

# Vegetationsentwicklung im Wald von 1985 bis 2007

 Vegetationsentwicklung auf Wald-Dauerbeobachtungsflächen in Abhängigkeit von der Nutzung, der atmosphärischen Deposition und dem Klima in Baden-Württemberg

ID U51-M32-J08

In den Jahren 1985 bis 2007 wurde die Vegetation an den Wald-Dauerbeobachtungsflächen (DBF) wiederholt untersucht. Der vorliegende Bericht beinhaltet statistische Auswertungen dieser Erhebungen (ab Seite 1). Weiterführende Berichte sind im Fachdokumentendienst Umweltbeobachtung veröffentlicht (vgl. Tabelle 1).

An allen Wald-Dauerbeobachtungsflächen waren im Beobachtungszeitraum mehr oder weniger starke Veränderungen der Artenzusammensetzung zu beobachten. Der größte Teil der Veränderungen geht vermutlich auf natürliche Sukzessionsprozesse in der Strauchschicht zurück. Eine wichtige Rolle spielt die Veränderung des Lichtklimas in den DBF (z.B. durch Stürme, Windwurf, Kronenschluß).

## ARTENENTWICKLUNG

Baum- und Straucharten etablieren sich in vielen DBF, insbesondere nach Auflichtung der Baumschicht (z.B. nach Windwurf). Besonders stark ist die Deckungszunahme bei Buche, Bergahorn und Esche. Eine zunehmende Strauchschicht führt oft zu einer Beschattung der Kraut-



Abbildung 1: Wald-DBF Freiburg - Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwald auf Parabraunerde der Freiburger Bucht  
<http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/56861/>

schicht. Deckungsveränderungen beim Efeu *Hedera helix* werden teilweise auf mildere Winter aber auch auf lokale Veränderungen des Licht- und Mikroklimas zurückgeführt. Die Veränderungen von beispielsweise Flattergras, Wald-Sauerklee, Kriechende Rose und Wald-Veilchen lassen nur wenige landesweit parallel verlaufende Entwicklungen erkennen. Geringe Deckungswerte des Wald-Sauerkleees können durch extreme Trockenheit zum Zeitpunkt der Sommeraufnahme bedingt sein (z.B. in



2004). Besonders starke Veränderungen in ihrer Artenzusammensetzung zeigt z.B. die DBF Freiburg. Es handelt sich um einen typischen Eichen-Hainbuchenwald (*Stellario-Carpinetum* - FFH-Lebensraumtyp 9160) mit starken Eingriffen in die Standortbedingungen (Veränderung des Wasserhaushaltes, Nutzungsänderungen, Auflichtung der Bestände).

#### DEPOSITION

Besonders auffällige Entwicklungstendenzen sind der Rückgang der Bleikonzentrationen und die Erhöhung der Stickstoffkonzentrationen. Die landesweite Zunahme der Stickstoffkonzentrationen in Blattproben der Buche zeigt, dass der Stickstoff in diesen Waldökosystemen tatsächlich in verstärktem Maße zur Verfügung stehen muss. Sollte dieser Trend anhalten, so könnte sich die voranschreitende Eutrophierung mittelfristig auf die Artenzusammensetzung einiger Bestände auswirken.

Direkte Schädigungen von Arten der Wald-Dauerbeobachtungsflächen über die Luft oder durch die Akkumulation von Schadstoffen im Boden waren im Beobach-

Tabelle 1: Weiterführende Dokumente im FADO Umweltbeobachtung (Auszug) - Stand 2010

HAUPTTITEL	ID UMWELTBEOBACHTUNG
Beobachtung der Vegetation von 1985 bis 2007	ID U14-M30-J07
Design von Vegetations-Dauerbeobachtungsflächen	ID U22-M30-N10
Multivariate Statistik zur Interpretation der Vegetationsentwicklung	ID U26-M30-N10
Vegetationsentwicklung im Grünland von 1985 bis 2006 ( <i>dieses Dokument</i> )	ID U51-M31-J08
Vegetationsentwicklung im Wald von 1985 bis 2007	ID U51-M32-J08
Analyse der Vegetationsentwicklung von 1985 bis 2007	ID U92-M30-J09

tungszeitraum an den Dauerbeobachtungsflächen nicht erkennbar.

#### KLIMA

Der Einfluss der Klimaentwicklung auf die Vegetation wird im übergreifenden Beitrag "Analyse der Vegetationsentwicklung von 1985 bis 2007" (ID U92-M30-J09) diskutiert.

#### IMPRESSUM

<b>HERAUSGEBER</b>	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe, <a href="http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de">www.lubw.baden-wuerttemberg.de</a>
<b>BEARBEITUNG</b>	Dr. Ingo Holz, Dr. Jürgen Franzaring, Dr. Reinhard Böcker & Prof. Dr. Andreas Fangmeier, Universität Hohenheim, Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie (320), 70599 Stuttgart. Für den Inhalt sind die Bearbeiter verantwortlich. Die geäußerten Interpretationen und Einschätzungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.
<b>AUFTRAGGEBER</b>	LUBW, Referat Medienübergreifende Umweltbeobachtung, Klimawandel; Projekt ID WV163-3 Kontakt: Dr. Jürgen Zipperle, <a href="mailto:Juergen.Zipperle@lubw.bwl.de">Juergen.Zipperle@lubw.bwl.de</a> , Tel 0721/5600-1635
<b>BEZUG</b>	<a href="http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/">http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/</a> ID Umweltbeobachtung U51-M32-J08
<b>STAND</b>	Dezember 2008, Internetausgabe Oktober 2011

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Untersuchungsgebiete und Datenmaterial</b>	<b>3</b>
2.1 Lage der Untersuchungsgebiete	3
2.2 Standortbedingungen der Untersuchungsgebiete	4
2.3. Vorhandene Vegetationsaufnahmen und Datensätze	7
2.4. Aufnahmedaten der Vegetationsaufnahmen	10
<b>3. Ergebnisse</b>	<b>14</b>
3.1. Übersicht über alle Wald-Dauerbeobachtungsflächen	14
3.1.1 Artenzahlen und Arteninventar	14
3.1.1.1 Artenzahlen der Gesamtaufnahmen	14
3.1.1.2 Die Baum- und Strauchschicht der Dauerbeobachtungsflächen	16
3.1.1.3 Artenzahlen der Kraut- und Mooschicht in den Sukzessionsquadraten	19
3.1.1.4 Beurteilung der Wald-DBF in Bezug auf ihre Aussagekraft bei der Berechnung von mittleren Zeigerwerten (und deren Trends) sowie bei der Analyse der Vegetationsentwicklung mit Hilfe multivariater Verfahren (Ordination)	22
3.1.2 Diversität	26
3.1.3 Zeigerwerte	33
3.1.4 Vegetation und Standortbedingungen	45
3.2 Vegetationsentwicklung auf ausgewählten Wald-Dauerbeobachtungsflächen	48
1010 Engen	49
1070 Biberach	51
1090 Wain	53
1110 Wehingen	55
1120 Balingen	57
1130 Bad-Urach	59
1160 Giengen	61
1190 Aalen	63
1240 Stühlingen	65

	1241 Waldshut-Tiengen	67
	1250 Donaueschingen	69
	1260 Sulz	71
	1261 Horb	73
	1270 Wiernsheim	75
	1300 Künzelsau	77
	1310 Crailsheim	79
	1420 Bad Säckingen	81
	1430 Kandern	83
	1440 Freiburg	85
	1460 Lahr	87
	1480 Müllheim	89
	1490 Karlsruhe (Auwald)	91
3.3.	Entwicklung der Stickstoff- und Schwefeldepositionen sowie der Ozonkonzentrationen an den Wald-Dauerbeobachtungsflächen von 1990 bis 2004	93
3.4.	Entwicklung der Elementkonzentrationen in Blattproben verschiedener Arten der Wald-Dauerbeobachtungsflächen in den Jahren 1985 bis 2004	101
<b>4.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>113</b>
4.1.	Methodische Probleme beim Vergleich der Vegetationsaufnahmen langjähriger Wald-Dauerbeobachtungsflächen	113
4.2.	Der Einfluß der Strauch- und Baumschicht auf die Vegetationsentwicklung der Krautschicht	115
4.3	Deckungsänderungen ausgewählter Arten	117
4.4	Gesamtübersicht über die Vegetationsentwicklung der Wald-Dauerbeobachtungsflächen zwischen 1985 und 2004	119
4.5	Der Einfluß atmosphärischer Depositionen auf die Entwicklung der Waldvegetation	122
<b>5.</b>	<b>Literatur</b>	<b>124</b>
<b>6.</b>	<b>Anhang</b>	<b>126</b>
<b>7.</b>	<b>Anlagen (PowerPoint-Dateien, nur auf CD)</b>	<b>137</b>

## Verzeichnis der Abkürzungen

AOT40	Accumulated ozone dose over a threshold of 40 ppb
BrBl	Braun-Blanquet
BW	Baden-Württemberg
DBF	Dauerbeobachtungsfläche(n)
DCA	Detrended Correspondence Analysis
DHM	Digitales Höhenmodell
FVA	Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Freiburg
GIS	Geographisches Informationssystem
IWE	Immissionsökologische Waldzustandserfassung
LUBW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz BW
MTB	Messtischblatt (= TK 25)
MUB	Medienübergreifende Umweltbeobachtung
MW	Mittelwert
ÖKWI	Ökologisches Wirkungskataster
pnV	potenziell natürliche Vegetation
RGR	Relative Wachstumsrate von Pflanzen
RIPS	Räumliches Informations- und Planungssystem BW
STALA	Statistisches Landesamt Baden-Württemberg
TB	Teilbereich
TF	Teilfläche = Sukzessionsquadrat
TK25	Topographische Karte 1:25.000 (= MTB)
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe





## 1. Einleitung

Baden-Württemberg ist ein Waldland. Ohne den Einfluss des Menschen würden Wälder auf über 90% der Fläche die natürliche Vegetationsdecke bilden. Obwohl der Mensch seit der Jungsteinzeit einen Großteil der Waldfläche in landwirtschaftliche Nutzfläche, Siedlungs- und Industrieflächen, sowie andere Landnutzungsformen (z.B. Verkehr, Tourismus) umgewandelt hat, sind heute wieder fast 40% der Landesfläche Baden-Württembergs von Wald bedeckt.

Aber auch auf diesen 40% sind kaum noch vom Menschen unbeeinflusste Wälder zu finden. Die Nutzung der Wälder hat zu Veränderungen der (Baum-) Artenzusammensetzung, der Waldstruktur und meist auch der natürlichen Standortbedingungen geführt. Trotz alledem spiegeln die Wälder in vielen Fällen in ihrer aktuellen Baum- und Krautschicht das natürliche Standortpotential wieder. Als wesentlicher Bestandteil der potentiellen natürlichen Vegetation (pnV) kommt den Wäldern eine besondere Bedeutung bei der Darstellung und Beurteilung des Standortpotentials zu.

Wegen ihrer biologischen und wirtschaftlichen Bedeutung gehören die Wälder in Deutschland zu den besonders gut untersuchten Vegetationstypen, von denen heute tausende von Vegetationsaufnahmen vorliegen (z.B. Oberdorfer 1992). Entsprechend gibt es bereits viele gute Übersichten der Waldvegetation Mitteleuropas (z.B. Oberdorfer 1992, Hutter et al. 1995, Ellenberg 1996, Härdtle et al. 2004).

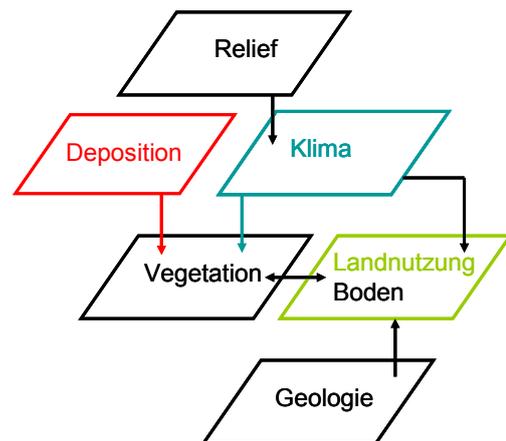
Besonders in einer Kulturlandschaft hat die Waldfläche einen hohen ökologischen und gesellschaftlichen Stellenwert. In Wäldern werden Nährstoffkreisläufe durch den Menschen nur wenig gestört; ebenso bilden sie für Niederschläge und das Atmosphären gas Kohlendioxid natürliche Retentionsräume. Waldökosysteme haben eine besondere Schutzfunktion als Puffer gegen schädigende Umweltfaktoren. Doch gerade in dieser Funktion liegt auch ein großes Gefährdungspotential. Aufgrund ihrer hohen Filterleistung reagieren sie mitunter sensibel auf den Eintrag von Fremdstoffen.

Besondere gesellschaftliche Bedeutung hat der Wald als Lieferant von Rohstoffen und als Ort der Erholung und schließlich beherbergen Wälder einen großen Teil der biologischen Vielfalt. Der Schutz walddynamischer Arten, ihrer Lebensräume und der natürlichen Walddynamik sind heute wichtige Ziele des Natur- und Umweltschutzes.

Die Wirkungen von Umweltbelastungen sind vielfältig und medienübergreifend. Das Land Baden-Württemberg hat die Problematik bereits 1984 mit dem Aufbau und Betrieb eines landesweiten biologischen Messnetzes, dem „Ökologischen Wirkungskataster Baden-Württemberg“ (ÖKWI), aufgegriffen. Seit Beginn des ÖKWI stellen vegetationskundliche Aufnahmen die Basis der Untersuchungen auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen dar (LfU 1991, LfU 1995, LfU 2005). Ziel ist die Erkennung langfristiger, immissions- und klimabedingter Veränderungen der Vegetationsdecke.

Die Hauptursachen der Veränderung der natürlichen Flora und Vegetation sind:

- der Wandel und die Aufgabe traditioneller Nutzungsformen (z.B. als Auswirkung neuer Technologien)
- die Schadstoffbelastung und Eutrophierung unserer Umwelt durch Deposition luftgetragener Stoffe
- sowie der (anthropogen bedingte) Wandel des Klimas



Im ÖKWI werden Wirkungen von Umweltbelastungen mit Hilfe von Bioindikatoren (Pflanzen, Tiere) erfasst und bewertet. Dazu werden auf den Dauerbeobachtungsflächen seit über 20 Jahren Veränderungen der Vegetation und der stofflichen Belastungen fortschreitend dokumentiert. Damit werden **Zeitreihen zum Zustand des Naturhaushaltes** sowie eine **räumliche Differenzierung der Belastungssituation** abgeleitet, die wichtiger Bestandteil der Umweltbeobachtung des Landes Baden-Württemberg sind (LfU 2005).

Bei diesem durch die LUBW geförderten Projekt geht es um die Auswertung der an den baden-württembergischen Dauerbeobachtungsflächen des ÖKWI erhobenen Vegetationsdaten mit modernen, multivariaten, statistischen Verfahren und deren Verknüpfung mit in der Nähe zu den Dauerbeobachtungsflächen erhobenen Klima- und Immissionsdaten.

Der vorliegende **dritte Projektbericht** konzentriert sich inhaltlich auf die Wald-Dauerbeobachtungsflächen und beinhaltet:

- Übersichten zur Lage, zu den Standortbedingungen und zur Zugehörigkeit zu Vegetationseinheiten der Dauerbeobachtungsflächen
- Übersichten zu den vorhandenen Vegetationsaufnahmen an den Dauerbeobachtungsflächen (vorhandene Datensätze, Aufnahmedaten, etc.)
- Vergleichende Übersichten zur Vegetationsentwicklung aller Dauerbeobachtungsflächen (Artenzahlen, Diversität, Standortfaktoren, Zeigerwerte)
- Eine steckbriefartige Darstellung der Vegetationsentwicklung an ausgewählten Wald-Dauerbeobachtungsflächen
- Informationen zur Entwicklung der Stickstoff- und Schwefeldepositionen sowie der Ozonkonzentrationen an den Standorten der Wald-Dauerbeobachtungsflächen
- Übersichten zur Entwicklung der Elementkonzentrationen in Aufwuchsproben verschiedener Arten der Wald-Dauerbeobachtungsflächen
- Eine Diskussion der dargestellten Ergebnisse

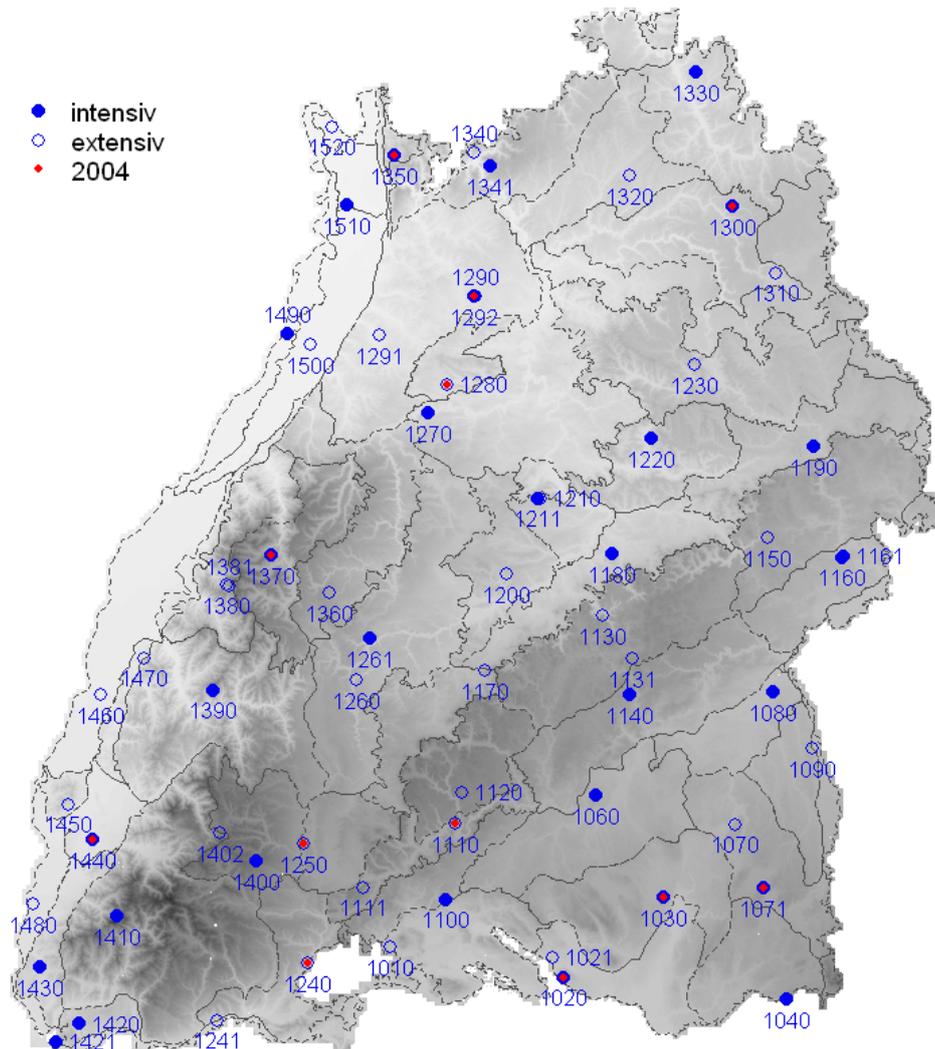
Der Hauptteil des Berichtes wird durch Anhänge und umfangreiche Anlagen (auf CD) ergänzt.

Das Klima an den Standorten der Grünland- und Wald-Dauerbeobachtungsflächen und seine Veränderungen, sowie deren Auswirkungen auf die Vegetation sollen in einem 4. Projektbericht gesondert dargestellt werden.

## 2. Untersuchungsgebiete und Datenmaterial

### 2.1 Lage der Untersuchungsgebiete

Abb. 2.1 zeigt die Lage der 64 Wald-Dauerbeobachtungsflächen (31 intensiv, 33 extensiv) in Baden-Württemberg, sowie deren Verteilung in bezug zu Relief und Naturräumlicher Gliederung. An den rot markierten DBF wurden die Sukzessionsquadrate zuletzt im Jahr 2004 aufgenommen, bei allen anderen im Jahr 1997. Die letzte Aufnahme der gesamten DBF nach Braun-Blanquet erfolgte im Jahr 2001 für die Extensiv-Flächen und 2007 für die Intensiv-Flächen.



**Abbildung 2.1.** Lage der Wald-DBF des ÖKWI. Im Hintergrund: Relief und Naturräumliche Gliederung von Baden-Württemberg (nach Meynen & Schmithüsen 1962), Datengrundlage: DHM von Baden-Württemberg, RIPS (2007). Die DBF 1161, 1211, 1292, 1341 und 1381 ersetzen (bzw. ergänzen) die DBF 1160, 1210, 1290, 1340, 1380. Weitere Erläuterungen im Text.



## 2.2 Standortbedingungen der Untersuchungsgebiete

In den Tabellen 2.1 und 2.2 werden wichtige Informationen zur Lage, zum Standort und zur Zugehörigkeit zu Vegetationseinheiten der Untersuchungsgebiete (DBF) zusammengefasst. Auf diese wird im Text mehrfach verwiesen, um die unterschiedlichen Standortbedingungen an den DBF deutlich zu machen.

---

Folgende Seiten:

**Tabelle 2.1.** Wald - DBF des ÖKWI: Nummer der DBF, Name des Standortes, Naturraum, Lage (TK25, R-, H-Werte), Höhe in m üNN, Hangneigung, Exposition, Bodeneigenschaften (Humusform, Gründigkeit in dm, bodengenetische Einheit) und Geologie. Datengrundlage: LUBW. Int. = Intensivfläche.

**Tabelle 2.2.** Wald - DBF des ÖKWI: Nummer der DBF, Name des Standortes, letzte Vegetationsaufnahme der Gesamtfläche nach Braun-Blanquet, Zuordnung zu Pflanzengesellschaften (1997, z.T. ergänzt 2004). Datengrundlage: LUBW.



Tab. 2.1

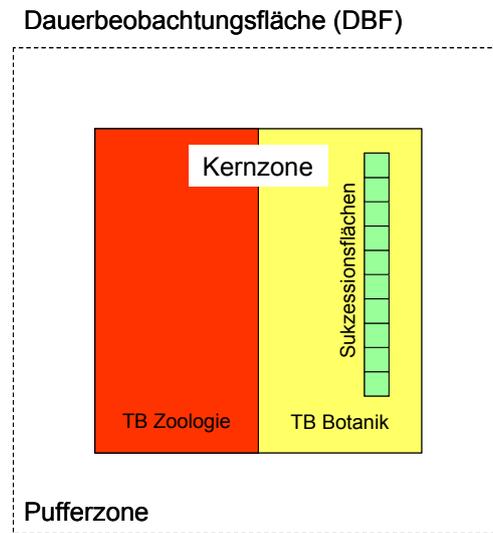
Int. DBF	Standortname	Naturraum			Höhe	Hangneigung	Exposition	Humusform	Gründigkeit	bodengen.Einheit	Stratigraphie
		TK25	R	H							
	1010 Engen	30	8218	3478	5292	490	7	0 L-Mull	3 Pelosol	Pleistozän/Würm	
X	1020 Überlingen	31	8221	3519	5285	490	0	0 F-Mull	4 Parabraunerde	Pleistozän/Würm	
X	1021 Salem	31	8221	3516	5290		5	0 F-Mull	4 Parabraunerde	Pleistozän/Würm	
X	1030 Bad Waldsee	32	8123	3543	5304	590	15	0 F-Mull	3 Parabraunerde	Peistozän/Würm	
X	1040 Wangen	33	8325	3572	5280	740	10	0 typ. Moder	4 podsolige Pseudogley-Parabraunerde	Pleistozän/Würm	
	1060 Riedlingen	40	7822	3527	5329	610	5	0 L-Mull	5 Parabraunerde	Peistozän/Riß	
X	1070 Biberach	41	7924	3560	5322	630	60	0 L-Mull	4 Braunerde-Ranker	Pleistozän-Tertiär	
X	1071 Leutkirch	41	8125	3567	5306	670	35	0 F-Mull	3 Braunerde	Pleistozän/Riß	
	1080 Ulm	42	7625	3569	5353	480	0	0 F-Mull - mullart. Moder	5 podsolige Pseudogley-Braunerde	Pleistozän/Riß	
X	1090 Wain	43	7826	3578	5340	560	10	0 F-Mull	5 Pseudogley-Braunerde	Tertiär	
	1100 Stockach	91	8119	3491	5304	590	0	0 L-Mull*	4 Parabraunerde	Pleistozän/Würm	
	1110 Wehingen	92	7919	3493	5322	810	6	0 F-Mull	2 Terra fusca	Weißjura epsilon	
	1111 Immendingen	92	8017	3472	5307	880	27	0 F-Mull	2 Terra fusca-Rendzina	Weißjura beta	
	1120 Balingen	93	7819	3495	5329	850	25	0 L-Mull	2 Rendzina	Weißjura epsilon	
	1130 Bad Urach	94	7522	3528	5372	720	7	0 L-Mull	2 Terra fusca-Rendzina	Weißjura epsilon	
X	1131 Münsingen	94	7622	3536	5361	780	14	0 L-Mull	2 Terra fusca	Weißjura epsilon	
	1140 Zwiefalten	95	7622	3535	5353	735	35	0 L-Mull	2 Terra fusca	Weißjura epsilon	
X	1150 Steinheim	96	7325	3568	5390	650	14	0 L-Mull	3 Terra fusca	Weißjura epsilon	
X	1160 Giengen a.d.B. (alt)	97	7326	3585	5386	510	0	0 F-Mull	2 Rendzina-Terra fusca	Weißjura epsilon	
	1161 Giengen a.d.B. (neu)	97	7326	3586	5386	510					
X	1170 Hechingen	100	7620	3501	5359	530	50	0 L-Mull	4 Braunerde über Pseudogley-Pelosol	Braunjura alpha u. beta	
X	1180 Kirchheim u.T.	101	7322	3531	5386	390	5	0 F-Mull	4 pseudovergleyte Pelosol-Parabraunerde	Braunjura alpha	
	1190 Aalen	102	7126	3579	5412	450	16	0 L-Mull	4 Braunerde über Pseudogley-Pelosol	Braunjura alpha	
	1200 Bebenhausen	104	7420	3506	5382	450	25	0 F-Mull	4 pseudovergleyte Parabraunerde	Lias alpha	
X	1210 Stuttgart (alt)	106	7221	3514	5400		5	0 F-Mull	3 pseudovergleyte Parabraunerde	Lias alpha	
X	1211 Stuttgart	106	7221	3513	5400	440	4	0 F-Mull	3 pseudovergleyte Parabraunerde	Lias alpha	
	1220 Weizheim	107	7123	3540	5414	410	35	0 F-Mull	4 pseudovergleyte Pelosol-Braunerde	km3	
	1230 Schwäbisch Hall	108	6924	3550	5432	490	10	0 typ. Moder, feinhumusreich	3 podsolige Braunerde	km4	
	1240 Stühlingen	120	8216	3458	5288	530	5	0 F-Mull	2 Brunerde-Pelosol	oberer Muschelkalk	
	1241 Waldshut-Tiengen	120	8315	3437	5275	420	15	0 F-Mull	3 Braunerde	Pleistozän	
	1250 Donaueschingen FF	121	8016	3457	5317	765	7	0 L-Mull	2 Rendzina-Terra fusca	mittl. Muschelkalk	
X	1260 Sulz a.N.	122	7617	3470	5356	570	25	0 F-Mull	2 Rendzina	oberer Muschelkalk	
X	1261 Horb a.N.	122	7517	3473	5366	550	10	0 F-Mull	1 Terra fusca-Rendzina	oberer Muschelkalk	
	1270 Wiernsheim	123	7018	3487	5420	360	13	0 F-Mull	1 Terra fusca	oberer Muschelkalk	
	1280 Maulbronn	124	7019	3491	5427	390	0	0 F-Mull	2 Braunerde-Pelosol	km4	
	1290 Eppingen (alt)	125	6819	3498	5448		7	0 F-Mull	3 Parabraunerde	Pleistozän	
X	1291 Bruchsal-Ost	125	6918	3476	5439	220	0	0 typ. Moder, feinhumusarm	4 Parabraunerde	Pleistozän	
X	1292 Eppingen	125	6819	3498	5448	230	7	0 F_mull	3 Parabraunerde	Pleistozän	
	1300 Künzelsau	126	6624	3559	5470	340	25	0 F-Mull	2 Terra fusca	oberer Muschelkalk	
	1310 Crailsheim	127	6725	3570	5454	420	0	0 F-Mull	3 pseudovergleyter Braunerde-Pelosol	unterer Keuper	
X	1320 Hardheim	128	6522	3535	5477	360	0	0 F-Mull	3 pseudovergleyte Braunerde-Terra fus	oberer Muschelkalk	
	1330 Tauberbischofsheim	129	6324	3551	5502	350	4	0 F-Mull	4 Parabraunerde	Pleistozän	
X	1340 Eberbach (alt)	144	6519	3498	5483		0	0 F-Mull	3 Braunerde	mittlerer Buntsandstein	
X	1341 Eberbach	144	6520	3502	5479	450	0	0	0		
	1350 Weinheim (Schriesheim)	145	6518	3479	5482	300	70	0 typ. Moder, feinhumusreich	3 schwach podsolige Braunerde	Grundgebirge	
X	1360 Pfalzgrafenweiler	150	7417	3463	5377	680	5	0 typ. Moder, feinhumusarm	3 Braunerde-Pseudogley	oberer Buntsandstein	
	1370 Murgschifferschaft	151	7315	3450	5386	920	31	0 rohhumusartiger Moder	1 podsoliger Ranker	mittlerer Buntsandstein	
	1380 Ottenhöfen (alt)	152	7415	3439	5379	720	27	0 typ. Moder, feinhumusreich	3 Braunerde	Grundgebirge	
X	1381 Ottenhöfen		7415	3440	5379	690					
X	1390 Hausach	153	7614	3436	5354	640	37	0 rohhumusartiger Moder	3 schwach podsolige Braunerde	Grundgebirge	
	1400 Donaueschingen	154	8015	3446	5313	1010	5	0 rohhumusartiger Moder	3 podsolige Braunerde	oberer Buntsandstein	
X	1402 Furtwangen	154	7915	3437	5320	950	5	0 typ. Moder, feinhumusreich	4 Braunerde	Grundgebirge	
X	1410 Schönaue	155	8113	3413	5300	1260	20	0 L-Mull	3 Braunerde	Grundgebirge	
X	1420 Bad Säckingen	161	8312	3404	5274	380	0	0 L-Mull	3 schwach pseudovergleyter Pelosol	ku	
X	1421 Lörrach	161	8411	3399	5270	460	15	0 L-Mull	2 Rendzina-Pelosol	oberer Muschelkalk	
X	1430 Kandern	201	8211	3395	5287	440	10	0 F-Mull	3 Braunerde über Pelosol	Weißjura	
	1440 Freiburg	202	8012	3407	5318	220	0	0 F-Mull	5 Parabraunerde	Pleistozän	
	1450 Breisach	203	7912	3401	5327	310	60	0 F-Mull	3 Pararendzina	Pleistozän	
	1460 Lahr	210	7612	3409	5353	160	0	0 L-Mull	3 Braunerde	Pleistozän	
	1470 Offenburg	211	7613	3420	5362	260	15	0 F-Mull	5 pseudovergleyte Parabraunerde	Pleistozän	
X	1480 Müllheim	200	8111	3393	5303	210	0	0 L-Mull	3 Auenrendzina	Holozän	
	1490 Karlsruhe (Auwald)	222	6916	3454	5439	100	0	0 mullartiger Moder	5 Auenrendzina-Auengley	Holozän	
X	1500 Karlsruhe (Hardtwald)	223	6916	3459	5437	112	0	0 typ. Moder	4 schwach podsolige Braunerde	Pleistozän	
	1510 Schwetzingen	224	6617	3468	5470	100	0	0 F-Mull	4 Braunerde	Pleistozän	
	1520 Weinheim (Mannheim)	225	6417	3464	5489	100	0	0 typ. Moder, feinhumusreich	5 podsolige Braunerde	Pleistozän	



