramme)
Heft 16/1998	Sanierung von Waldschadensflächen im extremen Immissionsschadgebiet unter besonderer Berücksichtigung des Nichtstaatswaldes
Heft 17/1998	Wald- und Forstökosysteme auf Kippen des Braunkohlenbergbaus in Sachsen – ihre Entstehung, Dynamik und Bewirtschaftung -
Heft 18/1999	Biogeochemisches Potenzial ausgewählter Baumarten auf meliorierten, immissionsbeeinflussten Standorten des Erzgebirges
Heft 19/1999	Waldumbau auf Tieflands- und Mittelgebirgsstandorten
Heft 20/2000	Bodenzustandserhebung (BZE) in den sächsischen Wäldern (1992-97)
Heft 21/2000	Leitfaden forstliche Bodenschutzkalkung in Sachsen
Heft 22/2000	Empfehlungen zur Wiedereinbringung der Weißtanne
Heft 23/2000	Der sächsische Wald im Dienst der Allgemeinheit
Heft 24/2002	Die Baum- und Straucharten Sachsens – Charakterisierung und Verbreitung als Grundlagen der Generhaltung
Heft 25/2002	Waldvegetation Vegetationsuntersuchungen in sächsischen Wäldern (Level I und II)