Tab. 2.2

Int.	DBF	Name	letzte Aufn.	Soziologie 1997 Gesellschaft	Ausbildung		Soziologie 2004
X	1010	Engen	2001	Asperulo-Fagetum	mit Lamiastrum galeobdolon	Allium ursinum-Fazies	
	1020	Überlingen	2007	Asperulo-Fagetum	Carex pilosa-Fazies		Fagion, Galio odorati-Fagetum
	1021	Salem	1992	Asperulo-Fagetum	Übergang zum Luz.-Fagetum		Asperulo-Fagetum, in Carex pilosa-Fazies
X	1030	Bad Waldsee	2007	Asperulo-Fagetum	Carex pilosa-Fazies		Fagion, Galio odorati-Fagetum
X	1040	Wangen	2007	Luzulo-Fagetum	Zuordnung fraglich: s. Text	Rubus fruct. dominant	
X	1060	Riedlingen	2007	Asperulo-Fagetum	Carex brizoides-Fazies		Asperulo-Fagetum, in Carex pilosa-Fazies
	1070	Biberach	2001	Hordelymo-Fagetum	mit Mercurialis	Überg. Carici-Fagetum	
X	1071	Leutkirch	2007	Asperulo-Fagetum	mit Lamiastrum galeobdolon		Fagion, Galio odorati-Fagetum
X	1080	Ulm	2007	Luzulo-Fagetum	typische Ausbildung		Asperulo-Fagetum, mit viel Eiche
	1090	Wain	2001	Asperulo-Fagetum	mit Lamiastrum galeobdolon		
X	1100	Stockach	2007	Asperulo-Fagetum	mit Impatiens noli-tangere		
	1110	Wehingen	2001	Hordelymo-Fagetum	typische Ausbildung		Fagion, Hordelymo-Fagetum
	1111	Immendingen	2001	Hordelymo-Fagetum	typische Ausbildung		
	1120	Balingen	2001	Hordelymo-Fagetum	mit Mercurialis		
	1130	Bad Urach	2001	Hordelymo-Fagetum	mit Mercurialis		
	1131	Münsingen	2001	Hordelymo-Fagetum	mit Mercurialis		
X	1140	Zwiefalten	2007	Hordelymo-Fagetum	typische Ausbildung		
	1150	Steinheim	2001	Hordelymo-Fagetum	mit Mercurialis		
X	1160	Giengen a.d.B.	2001	Carici-Fagetum			
X	1161	Giengen a.d.B.	2007	--			
	1170	Hechingen	2001	Luzulo-Fagetum	typische Ausbildung		
X	1180	Kirchheim u.T.	2007	Asperulo-Fagetum	Übergang zum Luz.-Fagetum		
X	1190	Aalen	2007	Asperulo-Fagetum	mit Lamiastrum galeobdolon		
	1200	Bebenhausen	2001	Asperulo-Fagetum	Carex brizoides-Fazies		
	1210	Stuttgart2					
X	1211	Stuttgart	2007	Luzulo-Fagetum	typische Ausbildung		
X	1220	Welzheim	2007	Luzulo-Fagetum	typische Ausbildung		
	1230	Schwäbisch Hall	2001	Luzulo-Fagetum	mit Vaccinium myrtillus oder Avenella flexuosa		
	1240	Stühlingen	2001	Carici-Fagetum			Fagion, Carici-Fagetum
	1241	Waldshut-Tiengen	2001	Asperulo-Fagetum	Übergang zum Luz.-Fagetum	Ilex aquifolium-Fazies	
	1250	Donaueschingen FF	2001	Galio-Abietetum	Forstgesellschaft; s. Text		anthropogener Tannen-Fichtenbestand, potentiell: Hordelymo-Fagetum
	1260	Sulz a.N.	2001	Asperulo-Fagetum	mit Lamiastrum galeobdolon		
X	1261	Horb a.N.	2007	Carici-Fagetum			
X	1270	Wiernsheim	2007	Carici-Fagetum			
	1280	Maulbronn	2001	Hordelymo-Fagetum	mit Mercurialis		Hordelymo-Fagetum, mit Mercurialis perennis faziesbildend
	1290	Eppingen					
	1291	Bruchsal-Ost	2001	Asperulo-Fagetum	typische Ausbildung	Melica uniflora-Fazies	
X	1292	Eppingen	2007	Asperulo-Fagetum	typische Ausbildung		Fagion, Galio odorati-Fagetum
X	1300	Künzelsau	2007	Carici-Fagetum			Fagion, Carici-Fagetum
	1310	Crailsheim	2001	Asperulo-Fagetum	mit Lamiastrum galeobdolon		
	1320	Hardheim	2001	Asperulo-Fagetum	typische Ausbildung		
X	1330	Tauberbischofsheim	2007	Asperulo-Fagetum	typische Ausbildung		
	1340	Eberbach					
X	1341	Eberbach	2007	Luzulo-Fagetum	typische Ausbildung		
X	1350	Weinheim (Schriesheim)	2007	Luzulo-Fagetum	Luzula sylvatica-Fazies		Luzulo-Fagetum, mit Luzula sylvatica faziesbildend
	1360	Pfalzgrafenweiler	2001	Luzulo-Abietetum			
X	1370	Murgschifferschaft	2007	Vaccinio-Abietetum			Piceion abietis, Vaccinio-Abietetum (forstlich)
	1380	Ottenhöfen	2001	Luzulo-Abietetum			
	1381	Ottenhöfen					
X	1390	Hausach	2007	Luzulo-Fagetum	mit Vaccinium myrtillus oder Avenella flexuosa		
X	1400	Donaueschingen	2007	Vaccinio-Abietetum			
	1402	Furtwangen	2001	Luzulo-Abietetum			
X	1410	Schönau	2007	Luzulo-Fagetum	mit Vaccinium myrtillus oder Avenella flexuosa		
X	1420	Bad Säckingen	2007	Asperulo-Fagetum	typische Ausbildung		
X	1421	Lörrach	2007	Asperulo-Fagetum	typische Ausbildung		
X	1430	Kandern	2007	Asperulo-Fagetum	typische Ausbildung		
X	1440	Freiburg	2007	Carpinetum	Stellario-Carpinetum		Fagion, Galio odorati-Fagetum
	1450	Breisach	2001	Carici-Fagetum			ehemals Carpinetum, rezente Entwicklung zum Asperulo-Fag.
	1460	Lahr	2001	Carpinetum	Stellario-Carpinetum		
	1470	Offenburg	2001	Luzulo-Fagetum	Luzula sylvatica-Fazies		
	1480	Müllheim	2001	Carpinetum	kalkreich	Allium ursinum-Fazies	
X	1490	Karlsruhe (Auwald)	2007	Carpinetum	kalkreich		
	1500	Karlsruhe (Hardtwald)	2001	Luzulo-Fagetum	typische Ausbildung		
X	1510	Schwetzingen	2007	Carpinetum	Stellario-Carpinetum		
	1520	Weinheim (Mannheim)					

## 2.3 Vorhandene Vegetationsaufnahmen und Datensätze



**Abbildung 2.2.** Schematischer Aufbau einer Wald-Dauerbeobachtungsfläche

Eine Wald-Dauerbeobachtungsfläche (DBF) besteht aus einer **Pufferzone** und einer **Kernzone**. Die Kernzone (in der Regel 20 x 24 m) ist in zwei Teilbereiche für zoologische und botanische Untersuchungen unterteilt. Innerhalb des Teilbereiches für botanische Untersuchungen (**TB Botanik**) befinden sich sogenannte **Sukzessionsquadrate** (in der Regel 10) für eine Detailaufnahme der Krautvegetation. Die Sukzessionsquadrate haben im Wald eine Größe von 2 x 2 m. Die Deckungsschätzung im Bereich der Kernzone erfolgte mit der Artmächtigkeitsskala nach Braun-Blanquet (BrBI). Die Deckungsschätzung im Bereich der Sukzessionsquadrate wurde mit einem Schätzrahmen durchgeführt. Die Deckungswerte wurden als ganzzahlige Prozentwerte geschätzt.

Einen Überblick über die Vegetationsaufnahmen der Gesamt-DBF nach Braun-Blanquet gibt Tabelle 2.5 (siehe auch Erläuterungen zu dieser Tabelle im Kap. 2.4).

Auf den Wald-DBF wurden die Sukzessionsquadrate in der Regel im Frühling und im Sommer aufgenommen. Um den Arbeitsaufwand bei der Aufnahme besser zu verteilen, wurden die Sukzessionsquadrate nur zur Hälfte in einem Jahr aufgenommen und zur anderen Hälfte im darauffolgenden Jahr.

Die Aufnahme der Sukzessionsquadrate erfolgte in den Jahren 1985/86, 1987/88, 1990/91, 1992/93, 1997 (alle) und 2004 (nur 12 DBF). Darüberhinaus wurden im Jahr 1995 alle Sukzessionsquadrate einer DBF gemeinsam nach Braun-Blanquet aufgenommen (siehe Tabelle 2.5).

Die Tabellen 2.3 und 2.4 geben einen Überblick über die vorhandenen (bzw. fehlenden) Vegetationsaufnahmen der Sukzessionsquadrate.



**Tabelle 2.3.** Übersicht über die Frühlings-Vegetationsaufnahmen auf den Sukzessionsquadraten der Wald-DBF (Deckungsschätzung in Prozent).

Int. Nr.	Name	Sukzessionsflächen		Frühling Aufnahme Jahre					Anzahl Arten		Fehlende Aufnahmen
		Anzahl Flächen	Anzahl Jahre	1985	1987	1990	1992	1997	2004	Frühling	
	1010 Engen	10	5	X	X	X	X	X		33	
X	1020 Überlingen	10	6	1986	1988	1991	1993	X	X	13	
	1021 Salem	10	5	1986	1988	1991	1993	X		15	
X	1030 Bad Waldsee	10	6	X	X	X	X	X	X	16	
X	1040 Wangen	10	5	1986	1988	1991	1993	X		27	
X	1060 Riedlingen	10	5	1986	1988	1991	1993	X		15	1986: TF 9 & 10; 1997: TF 1 bis 5;
	1070 Biberach	5	5	X	X	X	X	X		62	
X	1071 Leutkirch	10	6	X	X	X	X	X	X	29	
X	1080 Ulm	5	5	1986	1988	1991	1993	X		23	1986: TF 5, 1988: TF 5, 1991: TF 2 bis 5, 1993: TF 3, 1997: TF 3
	1090 Wain	10	5	X	X	X	X	X		38	
X	1100 Stockach	10	5	1986	1988	1991	1993	X		23	
	1110 Wehingen	10	6	X	X	X	X	X	X	25	
	1111 Immendingen	10	5	X	X	X	X	X		21	
	1120 Balingen	10	5	1986	1988	1991	1993	X		28	
	1130 Bad Urach	10	5	X	X	X	X	X		27	
	1131 Münsingen	10	5	X	X	X	X	X		18	1985: TF 1 bis 10
X	1140 Zwiefalten	10	5	1986	1988	1991	1993	X		27	
	1150 Steinheim	10	5	X	X	X	X	X		26	
X	1160 Giengen a.d.B.	10	5	1986	1988	1991	1993	X		47	
X	1161 Giengen a.d.B.										alle (nicht vorhanden)
	1170 Hechingen	10	5	X	X	X	X	X		36	
X	1180 Kirchheim u.T.	7	5	1986	1988	1991	1993	X		16	1997: TF 5
X	1190 Aalen	10	5	X	X	X	X	X		26	
	1200 Bebenhausen	10	5	1986	1988	1991	1993	X		24	
	1210 Stuttgart2	1	1	1986						12	nur eine Aufnahme vorhanden
X	1211 Stuttgart	10	2				X	X		15	
X	1220 Welzheim	10	5	1986	1988	1991	1993	X		16	1997: TF 4
	1230 Schwäbisch Hall	10	5	X	X	X	X	X		19	1985: TF 1 bis 10
	1240 Stühlingen	10	6	1986	1988	1991	1993	X	X	27	
	1241 Waldshut-Tiengen	10	5	1986	1988	1991	1993	X		35	
	1250 Donaueschingen FF	10	6	X	X	X	X	X	X	56	1985: TF 1 bis 10 keine Moose 1988: TF 1 & 2
	1260 Sulz a.N.	6	5	1986	1988	1991	1993	X		29	
X	1261 Horb a.N.	6	5	1986	1988	1991	1993	X		34	
X	1270 Wiernsheim	10	5	X	X	X	X	X		29	
	1280 Maulbronn	10	6	1986	1988	1991	1993	X	X	21	
	1290 Eppingen	10	1	X						18	
	1291 Bruchsal-Ost	10	4		X	X	X	X		19	
X	1292 Eppingen	10	3				X	X	X	34	
X	1300 Künzelsau	10	6	1986	1988	1991	1993	X	X	42	
	1310 Crailsheim	10	5	X	X	X	X	X		45	
	1320 Hardheim	10	5	1986	1988	1991	1993	X		28	1991: TF 9
X	1330 Tauberbischofsheim	10	5	X	X	X	X	X		23	
	1340 Eberbach	10	2	1986	1988					10	1988: TF 10
X	1341 Eberbach	10	3			1991	1993	X		15	1997: TF 9
X	1350 Weinheim (Schriesheim)	10	6	X	X	X	X	X	X	20	1985: TF 4
	1360 Pfalzgrafenweiler	10	5	1986	1988	1991	1993	X		28	1988: TF 1, 6, 7, 8, 1991: TF 6 & 7, 1993: TF 6 & 7, 1997: TF 6
X	1370 Murgschifferschaft	10	6		X	X	X	X	X	27	1985: TF 1 bis 10, 1992: TF 6
	1380 Ottenhöfen	10	5	1986	1988	1991	1993	X		23	
	1381 Ottenhöfen										alle (nicht vorhanden)
X	1390 Hausach	10	5	X	X	X	X	X		13	1985: TF 1 bis 10
X	1400 Donaueschingen	10	5	1986	1988	1991	1993	X		30	
	1402 Furtwangen	9	5	1986	1988	1991	1993	X		21	1988: TF 5 & 6
X	1410 Schönaue	10	5	X	X	X	X	X		35	1992: TF 8
X	1420 Bad Säckingen	10	5	1986	1988	1991	1993	X		29	
X	1421 Lörrach	10	5	1986	1988	1991	1993	X		16	
X	1430 Kandern	10	5	X	X	X	X	X		28	
X	1440 Freiburg	10	6	1986	1988	1991	1993	X	X	47	
	1450 Breisach	1	5	X	X	X	X	X		19	
	1460 Lahr	10	5	1986	1988	1991	1993	X		40	
	1470 Offenburg	10	5	X	X	X	X	X		12	
	1480 Müllheim	10	5	1986	1988	1991	1993	X		48	
X	1490 Karlsruhe (Auwald)	10	5	X	X	X	X	X		25	1985: TF 1 bis 10, 1987: TF 10, 1997: TF 10
	1500 Karlsruhe (Hardtwald)	5	5	1986	1988	1991	1993	X		17	1986: TF 1, 1988: TF 5
X	1510 Schwetzingen	10	5	X	X	X	X	X		55	1985: TF 1 bis 10, 1990: TF 1, 2, 9, 10, 1992: TF 2, 10, 1997: TF 10
	1520 Weinheim (Mannheim)	1	4	1986	1988	1991	1993			11	



**Tabelle 2.4.** Übersicht über die Sommer-Vegetationsaufnahmen auf den Sukzessionsquadraten der Wald-DBF (Deckungsschätzung in Prozent).

Int. Nr.	Name	Sukzessionsflächen		Sommer Aufnahme Jahre							Anzahl Arten (Fehlende Aufnahmen)	
		Anzahl Flächen	Anzahl Jahre	1985	1987	1990	1992	1997	2004	Sommer	Sommer	
	1010 Engen	10	5	X	X	X	X	X			39	
X	1020 Überlingen	10	6	1986	1988	1991	1993	X	X		13	
	1021 Salem	10	5	1986	1988	1991	1993	X			19	
X	1030 Bad Waldsee	10	6	X	X	X	X	X	X		16	
X	1040 Wangen	10	5	1986	1988	1991	1993	X			31	
X	1060 Riedlingen	10	5	1986	1988	1991	1993	X			20	
	1070 Biberach	5	5	X	X	X	X	X			61	
X	1071 Leutkirch	10	6	X	X	X	X	X	X		35	
X	1080 Ulm	5	5	1986	1988	1991	1993	X			30	1986: TF 5, 1988: TF 5, 1991: TF3, 1993: TF3, 1997: TF3
	1090 Wain	10	5	X	X	X	X	X			37	
X	1100 Stockach	10	5	1986	1988	1991	1993	X			28	
	1110 Wehingen	10	6	X	X	X	X	X	X		30	1990: TF 10
	1111 Immendingen	10	5	X	X	X	X	X			19	
	1120 Balingen	10	5	1986	1988	1991	1993	X			32	
	1130 Bad Urach	10	5	X	X	X	X	X			32	
	1131 Münsingen	10	5	X	X	X	X	X			25	
X	1140 Zwiefalten	10	5	1986	1988	1991	1993	X			29	
	1150 Steinheim	10	5	X	X	X	X	X			24	1990: TF 1 bis 10
X	1160 Giengen a.d.B.	10	5	1986	1988	1991	1993	X			49	
X	1161 Giengen a.d.B.											alle (nicht vorhanden)
	1170 Hechingen	10	5	X	X	X	X	X			40	
X	1180 Kirchheim u.T.	7	5	1986	1988	1991	1993	X			16	1997: TF 5
X	1190 Aalen	10	5	X	X	X	X	X			33	1987: TF10
	1200 Bebenhausen	10	5	1986	1988	1991	1993	X			27	
	1210 Stuttgart2	1	1								0	
X	1211 Stuttgart	10	2				X	X			18	1997: TF 7 bis 10
X	1220 Welzheim	10	5	1986	1988	1991	1993	X			18	1997: TF 4
	1230 Schwäbisch Hall	10	5	X	X	X	X	X			20	
	1240 Stühlingen	10	6	1986	1988	1991	1993	X	X		30	
	1241 Waldshut-Tiengen	10	5	1986	1988	1991	1993	X			40	
	1250 Donaueschingen FF	10	6	X	X	X	X	X	X		64	
	1260 Sulz a.N.	6	5	1986	1988	1991	1993	X			31	1988: TF 1 & 2
X	1261 Horb a.N.	6	5	1986	1988	1991	1993	X			39	
X	1270 Wiernsheim	10	5	X	X	X	X	X			31	
	1280 Maulbronn	10	6	1986	1988	1991	1993	X	X		20	
	1290 Eppingen	10	1	X							24	
	1291 Bruchsal-Ost	10	4		X	X	X	X			21	
X	1292 Eppingen	10	3				X	X	X		29	
X	1300 Künzelsau	10	6	1986	1988	1991	1993	X	X		45	
	1310 Crailsheim	10	5	X	X	X	X	X			45	
	1320 Hardheim	10	5	1986	1988	1991	1993	X			36	1991: TF 9 & 10
X	1330 Tauberbischofsheim	10	5	X	X	X	X	X			24	
	1340 Eberbach	10	2	1986	1988						12	
X	1341 Eberbach	10	3			1991	1993	X			15	1997: TF 9
X	1350 Weinheim (Schriesheim)	10	6	X	X	X	X	X	X		20	
	1360 Pfalzgrafenweiler	10	5	1986	1988	1991	1993	X			31	1988: TF 3 & 4, 1991: TF 6 & 7, 1993: TF 6 & 7, 1997: TF 6
X	1370 Murgschifferschaft	10	6	X	X	X	X	X	X		29	1990: TF 6
	1380 Ottenhöfen	10	5	1986	1988	1991	1993	X			25	
	1381 Ottenhöfen											alle (nicht vorhanden)
X	1390 Hausach	10	5	X	X	X	X	X			12	
X	1400 Donaueschingen	10	5	1986	1988	1991	1993	X			36	1988: TF 8 & 9
	1402 Furtwangen	9	5	1986	1988	1991	1993	X			25	
X	1410 Schönaue	10	5	X	X	X	X	X			32	1992: TF 8
X	1420 Bad Säckingen	10	5	1986	1988	1991	1993	X			29	
X	1421 Lörrach	10	5	1986	1988	1991	1993	X			15	
X	1430 Kandern	10	5	X	X	X	X	X			29	
X	1440 Freiburg	10	6	1986	1988	1991	1993	X	X		47	
	1450 Breisach	1	5	X	X	X	X	X			18	
	1460 Lahr	10	5	1986	1988	1991	1993	X			43	
	1470 Offenburg	10	5	X	X	X	X	X			15	
	1480 Müllheim	10	5	1986	1988	1991	1993	X			52	
X	1490 Karlsruhe (Auwald)	10	5	X	X	X	X	X			36	1987: TF 10, 1997: TF 10
	1500 Karlsruhe (Hardtwald)	5	5	1986	1988	1991	1993	X			19	1988: TF 5
X	1510 Schwetzingen	10	5	X	X	X	X	X			57	1985: TF 1 bis 10, 1990: TF 10, 1992: TF 10, 1997: TF 10
	1520 Weinheim (Mannheim)	1	4	1986	1988	1991	1993				24	



## 2.4 Aufnahmedaten der Vegetationsaufnahmen

In Tabellen 2.5 bis 2.7 werden die Aufnahmedaten aller Vegetationsaufnahmen zusammengestellt. Die teilweise erheblichen Unterschiede der Aufnahmezeitpunkte können zu Problemen bei der Interpretation führen, da nicht auszuschliessen ist, dass z.B. bei einer früheren Aufnahme in einem kühlen Jahr bestimmte Arten noch nicht oder noch nicht weit genug entwickelt waren.

Tabelle 2.5 gibt einen Überblick über die Aufnahmedaten der Gesamt-DBF (TB Botanik) nach Braun-Blanquet. Diese Tabelle enthält auch die Aufnahmedaten der gemeinsamen Aufnahme der Sukzessionsquadrate nach Braun-Blanquet im Jahr 1995. Frühlings- und Sommeraufnahmen der Gesamt-DBF wurden nur im Jahr 1992/93 angefertigt. Die Aufnahmedaten aus dem Jahr 1987/1988 lassen sich nicht mehr ermitteln und wurden mit 31.08. angegeben. 2007 wurden nur die Intensiv-Flächen aufgenommen.

Tabelle 2.6 gibt einen Überblick über die Aufnahmedaten der Frühlingsaufnahmen der Sukzessionsquadrate (Deckungsschätzung in Prozent). Die in der Spalte 1987/88 mit „X“ gekennzeichneten Aufnahmedaten lassen sich nicht mehr ermitteln. Die letzte Aufnahme aller Sukzessionsquadrate der Wald-DBF erfolgte im Jahr 1997. Im Jahr 2004 wurden 12 ausgewählte DBF aufgenommen.

Entsprechend der Tabelle 2.6 gibt Tabelle 2.7 einen Überblick über die Aufnahmedaten der Sommeraufnahmen der Sukzessionsquadrate.

**Tabelle. 2.5.** Überblick über die Aufnahmedaten der Gesamt-DBF (TB Botanik) nach Braun-Blanquet (weitere Erläuterungen im Text)

Int.	Nr.	Name	BrBI Aufnahmen			Suk		
			1988 1987	1993 Fr 1992 Fr	1993 So 1992 So	1995	2001	2007
		1010 Engen	31.08.1987	22.04.1992	07.08.1992	27.07.1995	04.07.2001	
X	1020	Überlingen		20.04.1993	10.08.1993	24.07.1995	04.07.2001	21.06.2007
	1021	Salem		28.04.1993	10.08.1993	24.07.1995		
X	1030	Bad Waldsee	31.08.1987	23.04.1992	27.07.1992	24.07.1995	14.07.2001	21.06.2007
X	1040	Wangen		29.04.1993	11.08.1993	17.07.1995	02.07.2001	21.06.2007
X	1060	Riedlingen	31.08.1988	30.04.1993	11.08.1993	28.07.1995	03.07.2001	22.06.2007
	1070	Biberach		24.04.1992	31.07.1992	28.07.1995	02.07.2001	
X	1071	Leutkirch		23.04.1992	27.07.1992	29.07.1995	02.07.2001	21.06.2007
X	1080	Ulm		25.04.1993	02.08.1993	17.07.1995	04.07.2001	22.06.2007
	1090	Wain		24.04.1992	28.07.1992	28.07.1995	02.07.2001	
X	1100	Stockach	31.08.1988	28.04.1993	10.08.1993	27.07.1995	04.07.2001	20.06.2007
	1110	Wehingen	31.08.1987	22.05.1992	07.08.1992	25.07.1995	04.07.2001	
	1111	Immendingen	31.08.1987	21.05.1992	06.08.1992	25.07.1995	04.07.2001	
	1120	Balingen		30.04.1993	12.08.1993	25.07.1995	04.07.2001	
	1130	Bad Urach	31.08.1987	30.04.1992	13.08.1992	26.07.1995	03.07.2001	
	1131	Münsingen	31.08.1987	29.04.1992	12.08.1992	26.07.1995	03.07.2001	
X	1140	Zwiefalten	31.08.1988	11.05.1993	03.08.1993	26.07.1995	03.07.2001	22.06.2007
	1150	Steinheim		14.04.1992	29.07.1992	18.07.1995	05.07.2001	
X	1160	Giengen a.d.B.	31.08.1988	25.04.1993	03.08.1993	18.07.1995	05.07.2001	
X	1161	Giengen a.d.B.						19.06.2007
	1170	Hechingen		29.04.1992	12.08.1992	25.07.1995	03.07.2001	
X	1180	Kirchheim u.T.		24.04.1993	02.08.1993	18.07.1995	09.07.2001	20.06.2007
X	1190	Aalen		14.04.1992	29.07.1992	17.07.1995	05.07.2001	19.06.2007
	1200	Bebenhausen	31.08.1988	11.05.1993	18.08.1993	25.07.1995	06.07.2001	
	1210	Stuttgart2						
X	1211	Stuttgart		30.04.1992	13.08.1992	17.07.1995	09.07.2001	20.06.2007
X	1220	Weizheim		24.04.1993	02.08.1993	27.07.1995	11.07.2001	19.06.2007
	1230	Schwäbisch Hall		14.04.1992	29.07.1992	27.07.1995	11.07.2001	
	1240	Stühlingen		27.04.1993	09.08.1993	26.07.1995	07.06.2001	
	1241	Waldshut-Tiengen		27.04.1993	09.08.1993	26.07.1995	05.07.2001	
	1250	Donaueschingen FF		21.05.1992	06.08.1992	19.07.1995	03.07.2001	
	1260	Sulz a.N.		05.05.1993	17.08.1993	15.07.1995	06.07.2001	
X	1261	Horb a.N.		05.05.1993	17.08.1993	15.07.1995	06.07.2001	16.07.2007
X	1270	Wiernsheim		18.05.1992	14.08.1992	18.07.1995	09.07.2001	20.06.2007
	1280	Maulbronn	31.08.1988	02.05.1993	18.08.1993	18.07.1995	09.07.2001	
	1290	Eppingen						
	1291	Bruchsal-Ost	31.08.1987	15.04.1992	11.08.1992	15.07.1995	13.07.2001	
X	1292	Eppingen		15.04.1992	11.08.1992	15.07.1995	10.07.2001	19.06.2007
X	1300	Künzelsau		02.05.1993	20.08.1993	21.07.1995	10.07.2001	19.06.2007
	1310	Crailsheim		13.04.1992	30.07.1992	21.07.1995	10.07.2001	
	1320	Hardheim		04.05.1993	20.08.1993	21.07.1995	10.07.2001	
X	1330	Tauberbischofsheim		13.04.1992	30.07.1992	22.07.1995	10.07.2001	22.06.2007
	1340	Eberbach						
X	1341	Eberbach		04.05.1993	19.08.1993	28.07.1995	06.07.2001	21.06.2007
X	1350	Weinheim (Schriesheim)		28.04.1992	10.08.1992	28.07.1995	06.07.2001	21.06.2007
	1360	Pfalzgrafeweiler		10.05.1993	04.08.1993	25.07.1995	02.07.2001	
X	1370	Murgschifferschaft		18.05.1992	03.08.1992	25.07.1995	04.07.2001	16.07.2007
	1380	Ottenhöfen		10.05.1993	04.08.1993	26.07.1995	04.07.2001	
	1381	Ottenhöfen						
X	1390	Hausach		20.05.1992	03.08.1992	26.07.1995	04.07.2001	16.07.2007
X	1400	Donaueschingen		06.05.1993	16.08.1993	19.07.1995	03.07.2001	20.06.2007
	1402	Furtwangen		06.05.1993	16.08.1993	20.07.1995	03.07.2001	
X	1410	Schönau		20.05.1992	05.08.1992	20.07.1995	03.07.2001	20.06.2007
X	1420	Bad Säckingen		26.04.1993	05.08.1993	19.07.1995	05.07.2001	19.06.2007
X	1421	Lörrach		26.04.1993	05.08.1993	19.07.1995	05.07.2001	19.06.2007
X	1430	Kandern		22.04.1992	05.08.1992	29.07.1995	05.07.2001	19.06.2007
X	1440	Freiburg	31.08.1988	18.04.1993	06.08.1993	21.07.1995	10.07.2001	19.06.2007
	1450	Breisach		21.04.1992	04.08.1992	24.07.1995	05.07.2001	
	1460	Lahr		17.04.1993	12.08.1993	29.07.1995	02.07.2001	
	1470	Offenburg		21.04.1992	04.08.1992	29.07.1995	02.07.2001	
	1480	Müllheim		18.04.1993	06.08.1993	21.07.1995	10.07.2001	
X	1490	Karlsruhe (Auwald)	31.08.1987	28.04.1992	20.08.1992	24.07.1995	04.07.2001	21.06.2007
	1500	Karlsruhe (Hardtwald)		17.04.1993	19.08.1993	17.07.1995	13.07.2001	
X	1510	Schwetzingen		27.04.1992	10.08.1992	24.07.1995	06.07.2001	21.06.2007
	1520	Weinheim (Mannheim)						



**Tabelle. 2.6.** Überblick über die Aufnahmedaten der Frühlingsaufnahmen der Sukzessionsquadrate; Deckungsschätzung in Prozent (weitere Erläuterungen imText)

Int.	Nr.	Name	Sukzessionsflächen						
			Frühling						
			1986	1988	1991	1993	1997	2004	
		1985	1987	1990	1992				
		1010 Engen	14.05.1985	05.05.1987	27.03.1990	22.04.1992	24.04.1997		
X	1020	Überlingen	23.04.1986	06.05.1988	07.05.1991	29.04.1993	22.04.1997	03.05.2004	
	1021	Salem	23.04.1986	06.05.1988	07.05.1991	28.04.1993	22.04.1997		
X	1030	Bad Waldsee	07.05.1985	28.04.1987	27.03.1990	23.04.1992	22.04.1997	27.04.2004	
X	1040	Wangen	24.04.1986	09.05.1988	27.05.1991	29.04.1993	27.04.1997		
X	1060	Riedlingen	24.04.1986	25.04.1988	28.05.1991	30.04.1993	24.04.1997		
	1070	Biberach	09.05.1985	29.04.1987	28.03.1990	24.04.1992	18.04.1997		
X	1071	Leutkirch	09.05.1985	29.04.1987	28.03.1990	23.04.1992	26.04.1997	27.04.2004	
X	1080	Ulm	25.04.1986	26.04.1988	28.05.1991	25.04.1993	27.04.1997		
	1090	Wain	10.05.1985	29.04.1987	29.03.1990	24.04.1992	17.04.1997		
X	1100	Stockach	23.04.1986	28.04.1988	08.05.1991	28.04.1993	24.04.1997		
	1110	Wehingen	05.06.1985	06.05.1987	11.04.1990	22.05.1992	23.04.1997	03.05.2004	
	1111	Immendingen	04.06.1985	06.05.1987	12.04.1990	21.05.1992	23.04.1997		
	1120	Balingen	06.05.1986	02.05.1988	03.06.1991	30.04.1993	23.04.1997		
	1130	Bad Urach	21.05.1985	07.05.1987	10.04.1990	30.04.1992	22.04.1997		
	1131	Münsingen	X	07.05.1987	10.04.1990	29.04.1992	22.04.1997		
X	1140	Zwiefalten	25.04.1986	25.04.1988	28.05.1991	11.05.1993	24.04.1997		
	1150	Steinheim	22.05.1985	06.05.1987	29.03.1990	14.04.1992	26.04.1997		
X	1160	Giengen a.d.B.	05.05.1986	26.04.1988	29.05.1991	25.04.1993	27.04.1997		
X	1161	Giengen a.d.B.							
	1170	Hechingen	30.05.1985	30.04.1987	11.04.1990	29.04.1992	23.04.1997		
X	1180	Kirchheim u.T.	05.05.1986	25.04.1988	03.05.1991	24.04.1993	25.04.1997		
X	1190	Aalen	21.06.1985	06.05.1987	09.04.1990	14.04.1992	27.04.1997		
	1200	Bebenhausen	17.04.1986	11.05.1988	03.05.1991	11.05.1993	23.04.1997		
	1210	Stuttgart2	11.06.1985						
X	1211	Stuttgart				30.04.1992	25.04.1997		
X	1220	Welzheim	17.04.1986	04.05.1988	29.05.1991	24.04.1993	22.04.1997		
	1230	Schwäbisch Hall	X	05.05.1987	09.04.1990	14.04.1992	22.04.1997		
	1240	Stühlingen	22.04.1986	28.04.1988	08.05.1991	27.04.1993	21.04.1997	03.05.2004	
	1241	Waldshut-Tiengen	22.04.1986	28.04.1988	04.06.1991	27.04.1993	21.04.1997		
	1250	Donaueschingen FF	03.06.1985	04.05.1987	12.04.1990	21.05.1992	30.04.1997	22.04.2004	
	1260	Sulz a.N.	06.05.1986	02.05.1988	10.05.1991	05.05.1993	21.04.1997		
X	1261	Horb a.N.	06.06.1986	02.05.1988	10.05.1991	05.05.1993	21.04.1997		
X	1270	Wiernsheim	30.04.1985	30.04.1987	04.04.1990	18.05.1992	16.04.1997		
	1280	Maulbronn	12.05.1986	10.05.1988	26.04.1991	02.05.1993	14.04.1997	23.04.2004	
	1290	Eppingen	08.05.1985						
	1291	Bruchsal-Ost		29.04.1987	04.04.1990	15.04.1992	14.04.1997		
X	1292	Eppingen				15.04.1992	14.04.1997	20.04.2004	
X	1300	Künzelsau	18.04.1986	13.05.1988	06.05.1991	02.05.1993	15.04.1997	24.04.2004	
	1310	Crailsheim	03.05.1985	05.05.1987	03.04.1990	13.04.1992	15.04.1997		
	1320	Hardheim	18.04.1986	13.05.1988	06.05.1991	04.05.1993	18.04.1997		
X	1330	Tauberbischofsheim	29.04.1985	04.05.1987	03.04.1990	13.04.1992	18.04.1997		
	1340	Eberbach	16.04.1986	03.05.1988					
X	1341	Eberbach			19.06.1991	04.05.1993	15.04.1997		
X	1350	Weinheim (Schriesheim)	18.06.1985	28.04.1987	02.04.1990	28.04.1992	15.04.1997	21.04.2004	
	1360	Pfalzgrafenweiler	07.05.1986	02.05.1988	31.05.1991	10.05.1993	24.04.1997		
X	1370	Murgschifferschaft		07.05.1987	21.06.1990	18.05.1992	24.04.1997	28.04.2004	
	1380	Ottenhöfen	07.05.1986	04.05.1988	31.05.1991	10.05.1993	21.04.1997		
	1381	Ottenhöfen							
X	1390	Hausach	X	07.05.1987	08.05.1990	20.05.1992	21.04.1997		
X	1400	Donaueschingen	13.05.1986	03.05.1988	03.06.1991	06.05.1993	30.04.1997		
	1402	Furtwangen	13.05.1986	03.05.1988	04.06.1991	06.05.1993	05.05.1997		
X	1410	Schönau	27.06.1985	01.06.1987	08.05.1990	20.05.1992	23.04.1997		
X	1420	Bad Säckingen	20.04.1986	27.04.1988	18.04.1991	26.04.1993	19.04.1997		
X	1421	Lörrach	21.04.1986	27.04.1988	18.04.1991	26.04.1993	19.04.1997		
X	1430	Kandern	26.04.1985	27.04.1987	26.03.1990	22.04.1992	29.04.1997		
X	1440	Freiburg	28.04.1986	27.04.1988	17.04.1991	18.04.1993	17.04.1997	23.04.2004	
	1450	Breisach	24.04.1985	27.04.1987	26.03.1990	21.04.1992	18.04.1997		
	1460	Lahr	28.04.1986	27.04.1988	16.04.1991	17.04.1993	16.04.1997		
	1470	Offenburg	23.04.1985	27.04.1987	06.05.1990	21.04.1992	16.04.1997		
	1480	Müllheim	29.04.1986	04.05.1988	17.04.1991	18.04.1993	17.04.1997		
X	1490	Karlsruhe (Auwald)	X	27.04.1987	05.04.1990	28.04.1992	14.04.1997		
	1500	Karlsruhe (Hardtwald)	21.05.1986	02.05.1988	26.04.1991	17.04.1993	16.04.1997		
X	1510	Schwetzingen	X	27.04.1987	02.04.1990	27.04.1992	15.04.1997		
	1520	Weinheim (Mannheim)	16.04.1986	02.05.1988	26.04.1991	17.04.1993			



**Tabelle. 2.7.** Überblick über die Aufnahmedaten der Sommeraufnahmen der Sukzessionsquadrate; Deckungsschätzung in Prozent (weitere Erläuterungen imText)

Int.	Nr.	Name	Sukzessionsflächen						
			Sommer						
			1986	1988	1991	1993	1997	2004	
			1985	1987	1990	1992			
		1010 Engen	02.09.1985	25.08.1987	21.08.1990	07.08.1992	15.07.1997		
X	1020	Überlingen	27.08.1986	23.08.1988	13.08.1991	10.08.1993	14.07.1997	17.07.2004	
	1021	Salem	27.08.1986	23.08.1988	13.08.1991	10.08.1993	14.07.1997		
X	1030	Bad Waldsee	04.09.1985	30.09.1987	13.08.1990	27.07.1992	14.07.1997	22.07.2004	
X	1040	Wangen	26.08.1986	23.08.1988	07.08.1991	11.08.1993	29.07.1997		
X	1060	Riedlingen	27.08.1986	22.08.1988	12.08.1991	11.08.1993	30.07.1997		
	1070	Biberach	05.09.1985	30.08.1987	14.08.1990	31.07.1992	29.07.1997		
X	1071	Leutkirch	04.09.1985	30.08.1987	13.08.1990	27.07.1992	30.07.1997	22.07.2004	
X	1080	Ulm	26.08.1986	18.08.1988	06.08.1991	02.08.1993	29.07.1997		
	1090	Wain	05.09.1985	01.09.1987	14.08.1990	28.07.1992	29.07.1997		
X	1100	Stockach	21.08.1986	24.08.1988	14.08.1991	10.08.1993	15.07.1997		
	1110	Wehingen	03.09.1985	26.08.1987	21.08.1990	07.08.1992	16.07.1997	16.07.2004	
	1111	Immendingen	03.09.1985	26.08.1987	20.08.1990	06.08.1992	16.07.1997		
	1120	Balingen	28.08.1986	29.08.1988	14.08.1991	12.08.1993	16.07.1997		
	1130	Bad Urach	12.09.1985	17.08.1987	15.08.1990	13.08.1992	15.07.1997		
	1131	Münsingen	12.07.1985	17.08.1987	15.08.1990	12.08.1992	16.07.1997		
X	1140	Zwiefalten	28.08.1986	22.08.1988	07.08.1991	03.08.1993	16.07.1997		
	1150	Steinheim	06.09.1985	17.08.1987	26.08.1990	29.07.1992	25.07.1997		
X	1160	Giengen a.d.B.	25.08.1986	18.08.1988	06.08.1991	03.08.1993	25.07.1997		
X	1161	Giengen a.d.B.							
	1170	Hechingen	12.09.1985	01.09.1987	22.08.1990	12.08.1992	17.07.1997		
X	1180	Kirchheim u.T.	25.08.1986	22.08.1988	05.08.1991	02.08.1993	15.07.1997		
X	1190	Aalen	06.09.1985	18.08.1987	16.08.1990	29.07.1992	28.07.1997		
	1200	Bebenhausen	03.09.1986	19.08.1988	12.08.1991	18.08.1993	17.07.1997		
	1210	Stuttgart2							
X	1211	Stuttgart				13.08.1992	28.07.1997		
X	1220	Welzheim	03.09.1986	19.08.1988	05.08.1991	02.08.1993	21.07.1997		
	1230	Schwäbisch Hall	16.09.1985	18.08.1987	08.08.1990	29.07.1992	21.07.1997		
	1240	Stühlingen	21.08.1986	24.08.1988	22.08.1991	09.08.1993	12.07.1997	17.07.2004	
	1241	Waldshut-Tiengen	20.08.1986	16.08.1988	21.08.1991	09.08.1993	12.07.1997		
	1250	Donaueschingen FF	02.09.1985	09.09.1987	20.08.1990	06.08.1992	22.07.1997	21.07.2004	
	1260	Sulz a.N.	29.08.1986	29.08.1988	23.08.1991	17.08.1993	18.07.1997		
X	1261	Horb a.N.	29.08.1986	29.08.1988	27.08.1991	17.08.1993	18.07.1997		
X	1270	Wiernsheim	13.09.1985	21.08.1987	09.08.1990	14.08.1992	21.07.1997		
	1280	Maulbronn	04.09.1986	29.08.1988	09.08.1991	18.08.1993	21.07.1997	15.07.2004	
	1290	Eppingen	19.09.1985						
	1291	Bruchsal-Ost		19.08.1987	09.08.1990	11.08.1992	24.07.1997		
X	1292	Eppingen				11.08.1992	23.07.1997	13.07.2004	
X	1300	Künzelsau	18.08.1986	19.08.1988	08.08.1991	20.08.1993	22.07.1997	13.07.2004	
	1310	Crailsheim	30.09.1985	18.08.1987	08.08.1990	30.07.1992	22.07.1997		
	1320	Hardheim	18.08.1986	02.09.1988	08.08.1991	20.08.1993	23.07.1997		
X	1330	Tauberbischofsheim	01.09.1985	19.08.1987	08.08.1990	30.07.1992	23.07.1997		
	1340	Eberbach	04.09.1986	30.08.1988					
X	1341	Eberbach			09.08.1991	19.08.1993	28.07.1997		
X	1350	Weinheim (Schriesheim)	17.09.1985	20.08.1987	07.08.1990	10.08.1992	15.07.1997	20.07.2004	
	1360	Pfalzgrafeweiler	02.09.1986	02.09.1988	15.08.1991	04.08.1993	31.07.1997		
X	1370	Murgschifferschaft	09.09.1985	02.09.1987	18.08.1990	03.08.1992	31.07.1997	23.07.2004	
	1380	Ottenhöfen	02.09.1986	31.08.1988	15.08.1991	04.08.1993	24.07.1997		
	1381	Ottenhöfen							
X	1390	Hausach	09.09.1985	03.09.1987	24.08.1990	03.08.1992	18.07.1997		
X	1400	Donaueschingen	02.09.1986	30.08.1988	22.08.1991	16.08.1993	23.07.1997		
	1402	Furtwangen	22.08.1986	30.08.1988	23.08.1991	16.08.1993	23.07.1997		
X	1410	Schönau	11.09.1985	25.08.1987	24.08.1990	05.08.1992	30.07.1997		
X	1420	Bad Säckingen	1986	16.08.1988	21.08.1991	05.08.1993	21.07.1997		
X	1421	Lörrach	19.08.1986	16.08.1988	20.08.1991	05.08.1993	21.07.1997		
X	1430	Kandern	11.09.1985	24.08.1987	23.08.1990	05.08.1992	22.07.1997		
X	1440	Freiburg	01.09.1986	16.08.1988	19.08.1991	06.08.1993	17.07.1997	14.07.2004	
	1450	Breisach	24.09.1985	24.08.1987	23.08.1990	04.08.1992	22.07.1997		
	1460	Lahr	01.09.1986	16.08.1988	19.08.1991	12.08.1993	17.07.1997		
	1470	Offenburg	10.09.1985	24.08.1987	06.08.1990	04.08.1992	19.07.1997		
	1480	Müllheim	19.08.1986	31.08.1988	20.08.1991	06.08.1993	16.07.1997		
X	1490	Karlsruhe (Auwald)	18.09.1985	09.10.1987	06.08.1990	20.08.1992	14.07.1997		
	1500	Karlsruhe (Hardtwald)	05.09.1986	29.08.1988	16.08.1991	19.08.1993	24.07.1997		
X	1510	Schwetzingen	X	20.08.1987	07.08.1990	10.08.1992	15.07.1997		
	1520	Weinheim (Mannheim)	04.09.1986	30.08.1988	16.08.1991	19.08.1993			



## 3. Ergebnisse

### 3.1 Übersicht über alle Wald-Dauerbeobachtungsflächen

#### 3.1.1 Artenzahlen und Arteninventar

Um einen ersten Eindruck von den Wald-DBF und ihrer Vegetation zu erhalten, sollen an dieser Stelle Artenzahlen und Arteninventar der Flächen im Überblick dargestellt werden. Dieser Überblick soll auch einen generellen Eindruck von der „Brauchbarkeit“ der Flächen für die Anwendung von mittleren Zeigerwerten und die Beurteilung der Vegetationsentwicklung mit Hilfe von multivariaten Verfahren (Ordinationen) geben.

Generell sind (sehr) artenarme Flächen für die Anwendung dieser Methoden nur bedingt geeignet. Mit zunehmender Artenzahl liefern die Methoden sinnvollere Ergebnisse. Während dies bei artenreichen Grünland-Gesellschaften kein Problem darstellt, sind viele Waldgesellschaften weniger geeignet.

##### 3.1.1.1 Artenzahlen der Gesamtaufnahmen

Wie in Kapitel 2.3, 2.4 und Tabelle 2.5 bereits dargestellt, wurde eine vollständige Aufnahme der Gesamtfläche aller DBF (nach Braun-Blanquet) nur in den Jahren 1992/93 und 2001 durchgeführt. Während 1992/93 eine Frühlings- und Sommeraufnahme gemacht wurden, wurde 2001 nur im Sommer aufgenommen.

Tabelle 3.1 gibt einen Überblick über die Artenzahlen der DBF im Sommer 1992/93 und 2001, sowie über die Veränderungen der Artenzahlen in diesem Zeitraum. Während die Gesamtartenzahlen 1992/1992 zwischen 9 (DBF 1020) und 58 (DBF 1070) schwankten, lagen sie 2001 zwischen 10 (DBF 1341) und 59 (DBF 1460). Die Veränderung der Artenzahlen lag in diesem Zeitraum zwischen +23 (DBF 1460) und -13 (DBF 1071) Arten.

In den Sukzessionsquadraten waren 1992 zwischen 29 % (DBF 1450) und 114 % (DBF 1380) der Arten aus der Gesamtaufnahme vorhanden. (Werte von >100 % kommen durch die mehrfach Nennung der gleichen Art in verschiedenen Schichten zustande). Ausser bei der DBF 1450 liegt dieser Prozentwert bei allen DBF bei mindestens 50 und bei 43 Flächen bei mindestens 75.





### 3.1.1.2 Die Baum- und Strauchschicht der Dauerbeobachtungsflächen

Abb. 3.1 zeigt die Deckung der verschiedenen Arten in der Baumschicht der Wald-DBF im Sommer 2001. Abb. 3.2 zeigt die Deckung der verschiedenen Arten in der Strauchschicht der Wald-DBF im Sommer 2001.

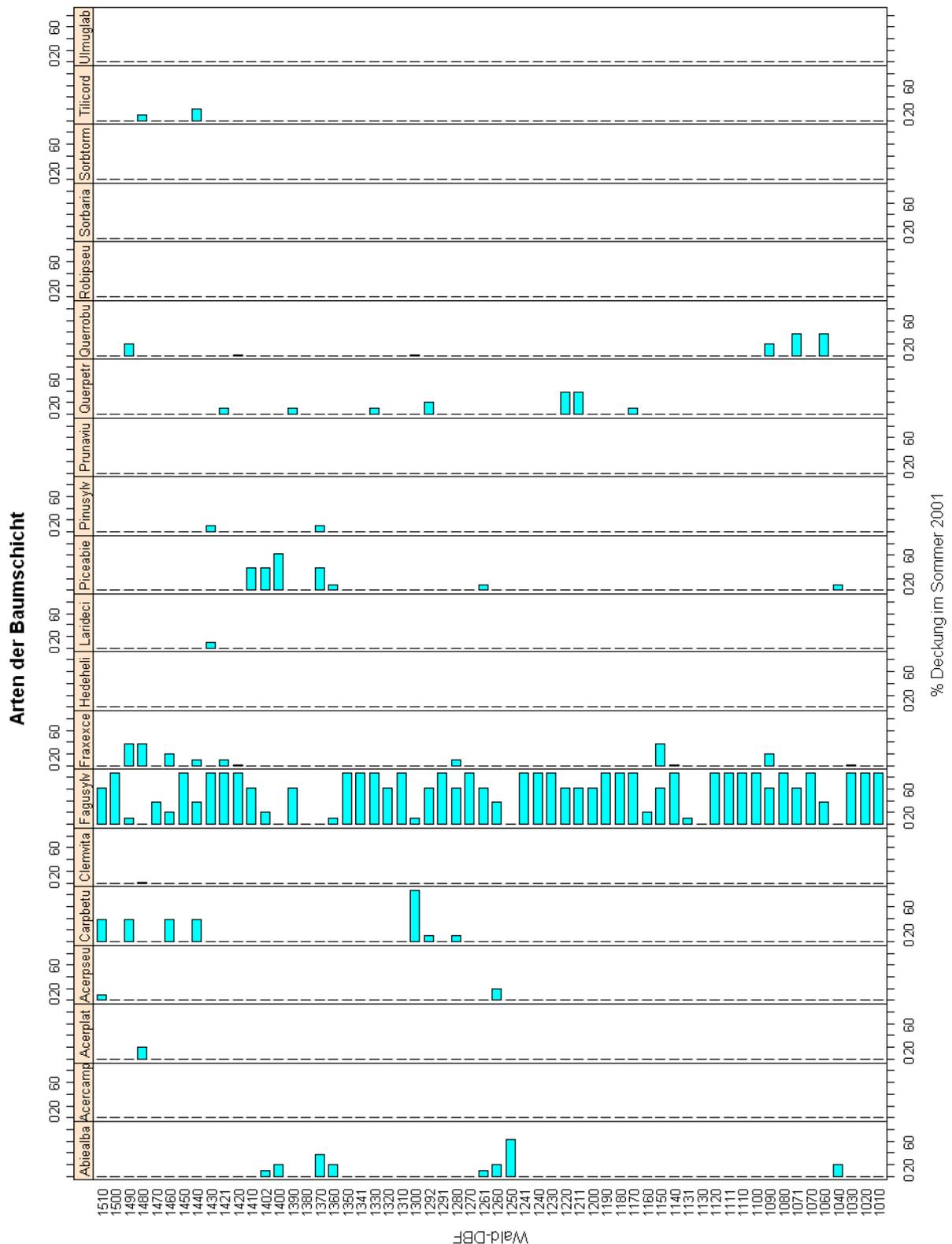
Auf der Grundlage der Baumartenverteilung in Abb. 3.1, sowie ergänzender Daten aus den Jahren 1992/93 und 2007 wurden die Bestände grob in Laubwälder, Mischwälder und Nadelwälder klassifiziert.

Als Nadelwald wurden die DBF 1040 Wangen, 1250 Donaueschingen, 1370 Murgschifferschaft, 1380 Ottenhöfen, 1400 Donaueschingen, als Mischwald die DBF 1260 Sulz, 1261 Horb, 1360 Pfalzgrafenweiler, 1402 Furtwangen, 1430 Kandern klassifiziert.

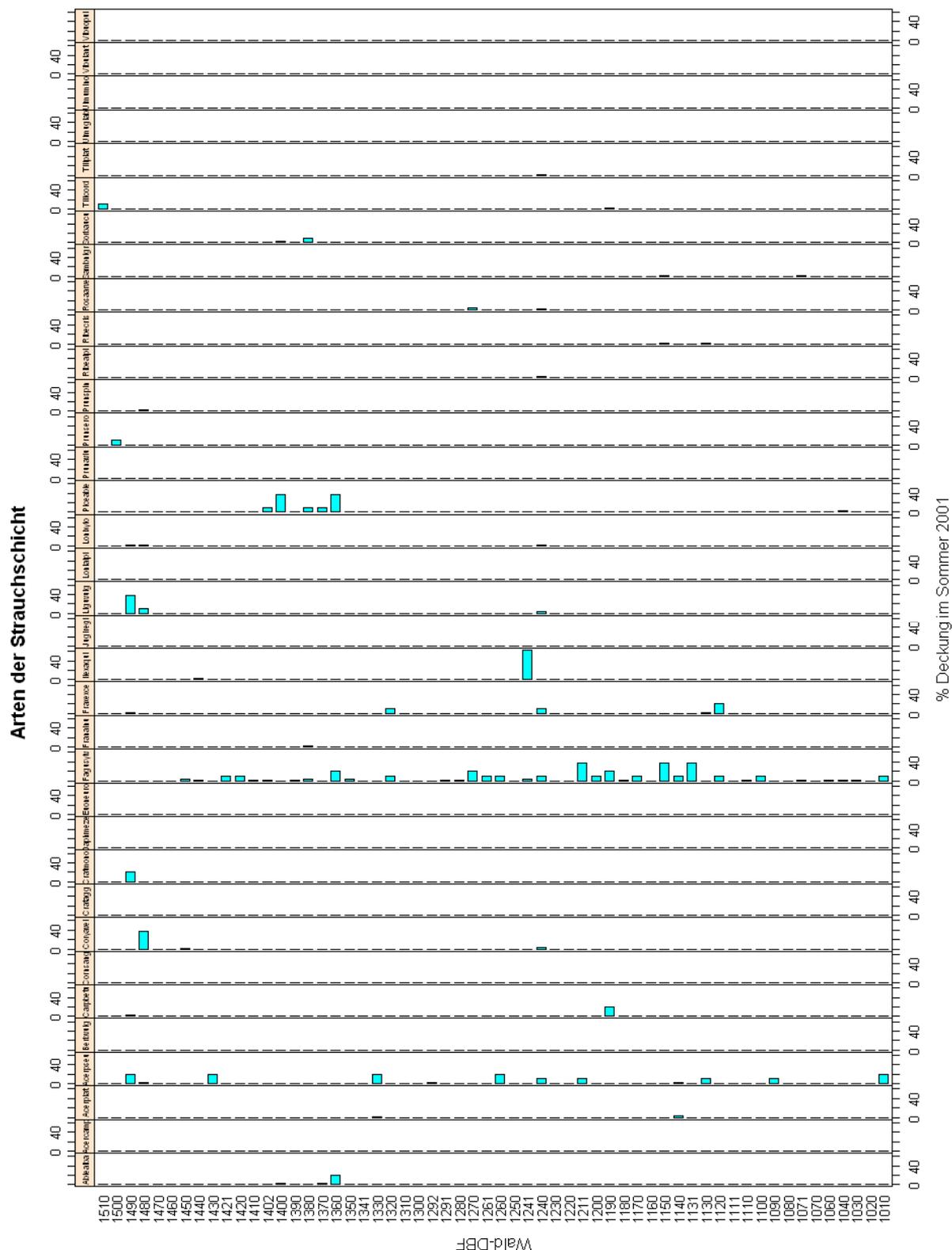
Zu folgenden DBF liegen keinerlei Angaben zu den Arten der Baumschicht vor: 1210 Stuttgart 2, 1290 Eppingen, 1340 Eberbach, 1381 Ottenhöfen, 1520 Weinheim.

Bei allen anderen DBF handelt es sich um Laubwälder.

Die Einstufung in Laub-, Misch- und Nadelwälder wurde z.B. zur Ermittlung der modellierten atmosphärischen Depositionen (siehe Kap. 3.3) benötigt.



**Abbildung 3.1.** Deckung der verschiedenen Arten in der Baumschicht der Wald-DBF im Sommer 2001. Folgende Arten sind dargestellt (von unten nach oben): *Abies alba*, *Acer campestre*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*, *Clematis vitalba*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Hedera helix*, *Larix decidua*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Prunus avium*, *Quercus petraea*, *Q. robur*, *Robinia pseudoacacia*, *Sorbus aria*, *S. torminalis*, *Tilia cordata* und *Ulmus glabra*.



**Abbildung 3.2.** Deckung der verschiedenen Arten in der Strauchschicht der Wald-DBF im Sommer 2001. Folgende Arten sind dargestellt (von unten nach oben): *Abies alba*, *Acer campestre*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Berberis vulgaris*, *Carpinus betulus*, *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Crataegus laevigata* agg., *C. monogyna*, *Daphne mezereum*, *Euonymus europaeus*, *Fagus sylvatica*, *Frangula alnus*, *Fraxinus excelsior*, *Ilex aquifolium*, *Juglans regia*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera alpigena*, *L. xylosteum*, *Picea abies*, *Prunus avium*, *P. serotina*, *P. spinosa*, *Ribes alpinum*, *R. uva-crispa*, *Rosa arvensis*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia*, *Tilia cordata*, *T. platyphyllos*, *Ulmus glabra*, *U. minor*, *Viburnum lantana* und *V. opulus*.

### 3.1.1.3 Artenzahlen der Kraut- und Moosschicht in den Sukzessionsquadraten

Abb. 3.3 und 3.4 geben einen Überblick über die Gesamt-Artenzahlen (Moos- und Krautschicht) in den Sukzessionsquadraten der Wald-DBF und ihre Entwicklung im Laufe der Zeit.

Die Artenzahlen der Sukzessionsquadrate liegen zwischen minimal 2-3 Arten und maximal über 25 Arten.

Auffällig sind zunächst die starken Unterschiede zwischen den einzelnen DBF. Sehr geringe Artenzahlen pro Sukzessionsquadrat ( $< 6$ ) haben die DBF 1020, 1030, 1060, 1220, 1341, 1350, 1390, 1421, 1021, 1280, 1340, 1470 und 1500. Vergleichsweise hohe Artenzahlen pro Sukzessionsquadrat haben die DBF 1040, 1160, 1261, 1300, 1370 und 1510.

Die Unterschiede zwischen den Frühlingsaufnahmen (Abb. 3.3) und den Sommeraufnahmen (Abb. 3.4) sind meist nur gering. Die Artenzahlen bleiben meist gleich oder gehen vom Frühling zum Sommer leicht zurück (verschwinden der Frühlingsgeophyten). Aufgrund der geringen Unterschiede zwischen den Artenzahlen und dem Arteninventar der Frühlings- und Sommeraufnahmen erfolgt die Darstellung der Diversität (Kap. 3.1.2) und der mittleren Zeigerwerte der Sukzessionsquadrate (Kap. 3.1.3) nur für die Sommeraufnahmen.

Auch die Veränderungen der Artenzahlen zwischen den verschiedenen Aufnahmejahren sind nur gering. Sie liegen meist im Schwankungsbereich zwischen den Sukzessionsquadraten und zeigen nur selten einen auffallenden Trend einer Abnahme bzw. Zunahme.

Trends der Artenzahlen zeigen folgende DBF:

Abnahme: 1080 (leicht), 1220 (leicht), 1261 (bis 1997), 1330.

Zunahme: 1030 (leicht), 1190 (leicht), 1270, 1292, 1410 (nur 1997), 1490, 1510, 1120 (leicht), 1130, 1131 (nur 1997), 1240, 1250, 1310, 1320, 1360.

---

Folgende Seiten:

**Abbildung 3.3.** Veränderung der Artenzahlen der Sukzessionsquadrate der Intensiv-Wald-DBF (oben: Frühlingsaufnahmen, unten: Sommeraufnahmen) im Laufe der Zeit, dargestellt als Box-Plot über alle Sukzessionsquadrate (meist 10) einer DBF. Die Aufnahmen aus den Jahren 1985/86, 1987/88, 1990/91 und 1992/93 wurden jeweils zusammengefasst.

**Abbildung 3.4.** Veränderung der Artenzahlen der Sukzessionsquadrate der Extensiv-Wald-DBF (oben: Frühlingsaufnahmen, unten: Sommeraufnahmen) im Laufe der Zeit, dargestellt als Box-Plot über alle Sukzessionsquadrate (meist 10) einer DBF. Die Aufnahmen aus den Jahren 1985/86, 1987/88, 1990/91 und 1992/93 wurden jeweils zusammengefasst.



Abb. 3.3.

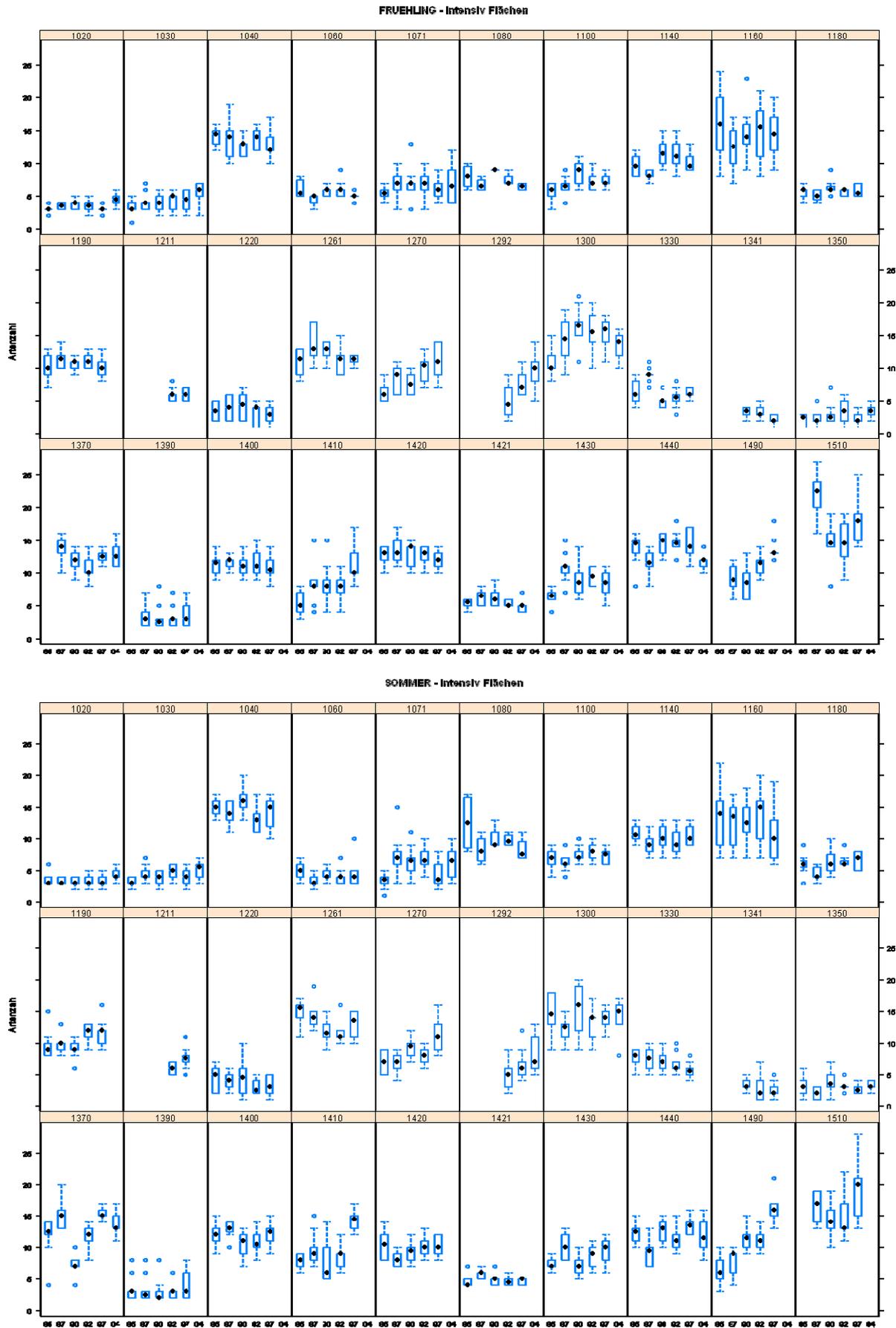
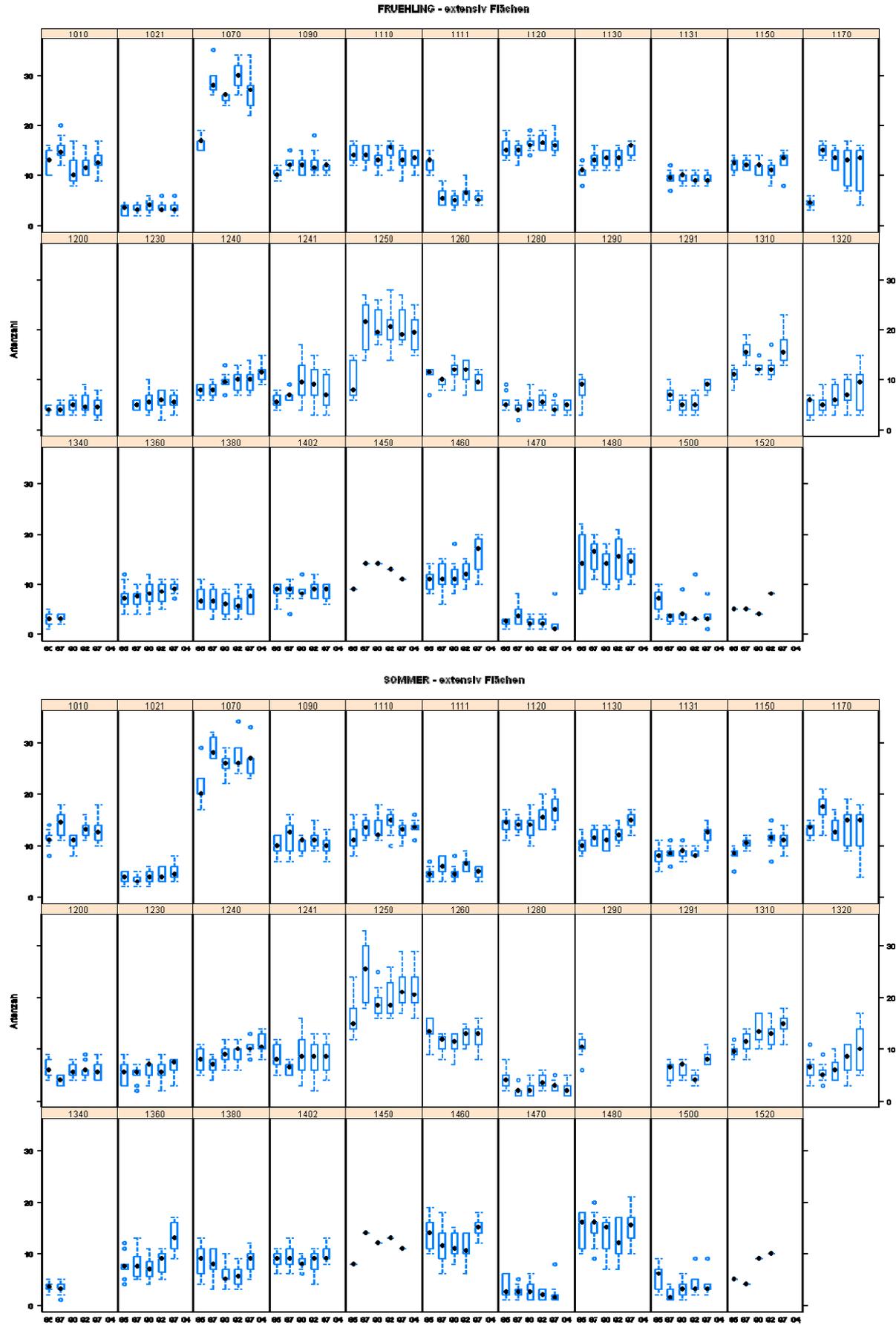




Abb. 3.4.





### 3.1.1.4 Beurteilung der Wald-DBF in Bezug auf ihre Aussagekraft bei der Berechnung von mittleren Zeigerwerten (und deren Trends) sowie bei der Analyse der Vegetationsentwicklung mit Hilfe multivariater Verfahren (Ordination)

#### *Die Problematik*

Während Grünland-Gesellschaften meist artenreich sind und auf wenigen Quadratmetern (25 qm) nicht selten 40 bis 65 Gefäßpflanzen gefunden werden können, sind Waldgesellschaften (von Ausnahmen abgesehen) vergleichsweise artenarm. Auf einer vergleichbaren Fläche liegen die Artenzahlen bei nur 15-25 Arten, oft sogar wesentlich darunter. Diese relative Artenarmut führt bei der Berechnung der mittleren gewichteten Zeigerwerte der Sukzessionsquadrate, sowie bei der Ordination der Sukzessionsquadrate zu Problemen.

Dies soll am Beispiel der Intensiv-Wald-DBF 1030 Bad Waldsee kurz erläutert werden: Der Teilbereich für botanische Untersuchungen (TB Botanik) an dieser DBF hat eine Fläche von etwa 240 m<sup>2</sup> (10 m x 24 m), auf dieser Fläche wurden 1992/93 10 Arten nachgewiesen (Baumschicht: 1, Strauchschicht: 0, Krautschicht: 8, Moosschicht: 1). In den 10 Sukzessionsquadraten wurden ebenfalls 9 Arten (wie in der Kraut- und Moosschicht der TB Botanik) gefunden. Die mittlere Artenzahl pro Sukzessionsquadrat beträgt jedoch nur 3 Arten. Von diesen 3 Arten ist eine (*Carex pilosa*) als dominant (Deckung 30-60%), eine weitere (*Oxalis acetosella*) als subdominant (Deckung 1-10%) zu bezeichnen. Alle anderen Arten kommen nur in wenigen Sukzessionsquadraten und nur mit sehr geringen Deckungen (< 1%) vor. Bei den meisten handelt es sich um juvenile Pflanzen von Baum- und Straucharten (*Acer pseudoplatanus*, *Betula pendula*, *Fagus sylvatica*, etc.), die nach der Keimung bald wieder verschwinden.

Berechnet man für diese Flächen mittlere Ellenberg-Licht-Werte, so liegt das nach der Deckung gewichtete Mittel der Sukzessionsquadrate bei etwa 4 (dem Licht-Wert von *Carex pilosa*). Leichte Abweichungen werden durch das mehr oder weniger starke Auftreten von *Oxalis acetosella* (Lichtwert 1) verursacht. Es treten Unterschiede von +/- 0.3 auf. Da beide Arten sich aber stark klonal vermehren (Herdenbildung), beruhen diese Schwankungen kaum auf tatsächlichen Unterschieden in den Lichtverhältnissen am Standort.

Die Artenzahl der Sukzessionsquadrate ist also in diesem Falle zu gering um sinnvolle mittlere Zeigerwerte zu liefern, die auch räumlich und zeitlich verglichen werden können. Ähnlich extrem, wie auf dieser DBF stellt sich die Situation z.B. auf den Intensiv-Wald-DBF 1030 oder 1350 dar.

Einige der Wald-DBF sind sehr reich an Moosarten. So haben z.B. die DBF 1040, 1370, 1410 oder 1170 über 20 Arten in den Sukzessionsquadraten, aber bei der Hälfte oder mehr handelt es sich um Moose. Obwohl es für Moose Zeigerwerte gibt, wurden diese nicht in die Berechnung der mittleren Zeigerwerte einbezogen. Die Zeigerwerte für Gefäßpflanzen und Moose sind erstens nur bedingt vergleichbar und zweitens besiedeln Moose oft Mikrohabitate mit abweichenden Standortbedingungen.

Das gleiche Problem wie bei der Berechnung von mittleren Zeigerwerten ergibt sich bei der Ordination der Sukzessionsquadrate mit Hilfe multivariater Verfahren. Die Bestände sind oft zu artenarm und die auftretenden Deckungsschwankungen der wenigen Arten sind eher zufällige Schwankungen der Populationsgröße der oft klonalen Arten, als durch tatsächliche Veränderungen der Standortbedingungen bedingt.

### Die ‚Eignungs-Beurteilung‘

Um die Eignung der Sukzessionsquadrate für die Berechnung von mittleren Zeigerwerten zu beurteilen, wurden die Artenzahlen (Strauch-, Kraut- und Moosarten) in den Sukzessionsquadraten der einzelnen DBF für jedes Aufnahmejahr ermittelt. Anhand der Anzahl der Krautarten wurde eine Einstufung in folgende Eignungsklassen vorgenommen:

#### Eignung:

sehr schlecht	< 6 Arten in allen Sukzessionsquadraten einer DBF
schlecht	< 11 Arten in allen Sukzessionsquadraten einer DBF
bedingt	< 16 Arten in allen Sukzessionsquadraten einer DBF
mittel	< 21 Arten in allen Sukzessionsquadraten einer DBF
gut	> 20 Arten in allen Sukzessionsquadraten einer DBF

**Hinweis:** Die Artenzahlen der einzelnen Sukzessionsquadrate oder die mittleren Artenzahlen der Sukzessionsquadrate liegen meist deutlich unterhalb dieser Werte (meist nur die Hälfte oder weniger).

Die Ergebnisse dieser Bewertung sind im Anhang 2 wiedergegeben.

In einem zweiten Schritt wurde die Eignung der DBF für eine Ordination bewertet. Hierzu wurde zuerst der Mittelwert über alle Aufnahmejahre einer DBF gebildet. Das Ergebnis dieser Mittelung wird in Spalte ‚**Eignung 2**‘ im Anhang 2, sowie in Tabelle 3.2 wiedergegeben.

Unter Berücksichtigung der Faktoren Anzahl der Aufnahmejahre, Intensiv/Extensiv-DBF, letztes Jahr der Aufnahme und Anzahl der Sukzessionsquadrate der DBF wurde in Tabelle 3.2 eine gesamt Beurteilung der Eignung für eine Ordination vorgenommen (Spalte ‚**Ordination**‘). Dabei wurden die DBF wie folgt bewertet:

	Intensiv-DBF	Extensiv-DBF	alle DBF
Geeignet	5	7	12
Bedingt geeignet	4	6	10
Nicht geeignet	21	19	40

Für die geeigneten und bedingt geeigneten wurde eine Ordination mit Hilfe einer DCA durchgeführt. Siehe hierzu Kapitel 3.2.



**Tabelle 3.2.** Eignung der Sukzessionsaufnahmen aus den Wald-DBF für die Durchführung einer Ordination. Die Tabelle ist nach Intensiv- und Extensiv-Wald-DBF, sowie dem Jahr der letzten Aufnahme sortiert. Erläuterungen: DBF = Nummer der DBF; Intensiv: 1 = ja, 0 = nein; Jahre = Aufnahmejahre; n = Anzahl der Sukzessionsquadrate je DBF; Eignung 2 = Eignung nach Artenzahl (Aus Anhang 2); letzte Aufnahme = Jahr der letzten Aufnahme; Ordination: nein = nicht geeignet, bedingt = bedingt geeignet, ja = geeignet.

<b>Wald-DBF Sukzessionsaufnahmen: Eignung für Ordination</b>						
<b>DBF</b>	<b>Intensiv</b>	<b>Jahre</b>	<b>n</b>	<b>Eignung 2</b>	<b>letzte Aufnahme</b>	<b>Ordination</b>
1020	1	6	10	schlecht	2004	nein
1030	1	6	10	schlecht	2004	nein
1071	1	6	10	bedingt	2004	nein
1292	1	3	10	bedingt	2004	nein
1300	1	6	10	gut	2004	ja
1350	1	6	10	schlecht	2004	nein
1440	1	6	10	gut	2004	ja
1040	1	5	10	schlecht	1997	nein
1060	1	5	10	schlecht	1997	nein
1080	1	5	4	bedingt	1997	nein
1100	1	5	10	mittel	1997	nein
1140	1	5	10	bedingt	1997	nein
1160	1	5	10	gut	1997	ja
1180	1	5	7	bedingt	1997	nein
1190	1	5	10	mittel	1997	bedingt
1211	1	2	10	schlecht	1997	nein
1220	1	5	10	bedingt	1997	nein
1261	1	5	6	gut	1997	ja
1270	1	5	10	gut	1997	ja
1330	1	5	10	bedingt	1997	nein
1341	1	3	10	sehr schlecht	1997	nein
1370	1	6	10	schlecht	1997	nein
1390	1	5	10	sehr schlecht	1997	nein
1400	1	5	10	schlecht	1997	nein
1410	1	5	10	schlecht	1997	nein
1420	1	5	10	mittel	1997	bedingt
1421	1	5	10	schlecht	1997	nein
1430	1	5	10	mittel	1997	bedingt
1490	1	5	10	mittel	1997	bedingt
1510	1	4	9	gut	1997	nein
1110	0	6	10	gut	2004	ja
1240	0	6	10	mittel	2004	bedingt
1250	0	6	10	gut	2004	ja
1280	0	6	10	schlecht	2004	nein
1010	0	5	10	gut	1997	ja
1021	0	5	10	schlecht	1997	nein
1070	0	5	5	gut	1997	ja
1090	0	5	10	mittel	1997	bedingt
1111	0	5	10	bedingt	1997	nein
1120	0	5	10	gut	1997	ja
1130	0	5	10	mittel	1997	bedingt
1131	0	5	10	bedingt	1997	nein
1150	0	4	10	mittel	1997	nein
1170	0	5	10	bedingt	1997	nein
1200	0	5	10	bedingt	1997	nein
1230	0	5	10	schlecht	1997	nein



<b>1241</b>	0	5	10	mittel	1997	bedingt
<b>1260</b>	0	5	6	mittel	1997	bedingt
<b>1291</b>	0	4	10	bedingt	1997	nein
<b>1310</b>	0	5	10	gut	1997	ja
<b>1320</b>	0	5	10	bedingt	1997	nein
<b>1360</b>	0	5	8	schlecht	1997	nein
<b>1380</b>	0	5	10	schlecht	1997	nein
<b>1402</b>	0	5	9	bedingt	1997	nein
<b>1450</b>	0	5	1	bedingt	1997	nein
<b>1460</b>	0	5	10	mittel	1997	bedingt
<b>1470</b>	0	5	10	sehr schlecht	1997	nein
<b>1480</b>	0	5	10	gut	1997	ja
<b>1500</b>	0	5	5	sehr schlecht	1997	nein
<b>1520</b>	0	4	1	schlecht	1992	nein
<b>1340</b>	0	2	10	schlecht	1987	nein
<b>1290</b>	0	1	10	mittel	1985	nein



### 3.1.2 Diversität

Aufgrund der geringen Unterschiede zwischen den Artenzahlen und dem Arteninventar der Frühlings- und Sommeraufnahmen erfolgt die Darstellung der Diversität der Sukzessionsquadrate nur für die Sommeraufnahmen.

Wichtige Diversitätsmerkmale einer Pflanzengemeinschaft sind: 1. die Artenzahl, 2. die Individuenzahl jeder Art, 3. der Raum, der durch die Individuen einer Art eingenommen wird und 4. der Raum, der durch das Individuum selbst eingenommen wird.

Zur Beschreibung der Diversität der einzelnen Sukzessionsquadrate werden folgende Parameter herangezogen:

- S Species richness (Artenreichtum einer Untersuchungseinheit) (siehe Kap. 3.1.1)
- Sum Die Summe der Deckungen aller in der Untersuchungseinheit vorhandenen Arten (spiegelt die Schichtung innerhalb der Pflanzengemeinschaft wieder).
- H' Shannon Index (Diversitätsindex) (= Ungewissheit, eine bestimmte Art bei zufälliger Probenahme aufzufinden; der Index wird 0, wenn nur eine Art vorhanden ist). 
$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$
  

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$
- E Evenness (E = H' / ln(S)) (= Parameter für die Ausgeglichenheit bzw. Gleichmäßigkeit zwischen den Mengenanteilen der Arten)
- D Simpson's Index (Diversitätsindex) (= Wahrscheinlichkeit dafür, dass zwei zufällig ausgewählte Individuen zu verschiedenen Arten gehören)

Die Erhaltung bzw. Erhöhung der Diversität stellt ein zentrales Ziel des Natur- und Artenschutzes dar (BMU 2007).

Verglichen mit den Pflanzengesellschaften des Grünlandes sind Waldgesellschaften oft weniger artenreich (z.B. Bolte et al. 2006, Dierschke 2007). Während Grünlandgesellschaften auf wenigen Quadratmetern (15-30 m<sup>2</sup>) bis über 70 Arten aufweisen, erreichen Wälder meist nicht einmal die Hälfte dieser Werte. Auch in Wäldern lässt sich teilweise eine Korrelation zwischen Nutzungsart bzw. Nutzungsintensität und der Artenzahl erkennen.

Abbildung 3.5 gibt einen Überblick über die Gesamtdeckung (Summen der Deckungen aller Arten: Moose, Kräuter und Sträucher) der Sukzessionsquadrate. Neben den räumlichen Unterschieden zwischen den einzelnen Sukzessionsquadrate einer DBF werden in der Abbildung auch die zeitlichen Veränderungen deutlich.

Die Gesamtdeckung ist oft typisch für bestimmte Waldgesellschaften und von vielen Standortfaktoren abhängig. So haben z.B. unsere bodensauereren Buchenwälder (*Luzulo-Fagion*) mit ihrem hallenartigen Charakter oft eine nur geringe Deckung in

der Moos-, Kraut- und Strauchschicht. Dagegen haben Eichen-Hainbuchen-Wälder an basen- und nährstoffreichen, frischen Standorten oft eine sehr ausgeprägte Kraut- und Strauchschicht. Viele bodensaure Nadelwälder haben eine hohe Deckung und Artenvielfalt in der Mooschicht. Oft wirkt sich die (z.B. nutzungsbedingte) Auflichtung der Baumschicht positiv auf die Deckung der Strauch- und Krautschicht aus. Vielfach sind hohe Deckungen der Krautschicht in Wäldern durch faziesbildende Arten (*Allium ursinum*, *Mercurialis perennis*, *Galium odoratum*, etc.) bedingt.

Zeitliche Trends in der Veränderung der Gesamtdeckung sind meistens auf Veränderungen der Lichtverhältnisse zurückzuführen. In einigen Fällen kann auch eine massive Veränderung der Standortbedingungen (z.B. durch Aufkalkung oder Düngung) sich in der Gesamtdeckung niederschlagen. In vielen Fällen wird die Kraut- und Strauchschicht auch durch Fraßdruck (z.B. Rehwild) beeinflusst. Dies wird oft erst nach dem Eingattern von Flächen augenfällig. Plötzliche Veränderungen können z.B. durch wühlendes Schwarzwild entstehen.

Längerfristige Trends in der Veränderung der Gesamtdeckung zeigen lediglich die DBF 1040 (Zunahme), 1060 (Abnahme), 1330 (Abnahme), 1410 (Zunahme), 1510 (Zunahme), 1021 (Zunahme), 1130 (Zunahme), 1260 (Abnahme), 1480 (Abnahme bis 1992). Auffallende Sprünge bei der Gesamtdeckung zeigen sich z.B. bei den DBF 1440 (von 1992 nach 1997) und 1490 (von 1992 nach 1997).

Wie bereits dargelegt, hat der Shannon Index (Abb. 3.6) mit der „Ungewissheit“ zu tun, eine bestimmte Art bei zufälliger Probenahme aufzufinden. Der Index wird 0, wenn nur eine Art vorhanden ist. Der Shannon Index ist abhängig von der vorhandenen Artenzahl und deshalb nach oben offen. Aus diesem Grund ist er nur bedingt geeignet, um Gesellschaften mit unterschiedlichen Artenzahlen (z.B. bodensauere Buchenwälder und basenreiche Eichen-Hainbuchenwälder) direkt miteinander zu vergleichen. Aus dem gleichen Grund sollten auch unterschiedlich große Untersuchungsflächen nicht miteinander verglichen werden.

Folgende DBF zeigen auffallende Trends der Zunahme des Shannon Index: 1020, 1490, 1200, 1360. Auffallende Trends der Abnahme zeigen die DBF 1040, 1080, 1120.

---

Folgende Seiten:

**Abbildung 3.5.** Veränderung der Gesamtdeckung der Sukzessionsquadrate (Summen der Deckungen aller Arten eines Plots) der Wald-DBF (oben: Intensiv-DBF, unten: Extensiv-DBF) im Laufe der Zeit dargestellt als Box-Plot über alle Sukzessionsquadrate (meist 10) einer DBF. Die Aufnahmen aus den Jahren 1985/86, 1987/88, 1990/91 und 1992/93 wurden jeweils zusammengefasst.

**Abbildung 3.6.** Veränderung des Shannon Index der Sukzessionsquadrate der Wald-DBF (oben: Intensiv-DBF, unten: Extensiv-DBF) im Laufe der Zeit dargestellt als Box-Plot über alle Sukzessionsquadrate (meist 10) einer DBF. Die Aufnahmen aus den Jahren 1985/86, 1987/88, 1990/91 und 1992/93 wurden jeweils zusammengefasst.



Abb. 3.5.

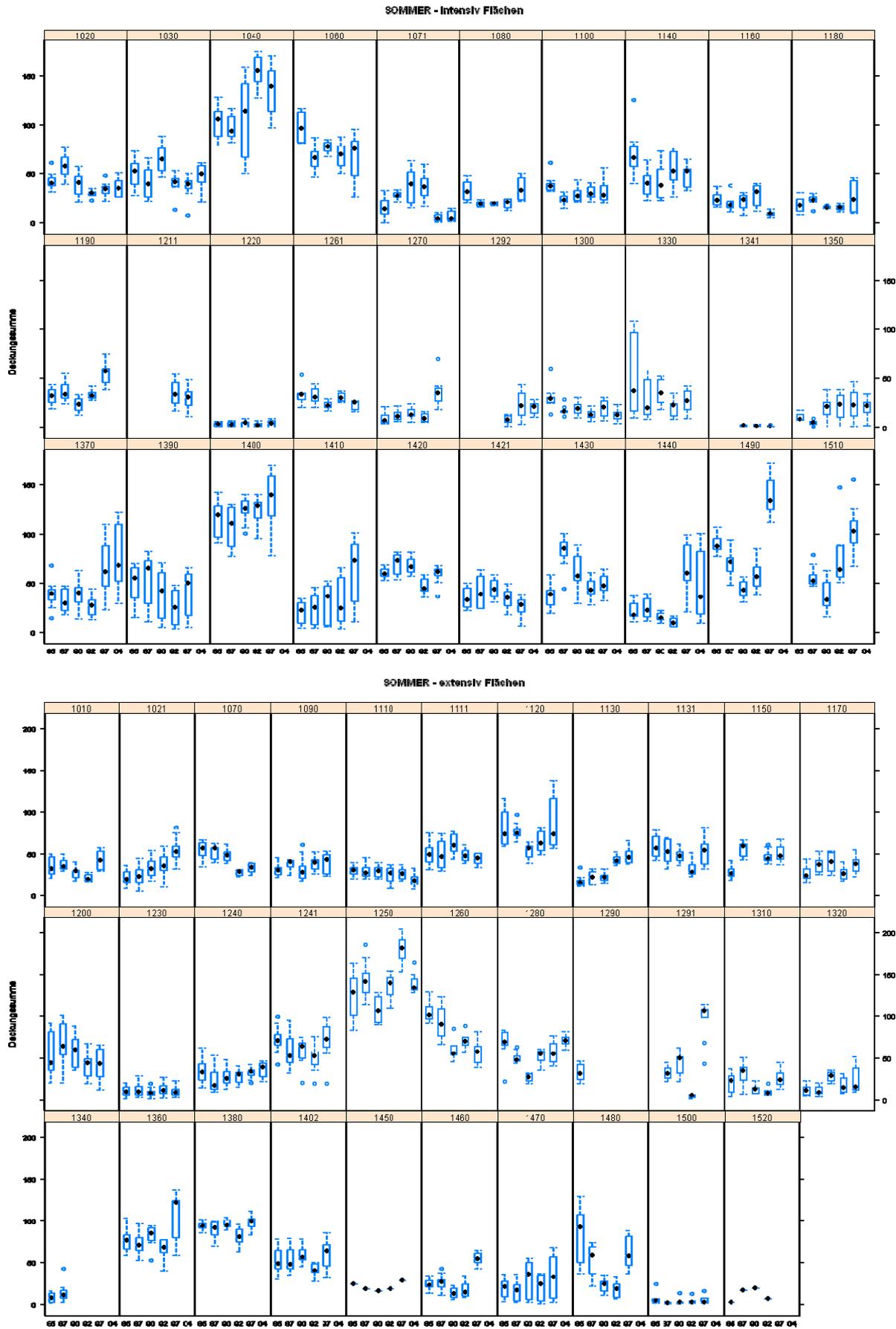
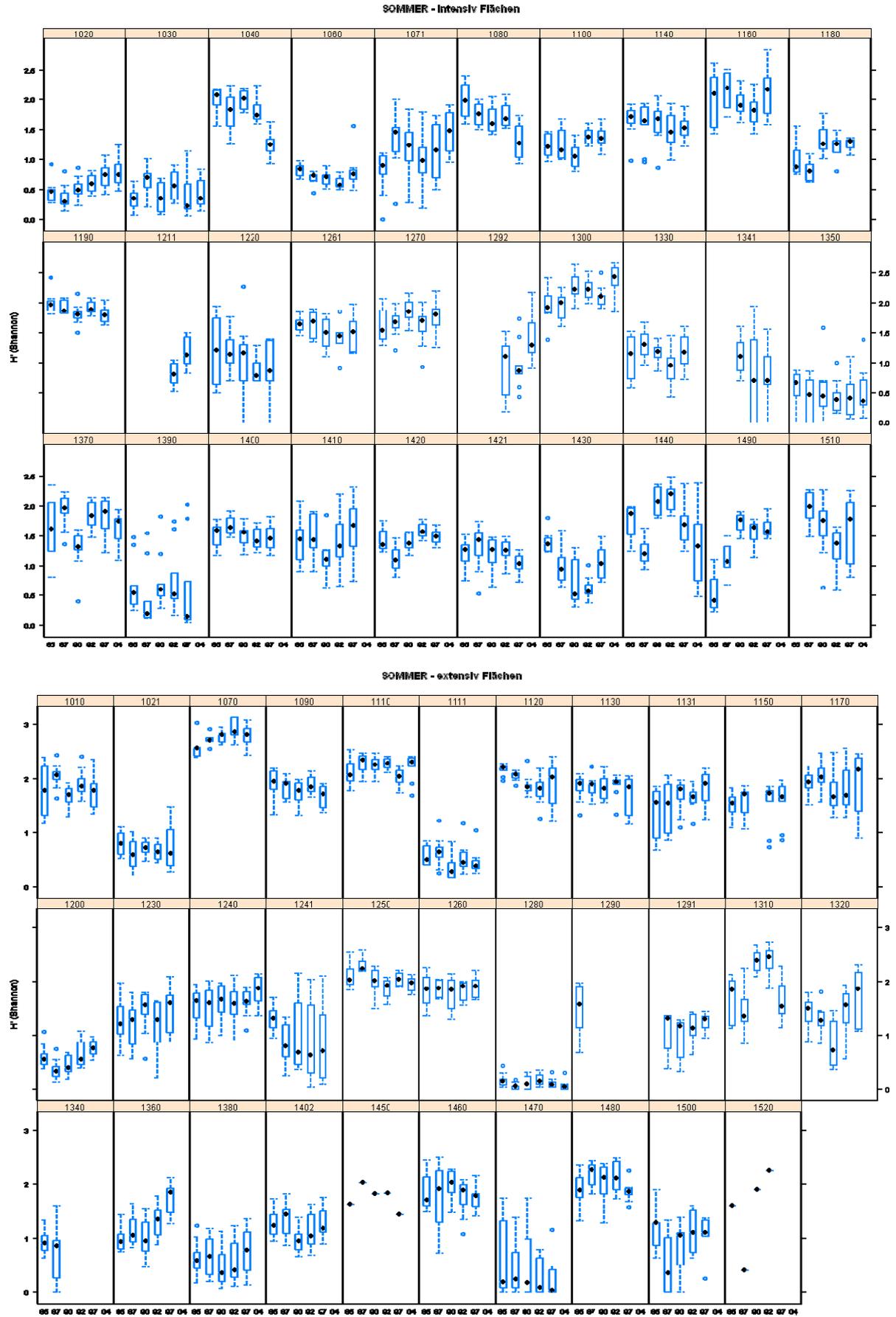




Abb. 3.6.





Die Evenness (Abb. 3.7) ist ein Teilaspekt der Diversität eines Bestandes und beschreibt die „Gleichverteilung von Arten“. Besteht z.B. ein Bestand aus 2 Arten, so kann eine der Arten über die andere Art dominieren, oder aber beide Arten gleich häufig sein. Der Bestand, in dem beide Arten gleich häufig sind, wird als diverser aufgefasst. Die Evenness eines Bestandes erreicht den Maximalwert von 1, wenn alle Arten gleich häufig sind. Die Evenness ist nicht abhängig von der Anzahl der vorhandenen Arten. Dominante Arten im Bestand lassen die Evenness sinken.

In Waldgesellschaften sind klonal wachsende, faziesbildende Kraut- und Straucharten weit verbreitet (z.B. *Allium ursinum*, *Mercurialis perennis*, etc.). Diese Dominanzbestände bildenden Arten wirken sich negativ auf die Evenness einer Gesellschaft aus. Sehr trockene Jahre, wie etwa 2003, könnten sich negativ auf die Vitalität solcher Dominanzbestände auswirken. Die wenigen Aufnahmen aus dem Jahr 2004 können dies jedoch nur z.T. belegen (z.B. DBF 1110 oder 1240).

Im Gegensatz zum Shannon Index ist der Simpson Index (Abb. 3.8) nach oben begrenzt (Maximalwert 1). Der Simpson Index ist die Wahrscheinlichkeit dafür, dass zwei zufällig ausgewählte Individuen zu verschiedenen Arten gehören. Diese Wahrscheinlichkeit ist am höchsten, wenn die Arten im Bestand gleichverteilt sind. In diesem Sinne zeigt der Simpson Index sehr große Ähnlichkeiten mit der Evenness.

---

Folgende Seiten:

**Abbildung 3.7.** Veränderung der Evenness (Gleichverteilung der Arten) der Sukzessionsquadrate der Wald-DBF (oben: Intensiv-DBF, unten: Extensiv-DBF) im Laufe der Zeit dargestellt als Box-Plot über alle Sukzessionsquadrate (meist 10) einer DBF. Die Aufnahmen aus den Jahren 1985/86, 1987/88, 1990/91 und 1992/93 wurden jeweils zusammengefasst.

**Abbildung 3.8.** Veränderung des Simpson Index der Sukzessionsquadrate der Wald-DBF (oben: Intensiv-DBF, unten: Extensiv-DBF) im Laufe der Zeit dargestellt als Box-Plot über alle Sukzessionsquadrate (meist 10) einer DBF. Die Aufnahmen aus den Jahren 1985/86, 1987/88, 1990/91 und 1992/93 wurden jeweils zusammengefasst.

Abb. 3.7.

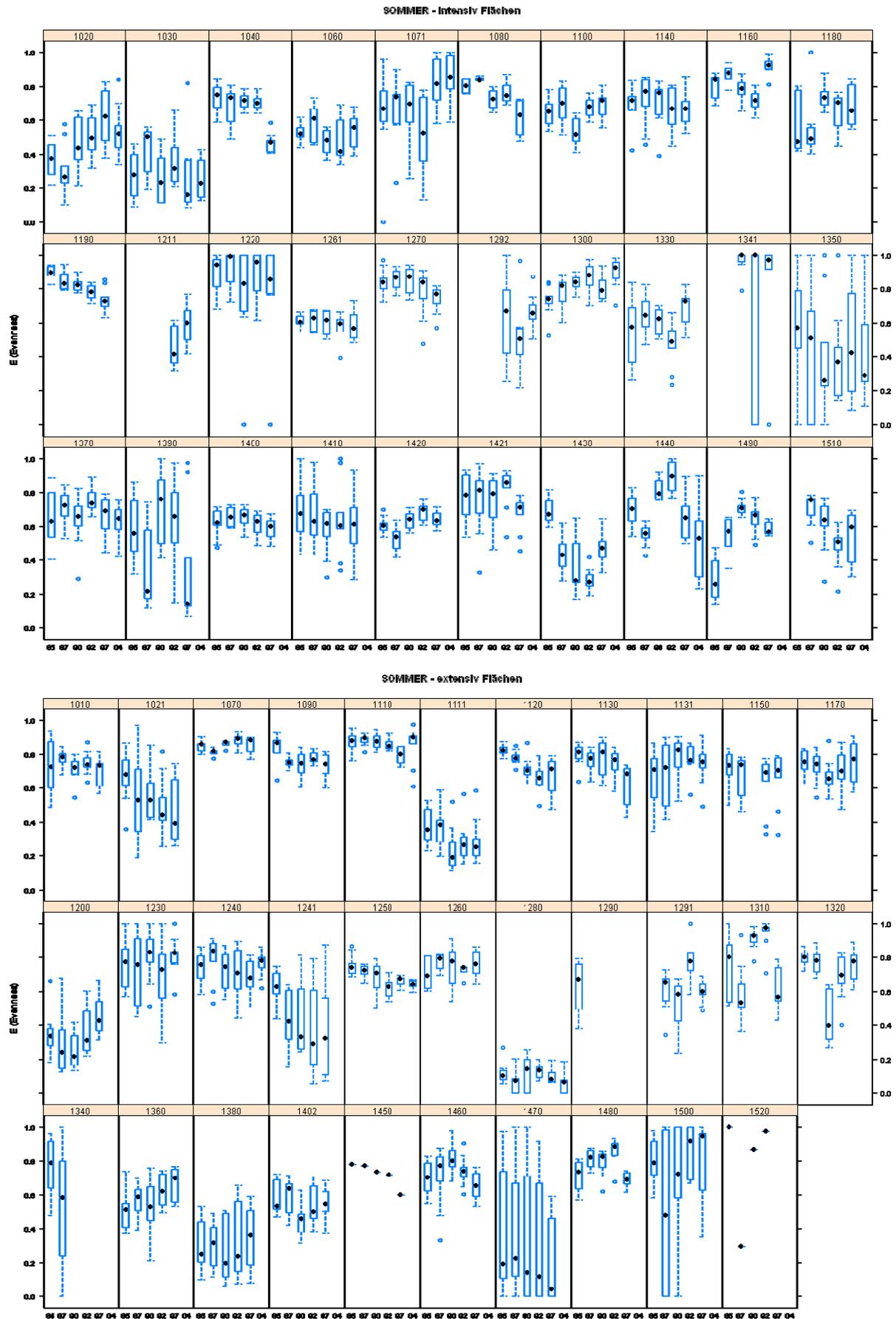
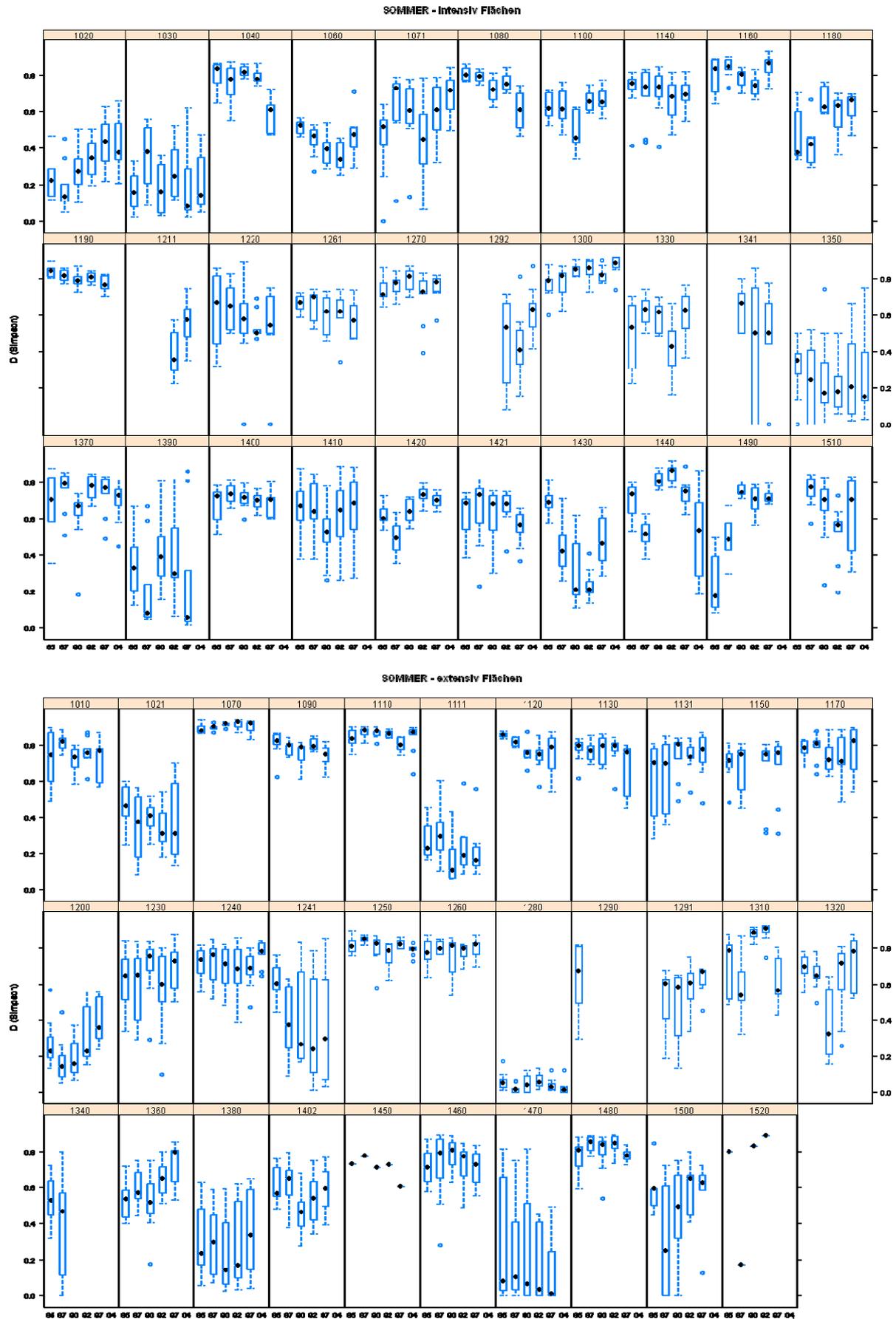




Abb. 3.8.



### 3.1.3 Zeigerwerte

Insgesamt sind für 193 Gefäßpflanzenarten der Waldsukzessionsflächen Ellenberg-Zeigerwerte vorhanden.

An dieser Stelle erfolgt eine Darstellung der einzelnen Zeigerwerte über alle Dauerbeobachtungsflächen hinweg. Diese Darstellung soll Gemeinsamkeiten aber auch Unterschiede zwischen den Dauerbeobachtungsflächen hervorheben. Aufgrund der geringen Unterschiede zwischen den Artenzahlen und dem Arteninventar der Frühlings- und Sommeraufnahmen erfolgt die Darstellung der mittleren Zeigerwerte der Sukzessionsquadrate nur für die Sommeraufnahmen.

**Wichtiger Hinweis:** Mittlere Zeigerwerte der Sukzessionsquadrate wurden hier auch dann berechnet und dargestellt, wenn die Sukzessionsquadrate auf Grund ihrer geringen Artenzahl als sehr schlecht, schlecht oder nur bedingt geeignet für die Anwendung dieser Methode beurteilt wurden (siehe hierzu Kap. 3.1.1.4 sowie Anhang 2).

#### *Lichtzahl*

Bei den 193 Arten der Waldsukzessionsflächen, für die Ellenberg-Zeigerwerte vorhanden sind, verteilen sich die L-Werte wie folgt:

1	2	3	4	5	6	7	8	x,?	Mittelwert
1	8	22	44	36	32	35	6	9	5.02

Die mittlere gewichtete Lichtzahl (mgL) der Sukzessionsquadrate aller DBF liegt zwischen 1 (Tiefschattenpflanze) und 8 (Lichtpflanze) und deckt damit ein sehr breites Spektrum ab. Die Mehrzahl der DBF hat jedoch Mittelwerte zwischen 3 (Schattenpflanzen) und 6 (Halbschatten-/Lichtpflanzen), wie man es für Waldstandorte erwarten würde.

Auffallend niedrige Werte ( $\leq 3$ , schattige Standorte) haben die DBF 1100, 1292, 1330, 1420, 1421, 1440, 1021, 1130, 1131, 1150, 1280, 1290 und 1320. Auffallend hohe Werte ( $\geq 6$ ) haben die DBF 1341 (nur 1997), 1200 und 1340.

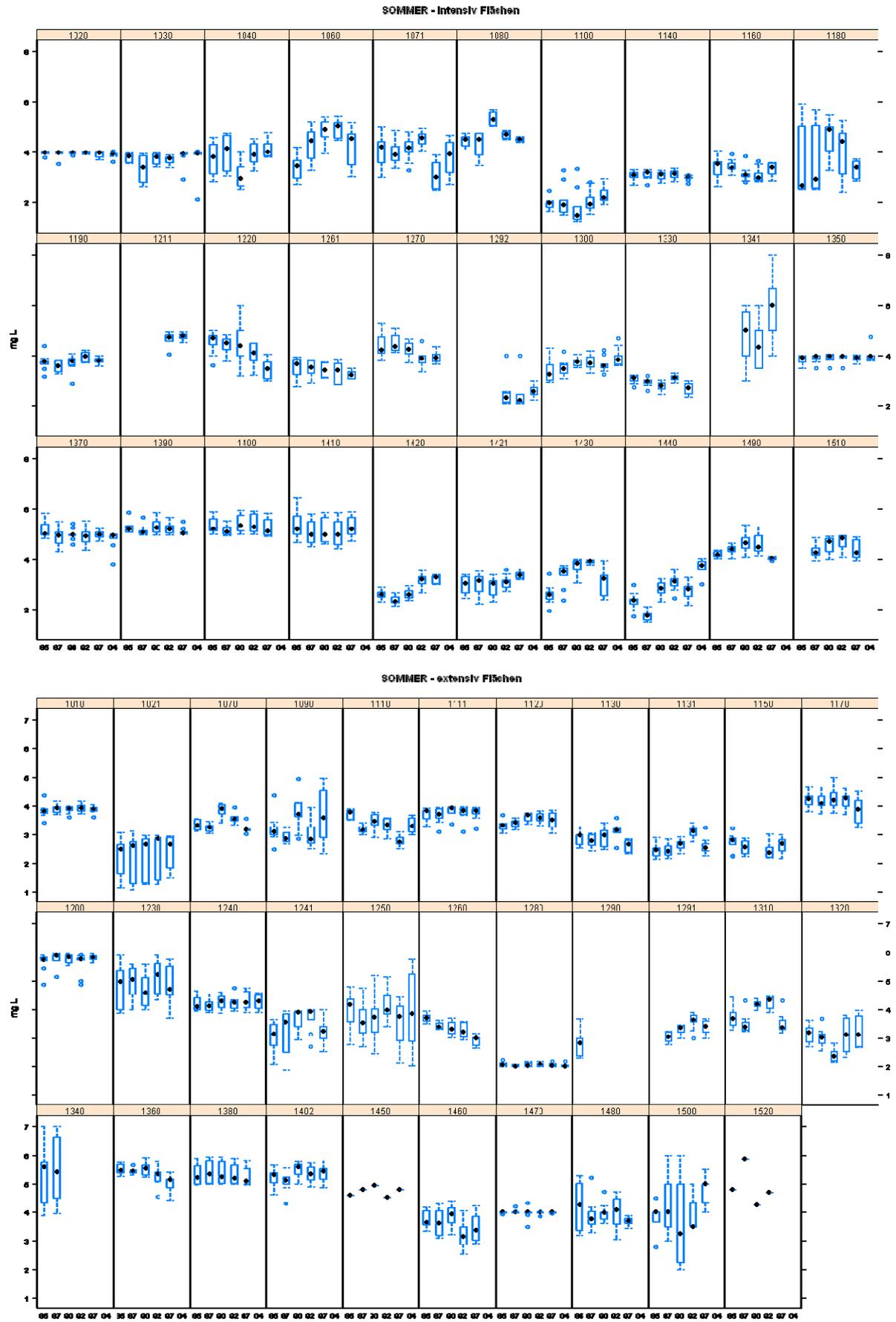
Die meisten DBF zeigen kaum räumliche Differenzierungen und/oder zeitliche Trends. Andere dagegen (z.B. DBF 1250) zeigen auffallende räumliche Unterschiede zwischen den Sukzessionsquadraten oder zeitliche Trends der Zunahme (z.B. DBF 1440) oder Abnahme des Lichtwertes (z.B. DBF 1220). Ursache dieser zeitlichen Trends sind in den meisten Fällen vermutlich Veränderungen in der Deckung der Baum- bzw. Strauchschicht der Bestände.

Folgende Seite:

**Abbildung 3.9.** Veränderung der mittleren gewichteten Ellenberg-Lichtzahl (mgL) der Wald-DBF (oben: Intensiv-DBF, unten: Extensiv-DBF) im Laufe der Zeit dargestellt als Box-Plot der Mittelwerte aller Sukzessionsquadrate (meist 10) einer DBF. Die Aufnahmen aus den Jahren 1985/86, 1987/88, 1990/91 und 1992/93 wurden jeweils zusammengefasst.



Abb. 3.9.



### Temperaturzahl

Bei den 193 Arten der Waldsukzessionsflächen, für die Ellenberg-Zeigerwerte vorhanden sind, verteilen sich die T-Werte wie folgt:

3	4	5	6	7	8	x,?	Mittelwert
1	12	65	37	5	3	70	5.34

Die mittlere gewichtete Temperaturzahl (mgT) der Sukzessionsquadrate aller DBF liegt zwischen 3 (Kühlezeiger) und 6 (Mäßigwärme-/Wärmezeiger), in Ausnahmefällen (DBF 1380) wird bei wenigen Sukzessionsquadraten der Wert 7 (Wärmezeiger) erreicht. Die meisten Flächen haben eine mittlere Temperaturzahl von 5 (Mäßigwärmezeiger), was in Mitteleuropa von tiefen bis in montane Lagen verbreitet ist.

Auffallend niedrige Werte (~ 4, und kleiner) haben die DBF 1040, 1350, 1370, 1400, 1360, 1380 (nur wenige Sukzessionsquadrate), 1402 und 1470. Auffallend hohe Werte (~ 6) haben die DBF 1020, 1030, (1300), 1510, 1111, (1280), (1480), 1500, 1520.

Abweichungen von der mittleren Temperaturzahl 5 sind meist an lokale Sonderstandorte (kühle, schattige Täler; sonnige, flachgründige Trockenstandorte) gebunden. Auch wärmebegünstigte Lagen wie das Rheintal oder der Bodensee zeigen hohe Temperaturzahlen. Auch Standorte in für Baden-Württemberg extremer Hochlage (z.B. DBF 1410 Schönau, 1486 m üNN) haben oft eine Temperaturzahl von ungefähr 5.

Während bei einigen Flächen (z.B. 1220, 1360, 1380) große räumliche Unterschiede aufweisen, zeigen sehr wenige Flächen einen zeitlichen Trend bei der Entwicklung der Temperaturzahlen. Die räumlichen Trends sind meist durch das seltene (nur in wenigen Sukzessionsquadraten vorhanden) Auftreten von Kühle- bzw. Wärmezeigern and mikroklimatischen Sonderstandorten bedingt.

Folgende DBF zeigen eine Zunahme der Temperaturzahl: 1071 (nur 2004), 1410, 1110 (sehr schwach), 1120 (schwach). Eine Abnahme der Temperaturzahl zeigen die DBF 1030 (sehr schwach), 1370 (?), 1400 (schwach), 1490, 1480.

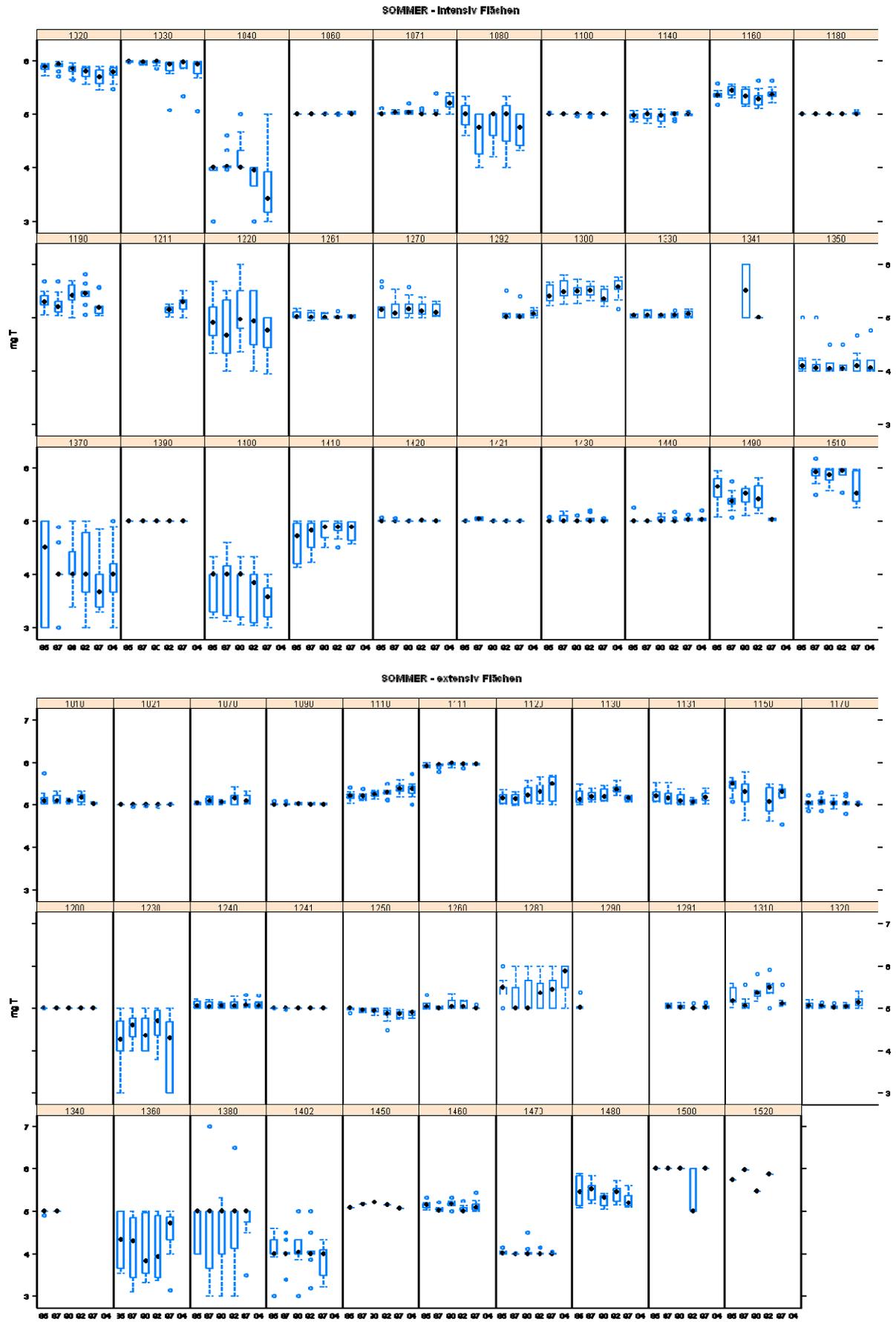
Insbesondere bei artenarmen Flächen können derartige Trends leicht durch einen „sampling effect“ hervorgerufen werden.

Folgende Seite:

**Abbildung 3.10.** Veränderung der mittleren gewichteten Ellenberg-Temperaturzahl (mgT) der Wald-DBF (oben: Intensiv-DBF, unten: Extensiv-DBF) im Laufe der Zeit dargestellt als Box-Plot der Mittelwerte aller Sukzessionsquadrate (meist 10) einer DBF. Die Aufnahmen aus den Jahren 1985/86, 1987/88, 1990/91 und 1992/93 wurden jeweils zusammengefasst.



Abb. 3.10.



### *Kontinentalitätszahl*

Bei den 193 Arten der Waldsukzessionsflächen, für die Ellenberg-Zeigerwerte vorhanden sind, verteilen sich die K-Werte wie folgt:

2	3	4	5	6	7	x,?	Mittelwert
36	59	47	22	5	6	18	3.54

Die auftretenden mittleren Kontinentalitätszahlen an den DBF liegen zwischen 2 (ozeanisch) und > 5 (schwach subkontinental). Mittlere Werte von > 5 treten jedoch nur bei den DBF 1340 und 1341 in einzelnen Sukzessionsquadraten auf. Werte zwischen 2 und 5 sind typisch für die submontanen bis montanen Gebiete des leicht ozeanisch geprägten, westlichen Mitteleuropas.

Sehr auffallend ist bei vielen DBF der Trend einer Abnahme des Kontinentalitätswertes (Zunahme der Ozeanität des Standortes). Diesen kann man bei folgenden DBF beobachten: 1020, 1080, 1140, 1190, 1261 (sehr schwach), 1410, 1420, 1421, 1490, 1510, 1120 (schwach), 1170 (schwach), 1230 (schwach), 1241 (schwach), 1260 (schwach). Nur bei wenigen DBF ist ein schwacher Trend der Zunahme des Kontinentalitätswertes zu beobachten, z.B. bei 1070, 1090.

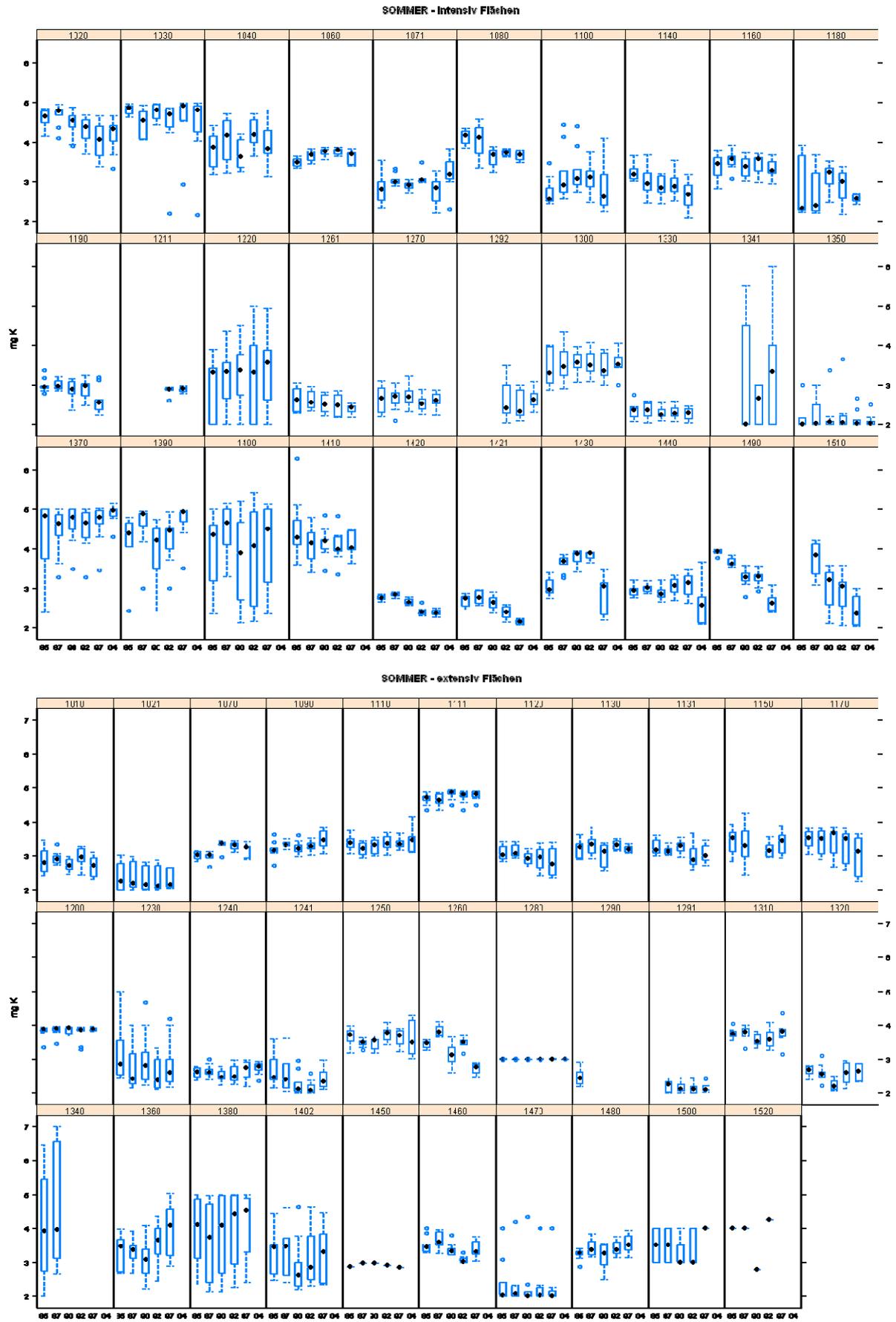
Prinzipiell kann die Abnahme der Kontinentalitätszahl die Folge der zunehmend milderen Winter sein, so daß Arten mit einer ozeanischen Verbreitung gefördert wurden.

Folgende Seite:

**Abbildung 3.11.** Veränderung der mittleren gewichteten Ellenberg-Kontinentalitätszahl (mgK) der Wald-DBF (oben: Intensiv-DBF, unten: Extensiv-DBF) im Laufe der Zeit dargestellt als Box-Plot der Mittelwerte aller Sukzessionsquadrate (meist 10) einer DBF. Die Aufnahmen aus den Jahren 1985/86, 1987/88, 1990/91 und 1992/93 wurden jeweils zusammengefasst.



Abb. 3.11.



### *(Boden-) Feuchtezahl*

Bei den 193 Arten der Waldsukzessionsflächen, für die Ellenberg-Zeigerwerte vorhanden sind, verteilen sich die F-Werte wie folgt:

3	4	5	6	7	8	x,?	Mittelwert
2	26	81	28	15	8	33	5.33

Die mittleren gewichteten Feuchtezahlen der Sukzessionsquadrate liegen zwischen 4 (Trocknis-/Frischezeiger) und 7 (Feuchtezeiger). Die meisten DBF haben eine mittlere Feuchtezahl von 5 (Frischezeiger) und zeigen fast keine räumlichen und zeitlichen Unterschiede.

Die stärksten räumlichen Unterschiede (zwischen den Sukzessionsquadraten) treten an den DBF 1370 (podsoliger Ranker auf Buntsandstein) und 1400 (podsolige Braunerde auf Buntsandstein) auf.

Einige DBF zeigen einen Trend der Abnahme des mittleren Feuchtwertes: 1080 (podsolige Pseudogley-Braunerde), 1410 (schwacher Trend, Braunerde), 1490 (Auenrendzina-Auengley), 1480 (Auenrendzina), 1500 (schwach podsolige Braunerde). Es handelt sich überwiegend um Auestandorte, die vermutlich entwässert wurden oder nicht mehr regelmäßig überflutet werden.

Einige wenige DBF zeigen auch einen schwachen Trend der Zunahme der mittleren gewichteten Feuchtwertes: 1010, 1070, 1090.

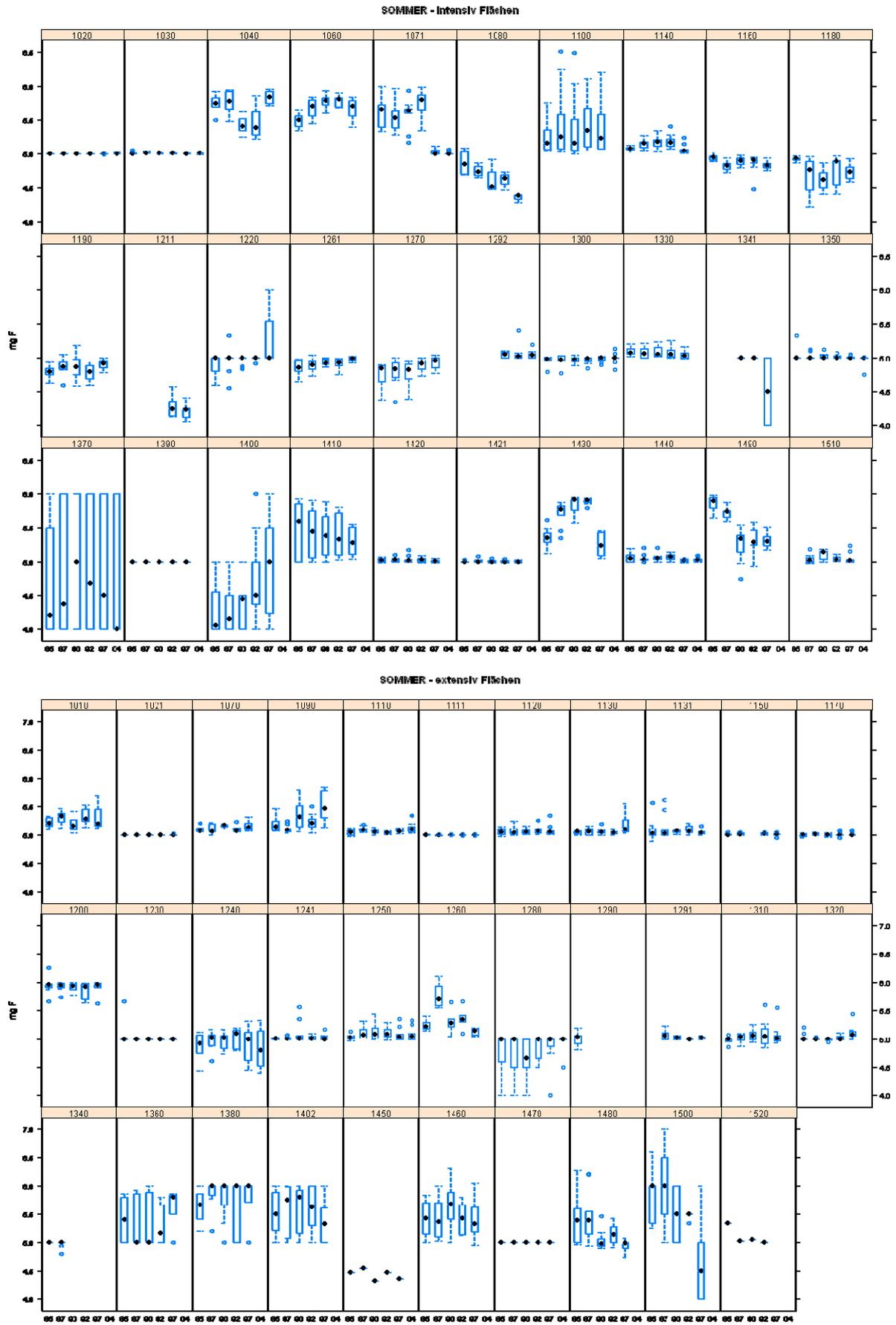
---

Folgende Seite:

**Abbildung 3.12.** Veränderung der mittleren gewichteten Ellenberg-(Boden-)Feuchtezahl (mgF) der Wald-DBF (oben: Intensiv-DBF, unten: Extensiv-DBF) im Laufe der Zeit dargestellt als Box-Plot der Mittelwerte aller Sukzessionsquadrate (meist 10) einer DBF. Die Aufnahmen aus den Jahren 1985/86, 1987/88, 1990/91 und 1992/93 wurden jeweils zusammengefasst.



Abb. 3.12.



### (Boden-) Reaktionszahl

Bei den 193 Arten der Waldsukzessionsflächen, für die Ellenberg-Zeigerwerte vorhanden sind, verteilen sich die R-Werte wie folgt:

2	3	4	5	6	7	8	x,?	Mittelwert
6	14	17	13	19	49	24	51	5.89

Die mittleren gewichteten Reaktionszahlen der Sukzessionsquadrate liegen entsprechend der sehr unterschiedlichen Ausgangssubstrate der Böden zwischen 2 (Starksäure-/Säurezeiger) und 8 (Schwachbasen-/Basenzeiger).

Die Schwankungen zwischen den Sukzessionsquadraten eines Aufnahmejahres an einer DBF sind bei den Standorten mit hohen Reaktionszahlen und den Standorten mit geringen Reaktionszahlen wegen der durch das Ausgangssubstrat vorgegebenen Basennachlieferung insgesamt als gering bis mittel einzustufen.

Starke Schwankungen der Reaktionszahlen der Sukzessionsquadrate zeigen sich aber an einigen Standorten mit mittleren Reaktionszahlen (z.B. DBF 1180, pseudovergleyte Pelosol-Parabraunerde; DBF 1220, pseudovergleyte Pelosol-Parabraunerde; DBF 1021, Parabraunerde).

Ein auffallender Trend der Zunahme der Reaktionszahl zeigt sich an der DBF 1440 Freiburg. Die Fläche wurde 1997 noch als *Stellario-Carpinetum* bezeichnet, dann aber 2004 als *Galio odorati-Fagetum* eingestuft (siehe Tab. 2.2). Während diese Veränderung in den mittleren gewichteten Feuchtezahlen kaum nachvollziehbar ist, wird sie in den Reaktionszahlen deutlich sichtbar.

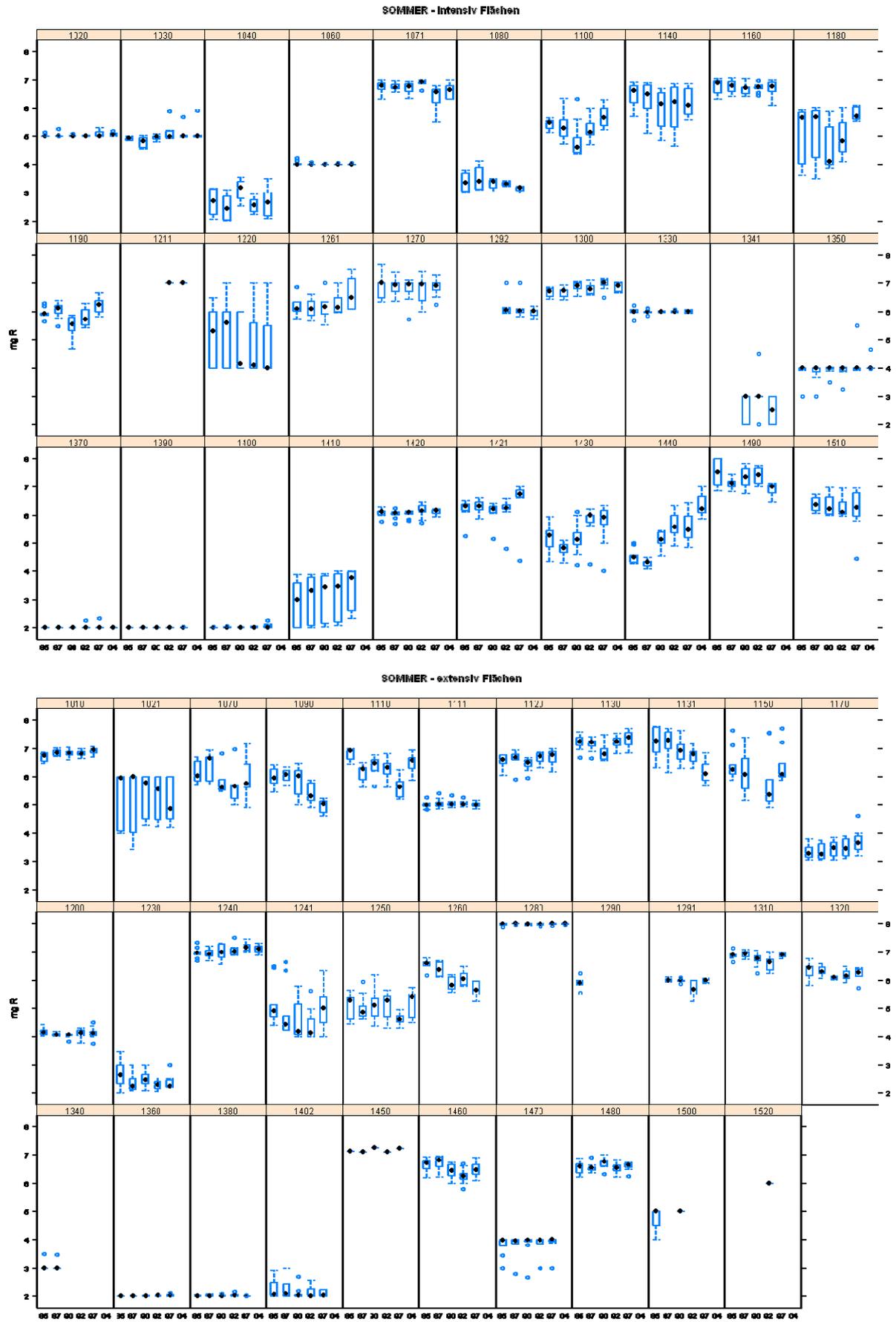
Einige Standorte zeigen auch einen Trend der Abnahme der Reaktionszahl (z.B. DBF1090, Pseudogley-Braunerde; DBF 1131, Terra fusca; DBF1260, Rendzina).

Folgende Seite:

**Abbildung 3.13.** Veränderung der mittleren gewichteten Ellenberg-(Boden-)Reaktionszahl (mgR) der Wald-DBF (oben: Intensiv-DBF, unten: Extensiv-DBF) im Laufe der Zeit dargestellt als Box-Plot der Mittelwerte aller Sukzessionsquadrate (meist 10) einer DBF. Die Aufnahmen aus den Jahren 1985/86, 1987/88, 1990/91 und 1992/93 wurden jeweils zusammengefasst.



Abb. 3.13.



### Nährstoffzahl (~ Stickstoffzahl)

Bei den 193 Arten der Waldsukzessionsflächen, für die Ellenberg-Zeigerwerte vorhanden sind, verteilen sich die N-Werte wie folgt:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	x,?	Mittelwert
1	6	23	27	28	34	27	19	3	25	5.4

Die mittleren gewichteten Nährstoffzahlen der Sukzessionsquadrate liegen zwischen 3 (Arten auf stickstoffarmen Standorten) und 8 (ausgesprochene Stickstoffzeiger).

Mittlere Nährstoffzahlen um 3 haben die DBF 1370 (*Vaccinio-Abietum*, podsoliger Ranker), 1390 (*Luzulo-Fagetum*, schwach podsolige Braunerde), 1400 (*Vaccinio-Abietum*, podsolige Braunerde), 1200 (*Asperulo-Fagetum*, *Carex brizoides*-Fazies, pseudovergleyte Parabraunerde), 1230 (*Luzulo-Fagetum*, podsolige Braunerde), 1360 (*Luzulo-Abietum*, Braunerde-Pseudogley), 1380 (*Luzulo-Abietum*, Braunerde) und 1402 (*Luzulo-Abietum*, Braunerde).

Einige DBF zeigen auffallende räumliche Unterschiede der mittleren Nährstoffzahlen zwischen den Sukzessionsquadraten, wie z.B. die DBF 1040 (*Luzulo-Fagetum*, *Rubus fruticosus*-dominiert), 1220 (*Luzulo-Fagetum*), 1410 (*Luzulo-Fagetum*), 1240 (*Carici-Fagetum*), 1500 (*Luzulo-Fagetum*). DBF 1040 und 1500 zeigen dabei auffallende räumliche und zeitliche Unterschiede. DBF 1220 zeigt offensichtlich einen zeitlichen Trend der Zunahme des N-Wertes.

An einigen DBF sind Trends einer leichten Abnahme der mittleren N-Werte zu beobachten (z.B. 1440, 1131, 1460, 1480).

Veränderungen der N-Zeigerwerte über die Zeit können prinzipiell mit der Veränderung der N-Depositionen im Zusammenhang stehen. Ebenfalls denkbar wären Veränderungen des Nährstoffhaushaltes mit der Alterung der Bestände oder erhöhte Freisetzung von Nährstoffen durch sonstige Standortveränderungen (z.B. Auflichtung der Bestände).

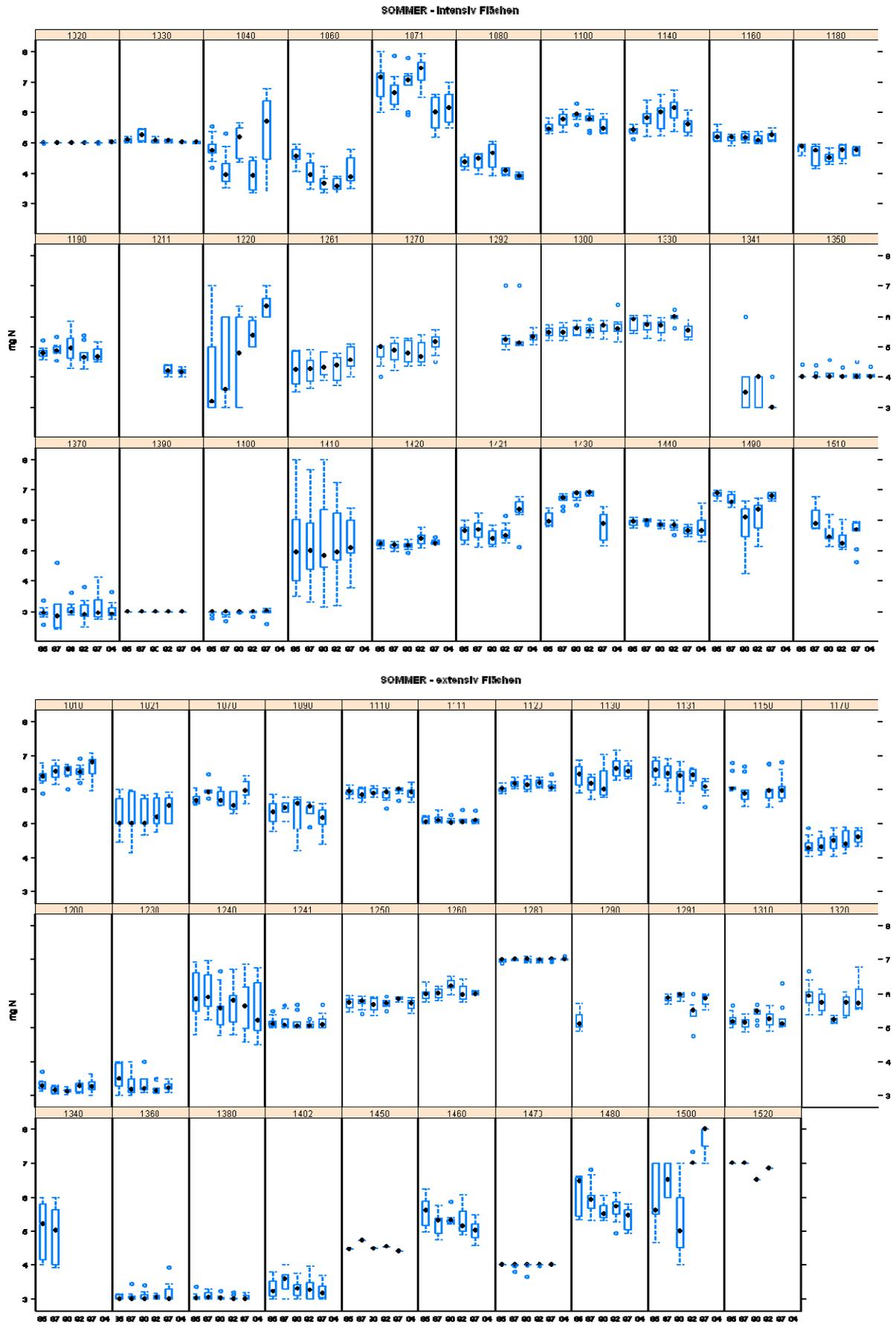
---

Folgende Seite:

**Abbildung 3.14.** Veränderung der mittleren gewichteten Ellenberg-Nährstoffzahl (mgN) der Wald-DBF (oben: Intensiv-DBF, unten: Extensiv-DBF) im Laufe der Zeit dargestellt als Box-Plot der Mittelwerte aller Sukzessionsquadrate (meist 10) einer DBF. Die Aufnahmen aus den Jahren 1985/86, 1987/88, 1990/91 und 1992/93 wurden jeweils zusammengefasst.



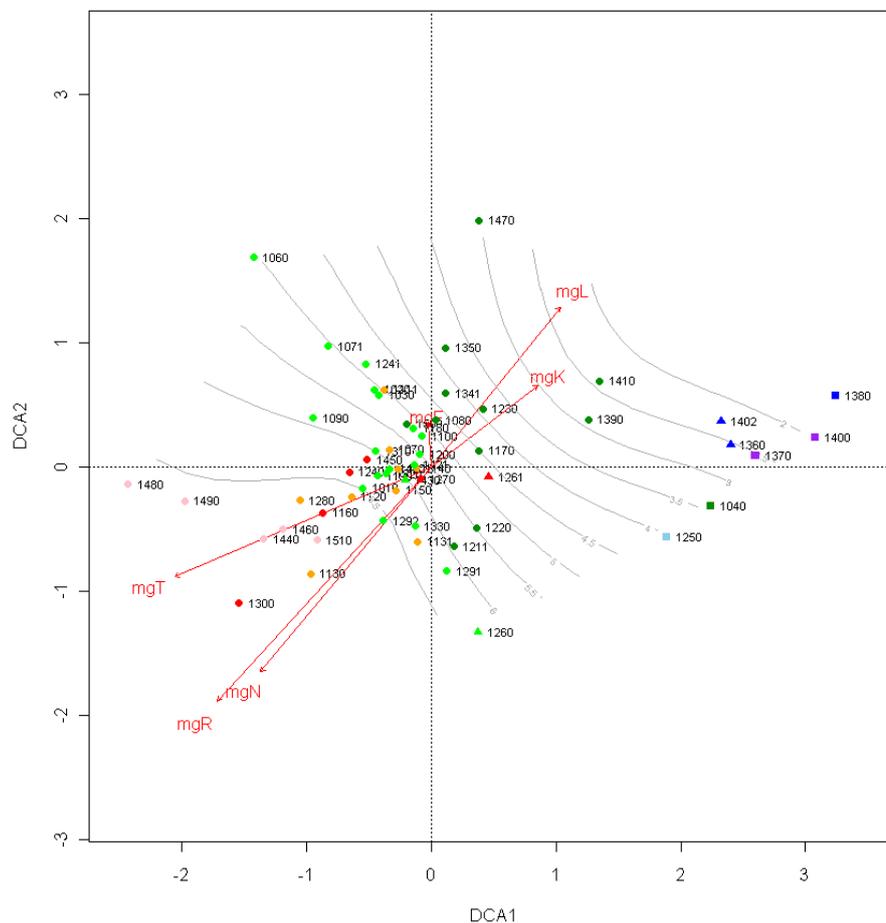
Abb. 3.14.



### 3.1.4 Vegetation und Standortbedingungen

Eine komplette Aufnahme der Kernzonen aller DBF (nach Braun-Blanquet) wurde letztmals 2001 durchgeführt (die Intensiv-DBF wurden auch 2007 noch einmal aufgenommen). Um einen Überblick über die Vegetation aller DBF zu erhalten, wurden die Braun-Blanquet-Aufnahmen aus dem Jahr 2001 einer Ordination mit Hilfe einer DCA unterzogen. Das Ergebnis ist in Abb. 3.15 und 3.16 dargestellt. Abb. 3.15 zeigt die Ordination aller DBF, während in Abb. 3.16 nur die Laubwälder enthalten sind. Wesentlicher Faktor der Vegetationsdifferenzierung zwischen den DBF ist die Bodenreaktion.

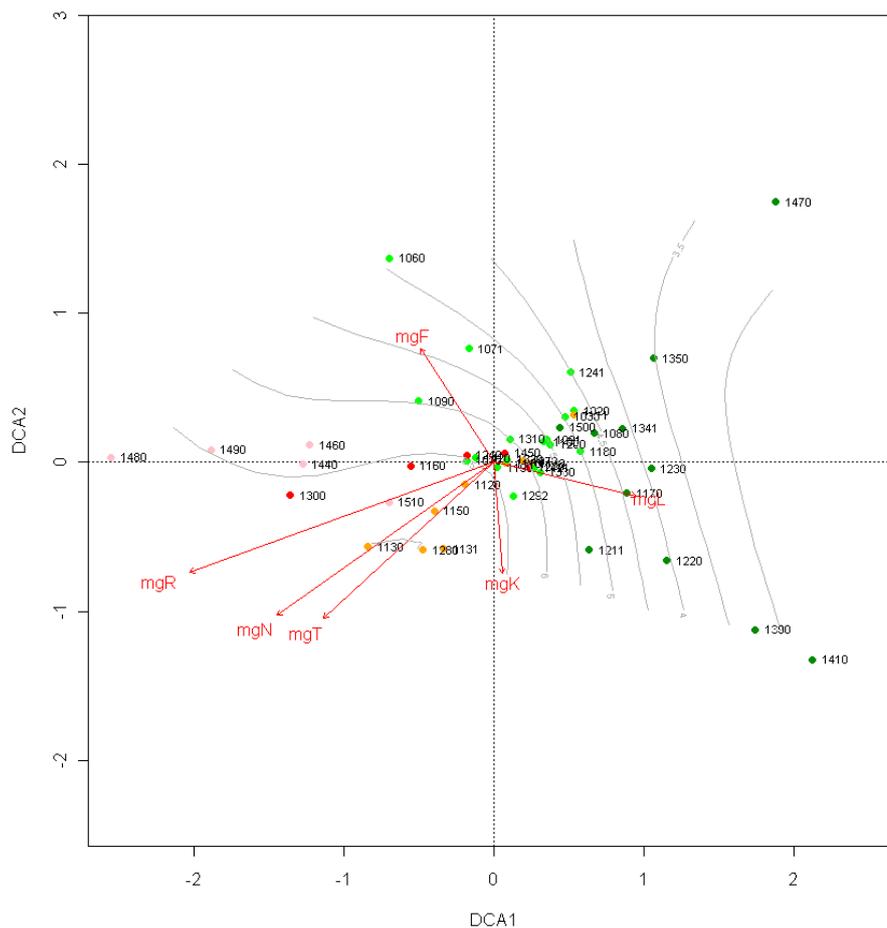
Eine auffallende Gruppe bilden die Tannen-dominierten Nadel- und Mischwälder auf sauren Standorten (*Luzulo-Abietum*, *Vaccinio-Abietum*; DBF 1380, 1400, 1370, 1360, 1402). Ihnen nahe stehen die Nadelwälder auf etwas weniger sauren Standorten (DBF 1040, *Luzulo-Fagetum* (?); DBF 1250, *Galio-Abietum*).



**Abbildung 3.15.** Ordination der Vegetationsaufnahmen der Kernzonen der DBF nach Braun-Blanquet aus dem Jahr 2001 mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species) und wichtige Umweltgradienten. **Im Hintergrund:** Isolinien (grau) der mittleren gewichteten Ellenberg R-Werte (mgR). **Rote Pfeile:** mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte: mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN. **Symbole:** Kreise = Laubwälder, Dreiecke = Mischwälder, Quadrate = Nadelwälder. **Farben:** dunkelgrün = *Luzulo-Fagetum*, hellgrün = *Asperulo-Fagetum*, orange = *Hordelymo-Fagetum*, rot = *Carici-Fagetum*, rosa = *Carpinetum*, hellblau = *Galio-Abietum*, dunkelblau = *Luzulo-Abietum*, violett = *Vaccinio-Abietum*.

Die verbleibenden Mischwald-Standorte (DBF 1260, 1261) bilden mit den Laubwäldern eine weitere große Gruppe. Es handelt sich vermutlich um potentielle Laubwaldstandorte, die nutzungsbedingt einen höheren Nadelbaumanteil aufweisen.

Um eine bessere Differenzierung der Laubwaldstandorte zu erhalten, wurden in einer zweiten Ordination die Nadel- und Mischwälder ausgeschlossen (Abb. 3.16). Auch innerhalb der Gruppe der Laubwälder ist die Bodenreaktion der wesentliche Faktor der Vegetationsdifferenzierung zwischen den DBF. Der Gradient der Bodenreaktion korreliert sehr stark mit den Gradienten „Nährstoffe (Stickstoff)“, „Temperatur“ und „Licht“. Einen davon mehr oder weniger unabhängigen Gradienten -aber selbst mit einander stark korreliert- bilden die Faktoren „Feuchte“ und „Kontinentalität“.



**Abbildung 3.16.** Ordination der Vegetationsaufnahmen der Kernzonen der DBF nach Braun-Blanquet (nur Laubwälder) aus dem Jahr 2001 mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species) und wichtige Umweltgradienten. **Im Hintergrund:** Isolinien (grau) der mittleren gewichteten Ellenberg R-Werte (mgR). **Rote Pfeile:** mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte: mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN. **Farben:** dunkelgrün = *Luzulo-Fagetum*, hellgrün = *Asperulo-Fagetum*, orange = *Hordelymo-Fagetum*, rot = *Carici-Fagetum*, rosa = *Carpinetum*, hellblau = *Galio-Abietum*, dunkelblau = *Luzulo-Abietum*, violett = *Vaccino-Abietum*.

Einen mittleren Ellenberg-R-Wert von  $< 4$  haben die DBF 1230, 1390, 1410 (*Luzulo-Fagetum*, mit *Vaccinium myrtillus* oder *Avenella flexuosa*) und die DBF 1350 und 1470 (*Luzulo-Fagetum*, *Luzula sylvatica*-Fazies).

Die restlichen *Luzulo-Fagetum*-Standorte bilden ein schlecht differenziertes Konglomerat mit den *Asperulo-Fagetum* Standorten. Diese Rotbuchenwälder

mittlerer Standorte zeigen graduelle Übergänge in der Basenversorgung der Böden. Ihre Charakterarten *Galium odoratum* und *Luzula luzuloides* findet man oft auch im gleichen Bestand.

Bei den *Hordelymo-Fagetum*-Standorten wurden zwei Gruppen differenziert, die Ausbildung mit *Mercurialis perennis* und die typische Ausbildung. Die DBF mit einer *Mercurialis perennis*-Ausbildung haben mittlerer R-Werte  $> 6.5$  (DBF 1280, 1150, 1131, 1130, 1120, 1070). Die Standorte der typischen Ausbildung dagegen finden sich im Konglomerat der *Luzulo-Fagetum*- und *Asperulo-Fagetum*-Standorte.

Die *Hordelymo-Fagetum*-Standorte der Ausbildung mit *Mercurialis perennis* und die *Carici-Fagetum*-Standorte haben hohe R-Werte und unterscheiden sich nur graduell in der Bodenfeuchte.

Basenreiche, aber frischer Standorte sind typisch für das *Stellario-Carpinetum* (DBF 1510, 1480, 1490, 1460, 1440).

Abb. 3.16 bildet zwar die wesentlichen Gradienten der Vegetationsdifferenzierung in den Buchenwäldern (Basengehalt und Feuchte der Böden) insgesamt gut ab, es wird aber gleichzeitig das Problem der standörtlichen Abgrenzung zwischen den pflanzensoziologischen Einheiten deutlich.



### 3.2 Vegetationsentwicklung auf ausgewählten Wald-Dauerbeobachtungsflächen

In Kapitel 3.1.1.4 wurde die Problematik der Berechnung mittlerer Zeigerwerte und der Ordination von artenarmen Flächen dargestellt. Auf der Grundlage der Artenzahlen der Sukzessionsquadrate wurden 22 DBF als ‚geeignet‘ oder ‚bedingt geeignet‘ für die Anwendung dieser Methoden bewertet (siehe Tab. 3.2 und Anhang 2).

Für diese 22 DBF soll nachfolgend die Vegetationsentwicklung der Sukzessionsquadrate dargestellt und diskutiert werden.

Bei dieser Auswertung wurden lediglich die Sommeraufnahmen ausgewertet. Diese wurden aus zwei Gründen ausgewählt. Erstens unterscheidet sich das Arteninventar zwischen Sommer- und Frühlingsaufnahmen nur in wenigen Arten (Frühlingsgeophyten) und zweitens zeigen die Arten der Frühlingsaufnahmen sehr starke Deckungsschwankungen jenach Witterungsverlauf im Aufnahmejahr (z.B. *Anemone nemorosa*, *Allium ursinum*). Die Frühlingsaufnahmen erfolgten meistens zwischen Ende März und Anfang Mai. Da die phänologische Entwicklung zu diesem Zeitraum je nach Witterung unterschiedlich weit fortgeschritten ist, können die Frühjahrsaufnahmen nur mit großer Vorsicht interpretiert werden.

Ab 1997 wurde bei der Aufnahme der Sukzessionsquadrate wegen der mittlerweile erfolgten starken Sukzession der Gehölzarten neben der Krautschicht auch die Strauchschicht aufgenommen. Für die Ordination der Sukzessionsquadrate wurden die Deckungen einer Art in diesen beiden Schichten addiert.

Bei der Auswertung von Artenzahlen je DBF oder Sukzessionsfläche wurde die gleiche Art, sofern sie in mehreren Schichten vorkommt (Kraut- und Strauchschicht), der Einfachheit halber, mehrfach gezählt. Die tatsächlichen Artenzahlen liegen also niedriger als die hier dargestellten.

DBF 1010 – Engen (extensiv)

**Kurzbeschreibung Bestand:**

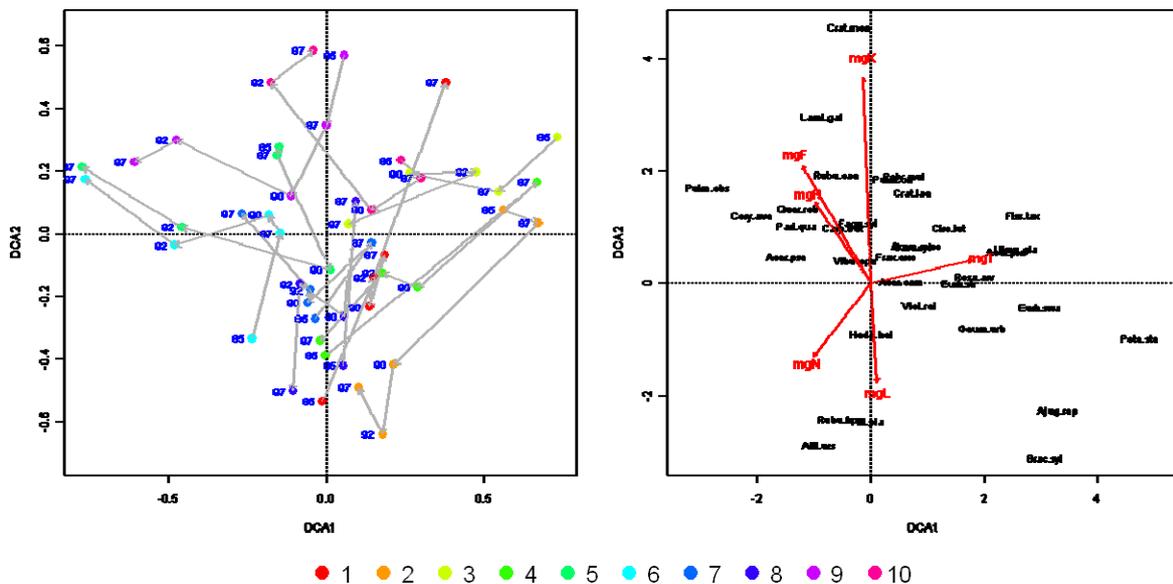
Waldtyp: Laubwald. Dominante Baumart: Rotbuche  
 Soziologie (1997): *Asperulo-Fagetum*, mit *Lamiastrum galeobdolon*, *Allium ursinum*-Fazies  
 Bodentyp: Pelosol (Pleistozän/Würm); Humusform: L-Mull

**Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:**

Insgesamt wurden auf den Sukzessionsquadraten der DBF 39 Arten festgestellt. Dominant sind junge Exemplare der Baumarten *Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica* und *Fraxinus excelsior*, sowie die Krautarten *Carex sylvatica*, *Circaea lutetiana* und *Polygonatum multiflorum*. Deckung und Höhe von *Fagus sylvatica* und *Acer pseudoplatanus* sind zunehmend. Die Deckung von *Carex sylvatica*, *Geum urbanum* und *Viola reichenbachiana* ist rückläufig. Insgesamt sind die Veränderungen gering.

Die Sukzessionsquadrate der DBF werden im Frühling von *Allium ursinum* dominiert. Auch *Anemone nemorosa* hat im Frühling höhere Deckungswerte.

**Ergebnisse der DCA:**



**Abbildung 3.17.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1010 Engen mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.



### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1010	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	gering (4)	kein Trend
mgT	gering (5-5.5)	sehr leicht abnehmend
mgK	gering – mittel (3.5-4.5)	kein Trend
mgF	gering (5-5.5)	sehr leicht ansteigend
mgR	gering (6.5-7)	sehr leicht ansteigend
mgN	gering – mittel (6-7)	sehr leicht ansteigend

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

```

          DCA1      DCA2      r2 Pr(>r)
mgL -0.4224688  0.9063774  0.0140  0.733
mgT -0.7871420  0.6167718  0.3259 <0.001 ***
mgK  0.0031967  0.9999949  0.0771  0.175
mgF  0.9934822  0.1139876  0.1775  0.015 *
mgR  0.7666018  0.6421228  0.3752 <0.001 ***
mgN  0.9876355 -0.1567679  0.0750  0.196
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
P values based on 1000 permutations.

```

### Interpretation:

Insgesamt sind sowohl die Unterschiede zwischen den einzelnen Teilquadraten der DBF als auch die Veränderungen in der Krautschicht der DBF von 1985 bis 1997 als sehr gering zu bezeichnen.

DBF 1070 – Biberach (intensiv)

**Kurzbeschreibung Bestand:**

Waldtyp: Laubwald. Dominante Baumart: Rotbuche  
 Soziologie (1997): *Hordelymo-Fagetum*, mit *Mercurialis*, Übergang zum *Carici-Fagetum*  
 Bodentyp: Braunerde-Ranker (Pleistozän-Tertiär); Humusform: L-Mull

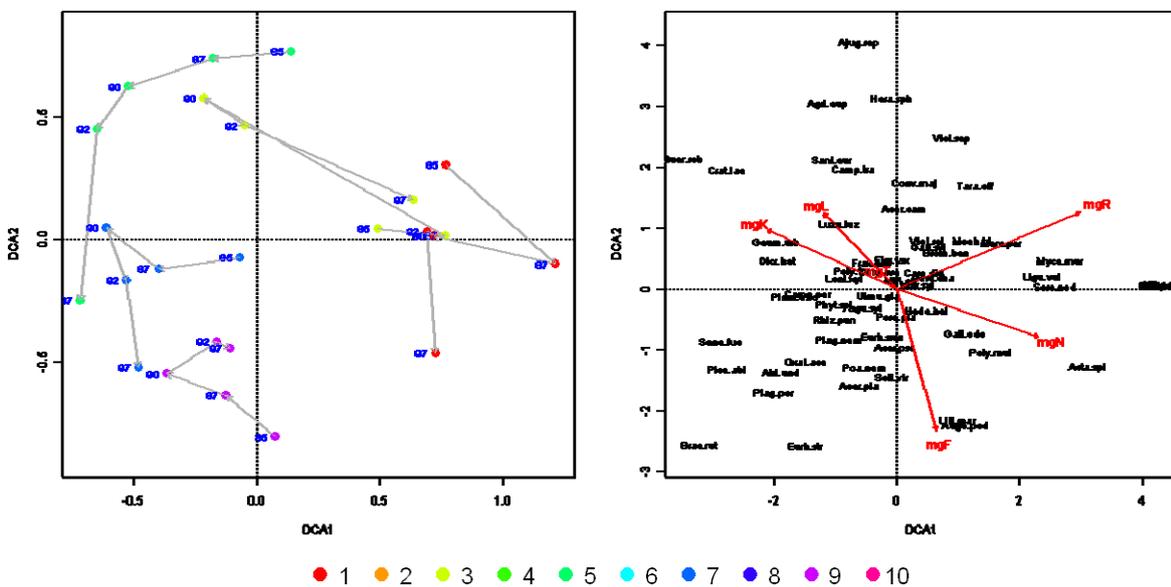
**Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:**

Mit 61 Taxa in den 5 Sukzessionsquadraten handelt es sich um eine artenreiche Wald-DBF. Auffallend ist der starke Rückgang in der Gesamtdeckung von 1990 auf 1992 (von ~50 % auf ~30 %). Vor allem *Fraxinus excelsior*, *Galium odoratum* und *G. sylvaticum* zeigen in dieser Zeit zurückgehende Deckungswerte. Mit dem Rückgang von *Galium oderatum* zeigt sich auch eine Zunahme von Säurezeigern wie *Luzula luzuloides* und *Oxalis acetosella*.

Viele der Arten kommen nur sporadisch und/oder mit geringen Deckungswerten in den Sukzessionsquadraten vor.

**Ergebnisse der DCA:**

Die DCA zeigt, dass sich die Sukzessionsquadrate z.T. deutlich in ihrer Artenzusammensetzung unterscheiden. Es scheint einen pH-Gradienten innerhalb der DBF zu geben und insbesondere die mittlere Fläche (grün) hat ihre Reaktionszahl stärker verändert (Abnahme).



**Abbildung 3.18.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1070 Biberach mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.



### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1070	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	mittel (3-4)	von 1987 auf 1990 steigend, danach wieder fallend
mgT	sehr gering (5)	kein Trend
mgK	gering-mittel (3-4)	leicht ansteigend
mgF	gering (5-5.5)	sehr leicht ansteigend
mgR	mittel (5-6)	zunehmende räumliche Unterschiede
mgN	mittel (5.5 – 6.5)	kein Trend (leicht schwankend)

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

```

          DCA1      DCA2      r2 Pr(>r)
mgL -0.68821  0.72552  0.2228  0.070 .
mgT -0.75379  0.65712  0.0102  0.895
mgK -0.90958  0.41553  0.4015  0.007 **
mgF  0.26132 -0.96525  0.4291  0.001 ***
mgR  0.91972  0.39258  0.7656 <0.001 ***
mgN  0.94444 -0.32868  0.4365  0.004 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
P values based on 1000 permutations.

```

### Interpretation:

Insgesamt sind die Veränderungen zwischen 1985 und 1997 als gering einzustufen.

## DBF 1090 – Wain (intensiv)

### Kurzbeschreibung Bestand:

Waldtyp: Laubwald. Dominante Baumarten: Rotbuche, Esche, Stieleiche  
 Soziologie (1997): *Asperulo-Fagetum*, mit *Lamiastrum galeobdolon*  
 Bodentyp: Pseudogley-Braunerde (Tertiär); Humusform: F-Mull

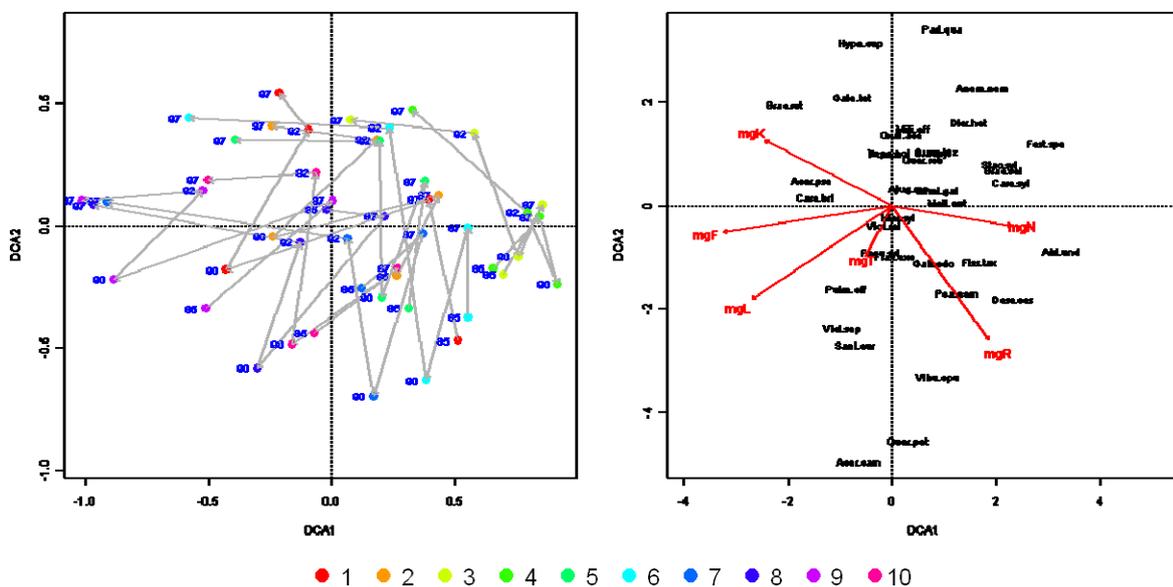
### Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:

In den Sukzessionsquadraten der DBF wurden insgesamt 37 Taxa nachgewiesen. Hohe Deckungswerte in der Krautschicht haben die Baumarten *Acer pseudoplatanus* (zunehmend) und *Fraxinus excelsior*. Neben der faziesbildenden *Carex brizoides* (zunehmend) kommen in der Krautschicht *Galium odoratum* (abnehmend), *Lamiastrum galeobdolon* und *Oxalis acetosella* als dominierende Arten vor. *Carex brizoides* zeigt deutliche Deckungsschwankungen zwischen den einzelnen Sukzessionsquadraten.

Der Frühlingsaspekt der DBF wird von *Anemone nemorosa* bestimmt.

### Ergebnisse der DCA:

Die DCA zeigt starke jährliche Schwankungen, hervorgerufen durch die Deckungsschwankungen je nach Aufnahmejahr. Auch sind die Lichtverhältnisse zwischen den Sukzessionsquadraten sehr unterschiedlich. Generell werden ein Trend der Abnahme der Reaktionszahl und eine Zunahme der Feuchte- und Kontinentalitätszahl deutlich.



**Abbildung 3.19.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1090 Wain mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.



### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1090	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	groß (2.5-4.5)	kein Trend
mgT	sehr gering (5)	kein Trend
mgK	gering (3-3.5)	sehr schwach steigend
mgF	gering (5-5.5)	sehr schwach steigend
mgR	mittel (4.5-6)	schwach abnehmend
mgN	mittel (5-6)	kein Trend

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

```

          DCA1      DCA2      r2 Pr(>r)
mgL -0.83068 -0.55675 0.8811 <0.001 ***
mgT -0.46681 -0.88436 0.0999 0.092 .
mgK -0.88699 0.46179 0.6424 <0.001 ***
mgF -0.98809 -0.15391 0.9109 <0.001 ***
mgR 0.58043 -0.81431 0.8551 <0.001 ***
mgN 0.98640 -0.16437 0.4496 <0.001 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
P values based on 1000 permutations.

```

### Interpretation:

Während die räumlichen Unterschiede in der Fläche überwiegend lichtbedingt sind, zeigt sich zeitlich eine schwache Abnahme der Reaktionszahl. Insgesamt sind die Veränderungen zwischen 1985 und 1997 als gering einzustufen.

DBF 1110 – Wehingen (extensiv)

**Kurzbeschreibung Bestand:**

Waldtyp: Laubwald. Dominante Baumart: Rotbuche  
 Soziologie (1997/2004): *Hordelymo-Fagetum*, typische Ausbildung  
 Bodentyp: Terra fusca (Weißjura epsilon); Humusform: F-Mull

**Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:**

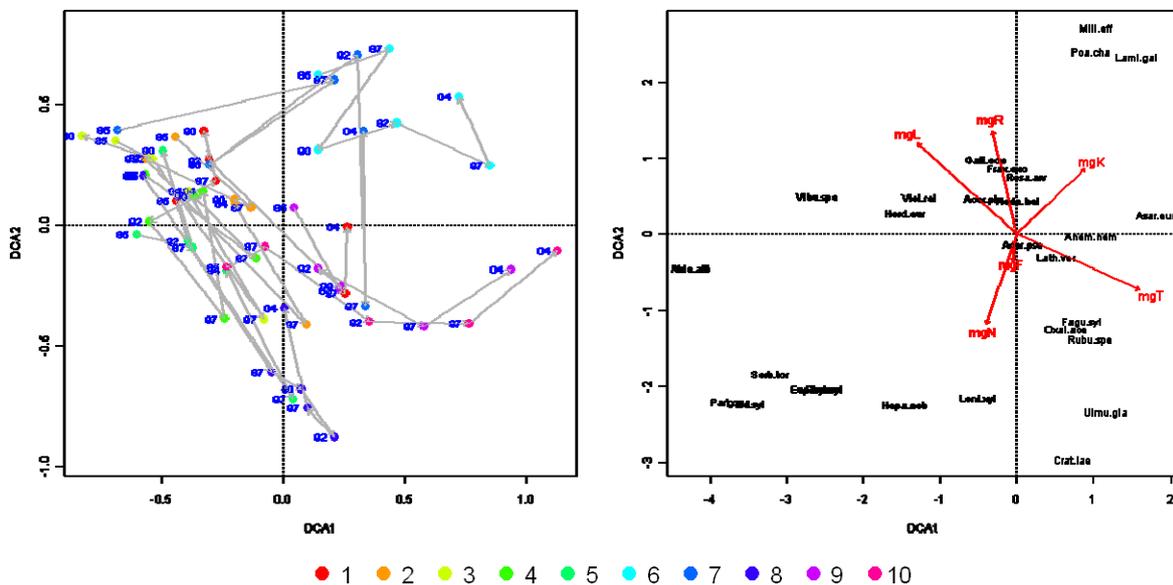
In den Sukzessionsquadraten der DBF wurden 30 Arten nachgewiesen. Häufig in der Krautschicht zu finden sind vor allem junge Pflanzen der Baumarten *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica* und *Fraxinus excelsior*. Häufige Krautarten sind *Galium odoratum* (abnehmend, 2004 ansteigend), *Hordelymus europaeus* (abnehmend), *Viola reichenbachiana* (abnehmend), *Oxalis acetosella* (zunehmend, 2004 abnehmend), *Asarum europaeum* (zunehmend).

Die 6. und 7. Teilfläche unterscheiden sich von allen anderen Teilflächen insbesondere im Vorkommen von *Lamium galeobdolon*, *Millium effusum* und *Poa chaixii*.

*Euphorbia amygdaloides* und *Poa chaixii* sind seit 1997 aus den Sukzessionsquadraten der DBF verschwunden.

Die Fläche hat einen deutlichen Frühlingsaspekt mit *Anemone nemorosa*.

**Ergebnisse der DCA:**



**Abbildung 3.20.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1110 Wehingen mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.



### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1110	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	mittel (3-4)	schwankend
mgT	gering (5-5.5)	sehr schwach steigend
mgK	gering (3-3.5)	kein Trend
mgF	sehr gering (5)	kein Trend
mgR	mittel-groß (5-7)	schwankend
mgN	gering (5-5.5)	kein Trend

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

```

          DCA1      DCA2      r2 Pr(>r)
mgL -0.924203  0.381902  0.3607 <0.001 ***
mgT  0.890172 -0.455624  0.4904 <0.001 ***
mgK  0.854273  0.519825  0.1770  0.010 **
mgF  0.064163 -0.997939  0.0015  0.959
mgR -0.690493  0.723339  0.0719  0.144
mgN -0.362878 -0.931837  0.3100 <0.001 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
P values based on 1000 permutations.

```

### Interpretation:

In einigen Teilquadraten zeigt sich bis 1997 eine schwache Abnahme der Reaktionszahl (Abnahme von *Galium odoratum* und Zunahme von *Oxalis acetosella*), die 2004 meist wieder rückläufig war. Die Teilflächen 5 und 6 setzten sich durch geringere N-Werte und höhere F-Werte leicht von den anderen Teilflächen ab. Insgesamt sind die Veränderungen zwischen 1985 und 2004 als gering einzustufen.

DBF 1120 – Balingen (extensiv)

**Kurzbeschreibung Bestand:**

Waldtyp: Laubwald. Dominante Baumart: Rotbuche  
 Soziologie (1997): *Hordelymo-Fagetum*, mit *Mercurialis*  
 Bodentyp: Rendzina (Weißjura epsilon); Humusform: L-Mull

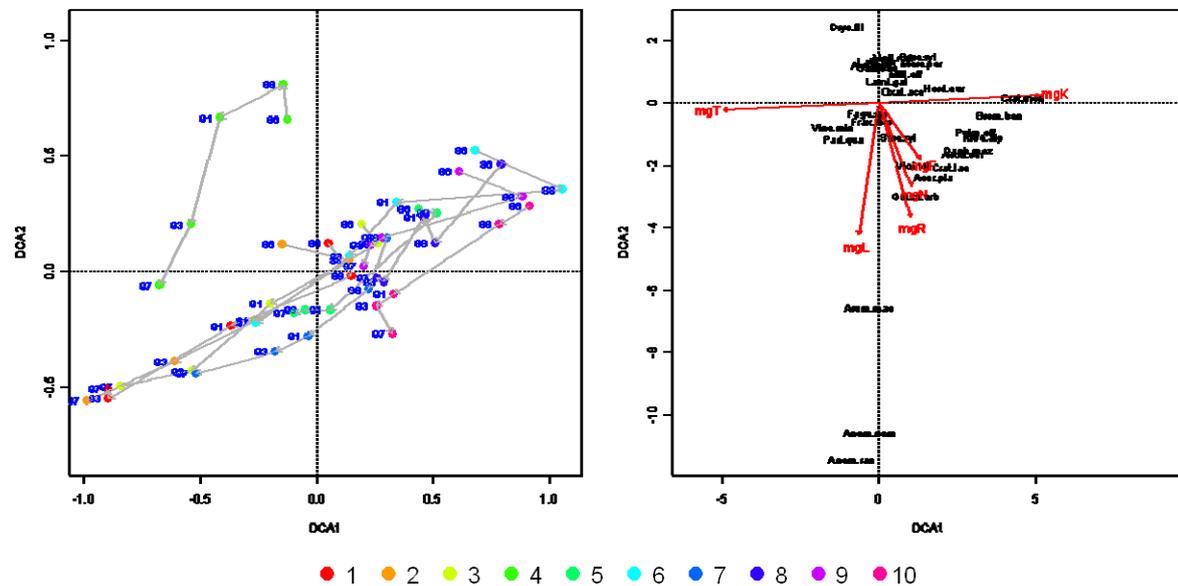
**Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:**

In den Sukzessionsquadraten der DBF wurden 32 Arten nachgewiesen. Häufig in der Krautschicht zu finden sind vor allem junge Pflanzen der Baumarten *Fagus sylvatica* und *Fraxinus excelsior*. Häufige Krautarten sind *Galium odoratum* (abnehmend, 1997 wieder zunehmend), *Hordelymus europaeus* (abnehmend), *Mercurialis perennis* (abnehmend), *Milium effusum* (abnehmend) und *Oxalis acetosella*.

*Vinca minor* ist in den Teilquadraten 1-7 vorhanden und zeigt eine Zunahme der Deckungswerte. Die Fläche hat einen Frühlingsaspekt mit *Anemone nemorosa*.

**Ergebnisse der DCA:**

Teilfläche 4 unterscheidet sich von den anderen Teilflächen durch das Vorkommen von *Dryopteris filix-mas*. Es zeigt sich der Trend einer zunehmenden Temperatur- und Lichtzahl und einer abnehmenden Kontinentalitätszahl.



**Abbildung 3.21.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1120 Balingen mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.



### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1120	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	gering (~3.5)	leicht steigend
mgT	gering (5-5.5)	leicht steigend
mgK	gering-mittel (2.5-3.5)	leicht abnehmend
mgF	sehr gering (5)	kein Trend
mgR	gering-mittel (6-7)	kein Trend
mgN	gering (~6)	kein Trend

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

```

          DCA1      DCA2      r2 Pr(>r)
mgL -0.968201 -0.250174 0.3462 <0.001 ***
mgT -0.931741  0.363124 0.8513 <0.001 ***
mgK  0.924125 -0.382091 0.8846 <0.001 ***
mgF  0.330263 -0.943889 0.1726  0.014 *
mgR -0.286951 -0.957945 0.1485  0.037 *
mgN  0.019011 -0.999819 0.1042  0.101
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
P values based on 1000 permutations.

```

### Interpretation:

Die Fläche zeigt eine Zunahme von *Vinca minor* und der Deckung an Gehölzarten in der Krautschicht. Die Veränderungen der Temperatur- und Kontinentalitätszahl sind vermutlich in einer Veränderung der Lichtbedingungen (Auflichtung) im Bestand begründet (angrenzende Schonung). Auffallend ist der Rückgang von *Galium odoratum*, *Milium effusum* und *Hordelymus europaeus*.

DBF 1130 – Bad-Urach (extensiv)

**Kurzbeschreibung Bestand:**

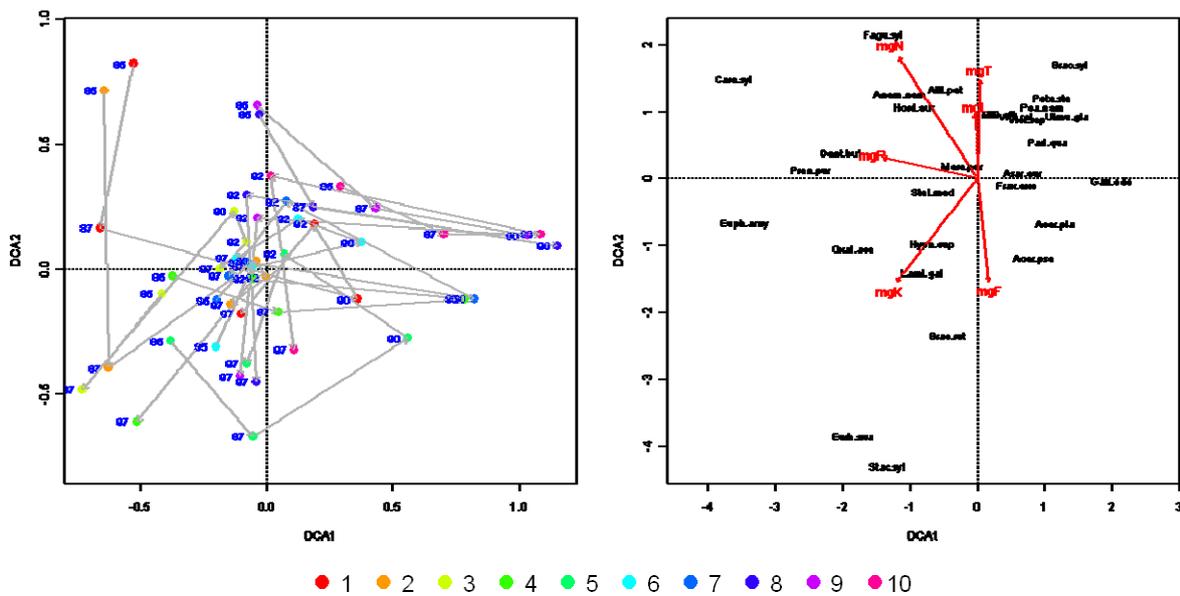
Waldtyp: Laubwald. Dominante Baumart: Rotbuche  
 Soziologie (1997): *Hordelymo-Fagetum*, mit *Mercurialis*  
 Bodentyp: Terra fusca-Rendzina (Weißjura epsilon); Humusform: L-Mull

**Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:**

In den Sukzessionsquadraten der DBF wurden 32 Arten nachgewiesen. Häufig in der Krautschicht zu finden sind vor allem junge Pflanzen der Baumarten *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus* und *Fraxinus excelsior*. Insbesondere *Fraxinus excelsior* hat über die Jahre stark zugenommen. In den Sommeraufnahmen ist eine starke Zunahme der Deckung von *Mercurialis perennis* festzustellen.

Der Frühlingsaspekt wird von *Anemone nemorosa* und *Ranunculus ficaria* gebildet.

**Ergebnisse der DCA:**



**Abbildung 3.22.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1130 Bad Urach mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.



### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1130	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	gering-mittel (2.5-3.5)	kein Trend
mgT	gering (5-5.5)	kein Trend
mgK	gering-mittel (2.5-3.5)	kein Trend
mgF	sehr gering (5)	kein Trend
mgR	gering-mittel (6.5-7.5)	kein Trend (kleines Tief 1990)
mgN	mittel (6-7)	kein Trend

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

```

          DCA1      DCA2      r2 Pr(>r)
mgL  0.68806  0.72565  0.0110  0.769
mgT  0.29750  0.95472  0.0561  0.264
mgK -0.56089 -0.82789  0.3511 <0.001 ***
mgF -0.20819 -0.97809  0.2186  0.003 **
mgR -0.96686  0.25531  0.2304  0.003 **
mgN -0.62861  0.77772  0.2701 <0.001 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
P values based on 1000 permutations.

```

### Interpretation:

Die DBF zeigt geringe bis mittlere räumliche Unterschiede zwischen den einzelnen Teilquadraten, aber keine auffallenden zeitlichen Trends. Bemerkenswert ist die starke Zunahme von *Mercurialis perennis*.

DBF 1160 – Giengen (intensiv)

**Kurzbeschreibung Bestand:**

Waldtyp: Laubwald. Dominante Baumart: Rotbuche  
 Soziologie (1997): *Carici-Fagetum*  
 Bodentyp: Rendzina-Terra fusca (Weißjura epsilon); Humusform: F-Mull

**Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:**

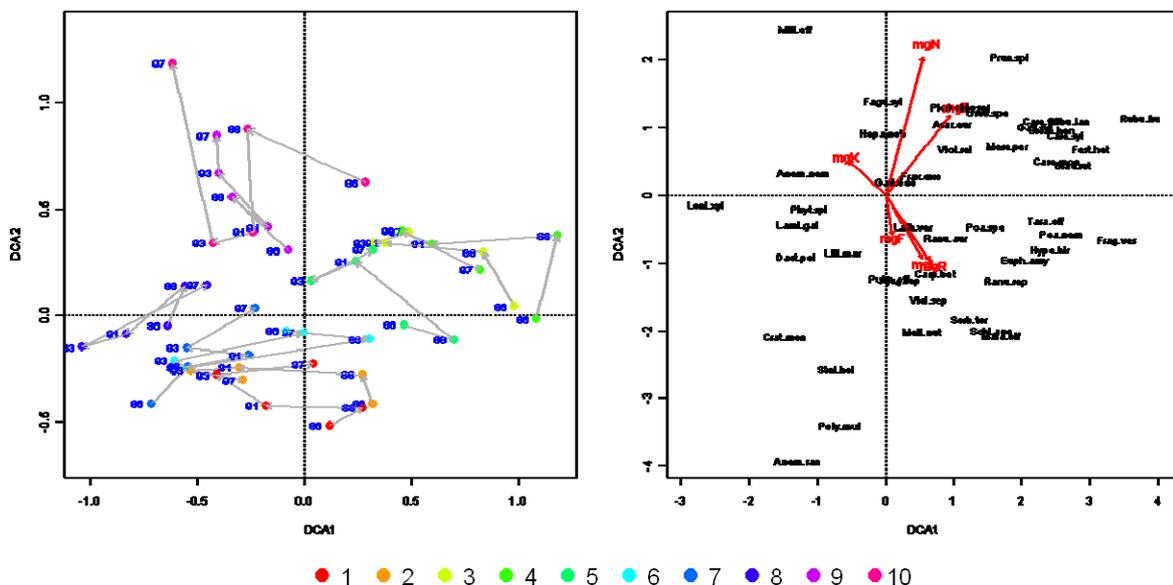
In den Sukzessionsquadraten der DBF wurden 49 Arten nachgewiesen. Die meisten davon allerdings nur mit geringer Deckung und in wenigen Teilquadraten. Häufig in der Krautschicht zu finden sind Jungpflanzen einiger Baumarten (*Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Fagus sylvatica*, *Carpinus betulus*). Die Baumarten haben aber meist nur geringe Deckungen.

Häufige Krautarten sind *Galium odoratum*, *Lamium galeobdolon*, *Hepatica nobilis*, *Asarum europaeum* (abnehmend) und *Euphorbia amygdaloides* (abnehmend). Die Krautschicht der DBF ist etwas inhomogen.

Der Frühlingsaspekt wird von *Anemone nemorosa* gebildet.

**Ergebnisse der DCA:**

Die DCA zeigt die Inhomogenität der Krautschicht und die dadurch bedingten starken räumlichen Unterschiede zwischen den Sukzessionsquadraten. Es lassen sich drei Gruppen bilden: Teilfläche (TF) 1-2 und 6-8 (Gruppe 1); TF 3-5 (Gruppe 2) und TF 9-10 (Gruppe 3).



**Abbildung 3.23.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1160 Giengen mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.



### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1160	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	mittel (3-4)	kein Trend (bis 1992 sehr leicht abnehmend)
mgT	gering (5-5.5)	kein Trend
mgK	mittel (3-4)	kein Trend
mgF	sehr gering (4.75-5)	kein Trend
mgR	gering (6.5-7)	kein Trend
mgN	sehr gering-gering (5-5.5)	kein Trend

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

```

          DCA1      DCA2      r2 Pr(>r)
mgL  0.49678 -0.86788 0.0884 0.147
mgT  0.62473  0.78084 0.1746 0.018 *
mgK -0.72597  0.68772 0.0414 0.406
mgF  0.17220 -0.98506 0.0267 0.552
mgR  0.56142 -0.82753 0.1018 0.105
mgN  0.26047  0.96548 0.3409 <0.001 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
P values based on 1000 permutations.

```

### Interpretation:

Die DBF zeigt geringe bis mittlere räumliche Unterschiede (Licht, Nährstoffe) zwischen den einzelnen Teilquadraten, aber keine auffallenden zeitlichen Trends.

DBF 1190 – Aalen (extensiv)

**Kurzbeschreibung Bestand:**

Waldtyp: Laubwald. Dominante Baumarten: Rotbuche, Traubeneiche  
 Soziologie (1997): *Asperulo-Fagetum*, mit *Lamiaeum galeobdolon*  
 Bodentyp: Braunerde über Pseudogley-Pelosol (Braunjura alpha); Humusform: L-Mull

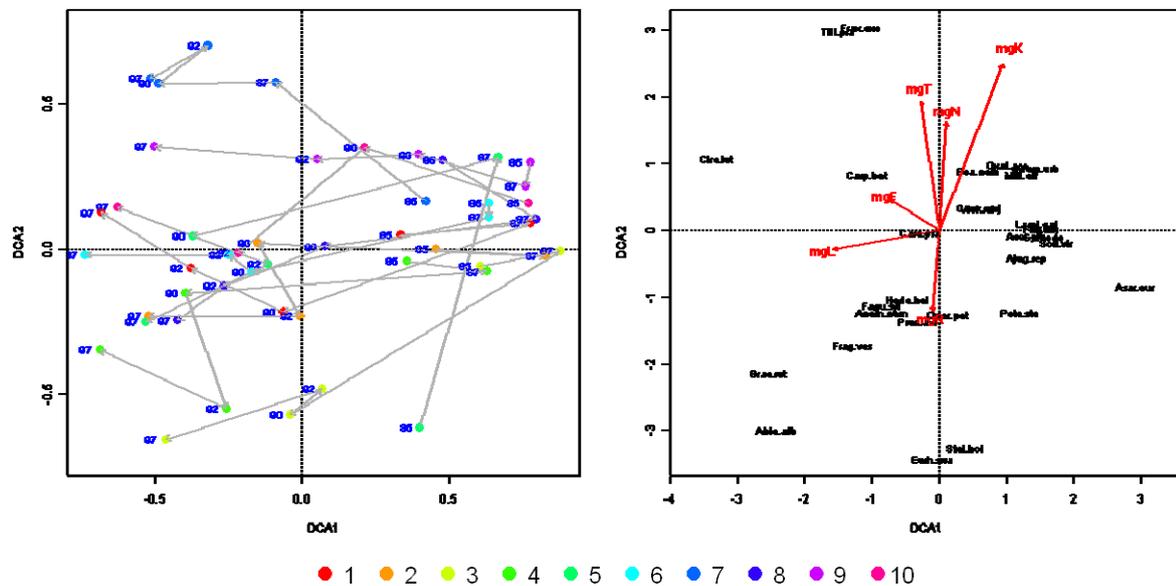
**Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:**

In den Sukzessionsquadraten der DBF wurden 33 Arten nachgewiesen. Die Fläche zeigt eine starke Naturverjüngung mit *Carpinus betulus* und *Fagus sylvatica*. Daneben treten in der Krautschicht *Quercus petraea* und *Tilia platyphyllos* auf. Dominante Krautarten sind *Galium odoratum* (abnehmend), *Convallaria majalis* (abnehmend), *Hedera helix* (zunehmend), *Lamiaeum galeobdolon* (abnehmend) und *Milium effusum* (abnehmend).

Der Frühlingsaspekt auf der DBF wird von *Anemone nemorosa* bestimmt.

**Ergebnisse der DCA:**

Die Ordination der Sukzessionsquadrate zeigt die räumlichen Unterschiede zwischen den Teilquadraten und einen einheitlichen, in eine Richtung verlaufenden Entwicklungstrend auf der DBF.



**Abbildung 3.24.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1190 Aalen mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.



### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1190	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	gering-mittel (3.5-4.5)	kein Trend
mgT	mittel (5-6)	kein Trend
mgK	mittel (2.5-3.5)	kein Trend (1997 abnehmend)
mgF	mittel (4.5-5.5)	kein Trend (schwankend)
mgR	mittel (6.5-7.5)	kein Trend (Tief im Jahr 1990, seit 1990 zunehmend)
mgN	mittel (5.5-6.5)	kein Trend (schwankend, zeitweise stärkere räumliche Unterschiede)

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

```

          DCA1      DCA2      r2 Pr(>r)
mgL  0.0095663  0.9999542  0.6976 <0.001 ***
mgT -0.4372585  0.8993359  0.5511 <0.001 ***
mgK -0.9507430  0.3099803  0.6308 <0.001 ***
mgF  0.5491137 -0.8357477  0.2350  0.005 **
mgR  0.7177530 -0.6962978  0.2264  0.009 **
mgN -0.3146737 -0.9491999  0.1080  0.106
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
P values based on 1000 permutations.

```

### Interpretation:

Als gemeinsamer Entwicklungstrend ist vor allem die Deckungszunahme von Hainbuche und Rotbuche, sowie des Efeus feststellbar. Gleichzeitig gehen *Galium odoratum*, *Lamiaeum galeobdolon* und *Milium effusum* in ihrer Deckung zurück.

DBF 1240 – Stühligen (extensiv)

**Kurzbeschreibung Bestand:**

Waldtyp: Laubwald. Dominante Baumart: Rotbuche  
 Soziologie (1997/2004): *Carici-Fagetum*  
 Bodentyp: Braunerde-Pelosol (oberer Muschelkalk); Humusform: F-Mull

**Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:**

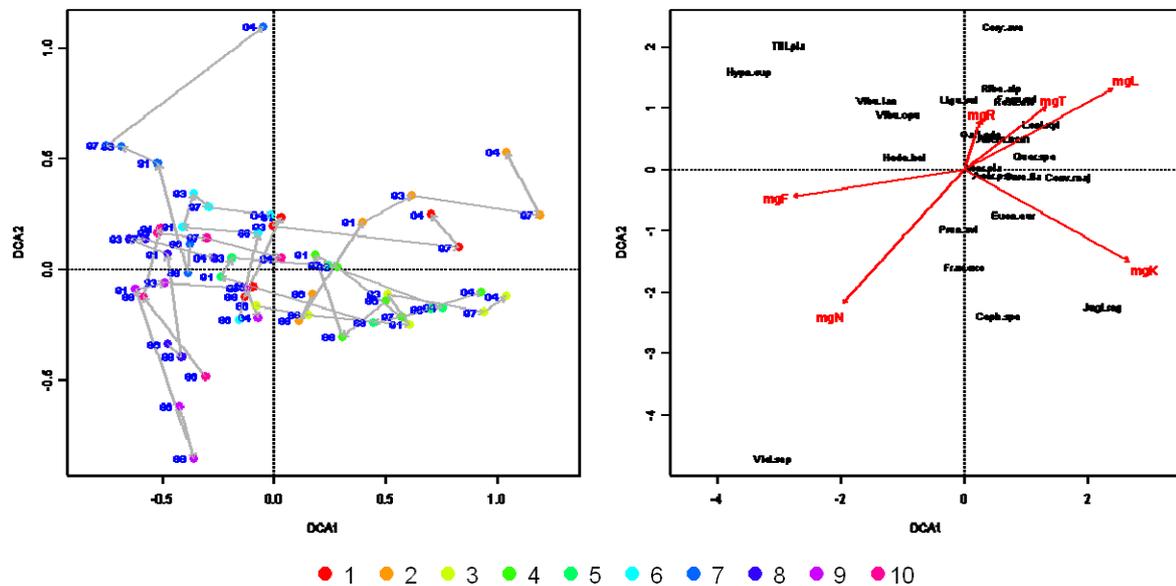
In den Sukzessionsquadraten der DBF wurden 30 Arten nachgewiesen. Häufig in der Krautschicht zu finden sind vor allem junge Pflanzen der Baumarten *Acer pseudoplatanus* (zunehmend), *Fagus sylvatica* (zunehmend) und *Fraxinus excelsior* (abnehmend).

Die Artenzusammensetzung der Teilquadrate ist deutlich heterogen. Die Teilquadrate 1-5 sind geprägt durch *Hedera helix* und *Lonicera xylosteum*, die Teilquadrate 6-10 durch *Convallaria majalis* (zunehmend) und *Carex flacca*.

Der Frühlingsaspekt wird von *Anemone nemorosa* und *Ranunculus ficaria* gebildet.

**Ergebnisse der DCA:**

Die DCA zeigt die zunehmenden Unterschiede zwischen den Teilquadraten 1-5 und den Teilquadraten 6-10.



**Abbildung 3.25.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1240 Stühligen mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.



### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1240	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	gering-mittel (4-4.75)	kein Trend
mgT	gering (5-5.5)	kein Trend
mgK	mittel (2-3)	kein Trend
mgF	mittel (4.5-5.5)	kein Trend
mgR	gering-mittel (6.5-7.5)	kein Trend
mgN	groß (5-7)	kein Trend

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

```

          DCA1      DCA2      r2 Pr(>r)
mgL  0.990219  0.139519  0.6057 <0.001 ***
mgT  0.958077 -0.286510  0.2090  0.003 **
mgK  0.945546 -0.325489  0.7861 <0.001 ***
mgF -0.998441 -0.055809  0.7200 <0.001 ***
mgR  0.293861  0.955848  0.1859  0.007 **
mgN -0.861721 -0.507382  0.6042 <0.001 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
P values based on 1000 permutations.

```

### Interpretation:

Auffallend sind die zunehmenden räumlichen Unterschiede zwischen den Teilquadraten, die vor allem durch die Nährstoffbedingungen hervorgerufen werden. Die starken räumlichen Unterschiede überlagern bei der Interpretation der Zeigerwerte den zeitlichen Trend.

*DBF 1241 – Waldshut-Tiengen (extensiv)*

**Kurzbeschreibung Bestand:**

Waldtyp: Laubwald. Dominante Baumart: Rotbuche  
 Soziologie (1997): *Asperulo-Fagetum*, Übergang zum *Luzulo-Fagetum*, *Ilex aquifolium*-Fazies  
 Bodentyp: Braunerde (Pleistozän); Humusform: F-Mull

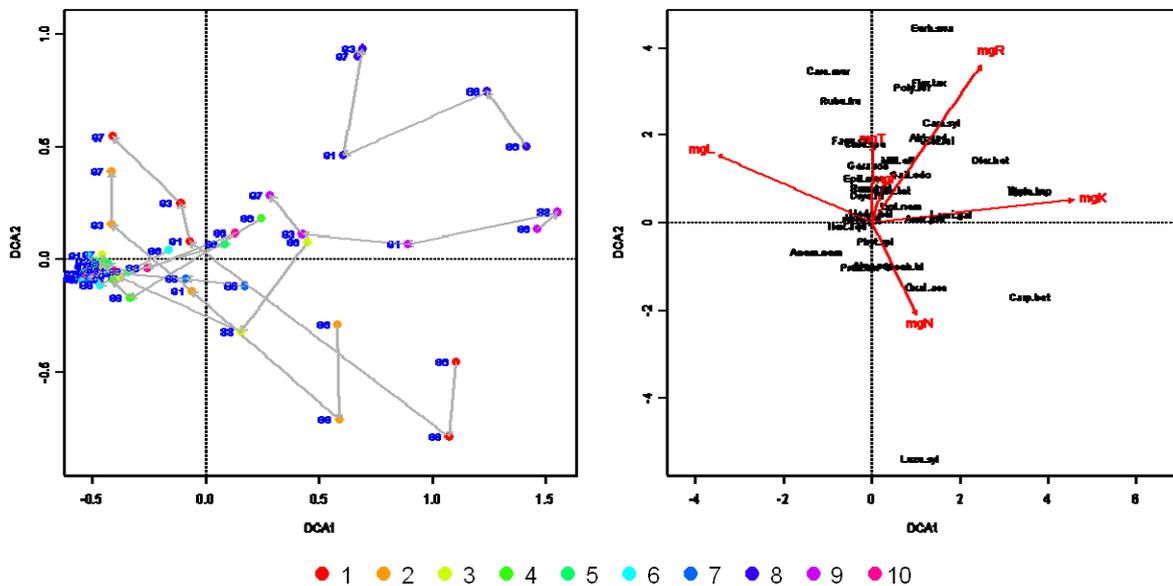
**Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:**

Die Sukzessionsquadrate der DBF werden von hohen Deckungswerten der Stechpalme (*Ilex aquifolium*) in der Kraut- bzw. Strauchschicht dominiert. Die Deckungswerte dieser Art sind generell zunehmend und haben sich in einigen Teilquadraten verdoppelt.

Bei den Krautarten ist ein genereller Rückgang von *Galium odoratum*, *Lamiaeum galeobdolon* und *Oxalis acetosella* festzustellen. Dieser ist z.T. durch die starke Zunahme von *Ilex* begründet.

**Ergebnisse der DCA:**

Die DCA zeigt vor allem die (abnehmenden) Unterschiede zwischen den Sukzessionsquadraten. Besonders die Teilflächen 1, 2, 8 und 9 hatten in den ersten Jahren geringere Deckungsanteile von *Ilex aquifolium*.



**Abbildung 3.26.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1241 Waldshut-Tiengen mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.



### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1241	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	groß-mittel (2-4)	bis 1997 zunehmend
mgT	sehr gering (5)	kein Trend
mgK	groß-mittel (2-4)	bis 1997 abnehmend
mgF	gering (~5)	kein Trend
mgR	groß (4-6)	kein Trend
mgN	gering-mittel (5-5.75)	kein Trend

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

```

          DCA1      DCA2      r2 Pr(>r)
mgL  0.127432 -0.991847 0.8162 <0.001 ***
mgT  0.325988 -0.945374 0.0419  0.368
mgK -0.194409  0.980921 0.6241 <0.001 ***
mgF  0.313311 -0.949651 0.0005  0.995
mgR -0.018151  0.999835 0.3408  0.001 ***
mgN -0.144394  0.989520 0.3070  0.001 ***
----
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
P values based on 1000 permutations.

```

### Interpretation:

Die DBF wird von den hohen und zunehmenden Deckungsanteilen der Stechpalme geprägt. Diese wirken sich negativ auf die Deckungsanteile anderer Krautarten aus. Die räumlichen Unterschiede zwischen den Sukzessionsquadraten werden mit der generellen Zunahme von *Illex* geringer.

DBF 1250 – Donaueschingen (extensiv)

**Kurzbeschreibung Bestand:**

Waldtyp: Nadelwald. Dominante Baumart: Tanne  
 Soziologie: *Galio-Abietum* (1997);  
 anthropogener Tannen-Fichtenbestand, potenziell: *Hordelymo-Fagetum* (2004)  
 Bodentyp: Rendzina-Terra fusca (Mittlerer Muschelkalk); Humusform: L-Mull

**Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:**

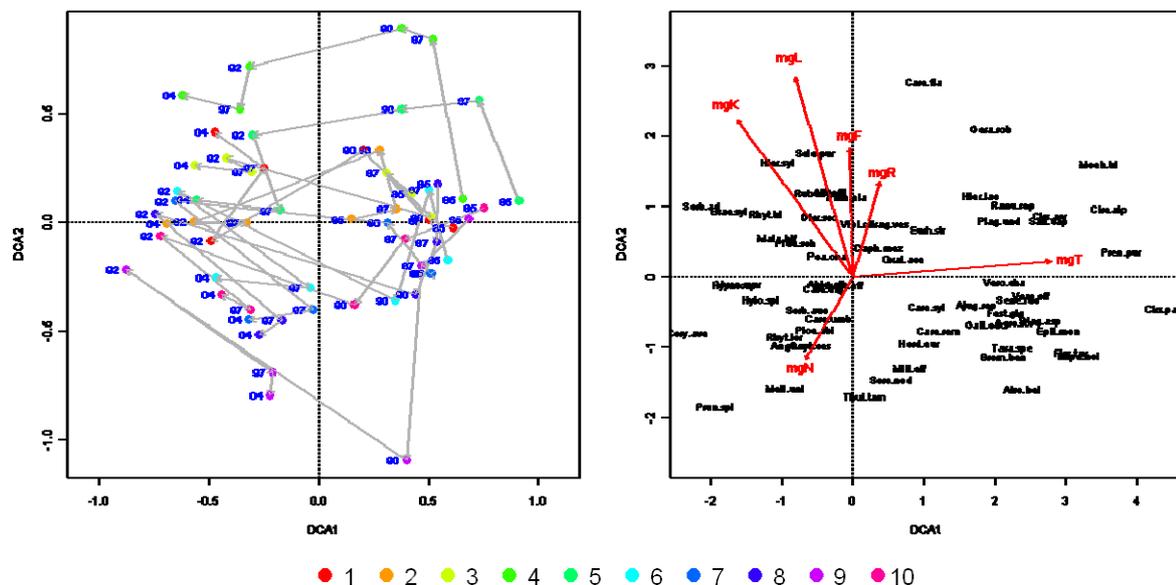
Mit insgesamt 64 Arten handelt es sich um eine sehr artenreiche DBF. Auffallend ist auch der hohe Deckungsanteil der Moose.

Dominante Moosarten sind *Eurhynchium striatum*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus loreus*, *R. triquetrus* und *Thuidium tamariscinum*. Auffallend sind die extremen Deckungsschwankungen in der Mooschicht (vor allem in den Jahren 1987, 1990 und 1992). Diese könnten durch eine Kalkung der Fläche hervorgerufen worden sein.

Bei den Krautarten hat *Fragaria vesca* sehr hohe Deckungsanteile, die im Laufe der Jahre stark abgenommen haben. Andere Krautarten sind *Galium odoratum* (abnehmend), *Ajuga reptans* (abnehmend), *Bromus benekenii* (abnehmend), *Carex flacca* (abnehmend), *Oxalis acetosella* (schwankend) und *Rubus ideaus* (zunehmend).

**Ergebnisse der DCA:**

Die DCA zeigt starke räumliche Unterschiede zwischen den Sukzessionsquadraten und eine sehr drastische Veränderung der Vegetation von 1987 (über 1990) nach 1992.



**Abbildung 3.27.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1250 Donaueschingen mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.



### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1250	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	groß (2.5-5.5)	kein Trend
mgT	gering (~5)	kein Trend (sehr leicht abnehmend)
mgK	mittel-groß (3-4.25)	kein Trend
mgF	gering (5-5.5)	kein Trend
mgR	mittel-groß (4.5-6)	kein Trend
mgN	gering-mittel (5.25-6)	kein Trend

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

```

          DCA1      DCA2      r2 Pr(>r)
mgL -0.277022  0.960864  0.3540 <0.001 ***
mgT  0.996867  0.079094  0.3184 <0.001 ***
mgK -0.593791  0.804620  0.3119 <0.001 ***
mgF -0.025972  0.999663  0.1362  0.018 *
mgR  0.269064  0.963122  0.0797  0.098 .
mgN -0.498156 -0.867087  0.0748  0.104
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
P values based on 1000 permutations.

```

### Interpretation:

Neben den großen Unterschieden zwischen den Teilquadraten der DBF fällt vor allem eine starke Veränderung der Vegetation in den Jahren 1990 und 1992 auf.

Wie eine Anmerkung im Gutachten 1997 (Thomas & Kübler-Thomas 1998) zeigt, kann bei den Moosen eine falsche Ansprache der Arten *Thuidium tamariscinum* und *Hylocomium splendens* nicht ausgeschlossen werden.

DBF 1260 – Sulz (intensiv)

**Kurzbeschreibung Bestand:**

Waldtyp: Mischwald. Dominante Baumarten: Rotbuche, Tanne, Bergahorn  
 Soziologie (1997): *Asperulo-Fagetum*, mit *Lamiastrum galeobdolon*  
 Bodentyp: Rendzina (Oberer Muschelkalk); Humusform: F-Mull

**Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:**

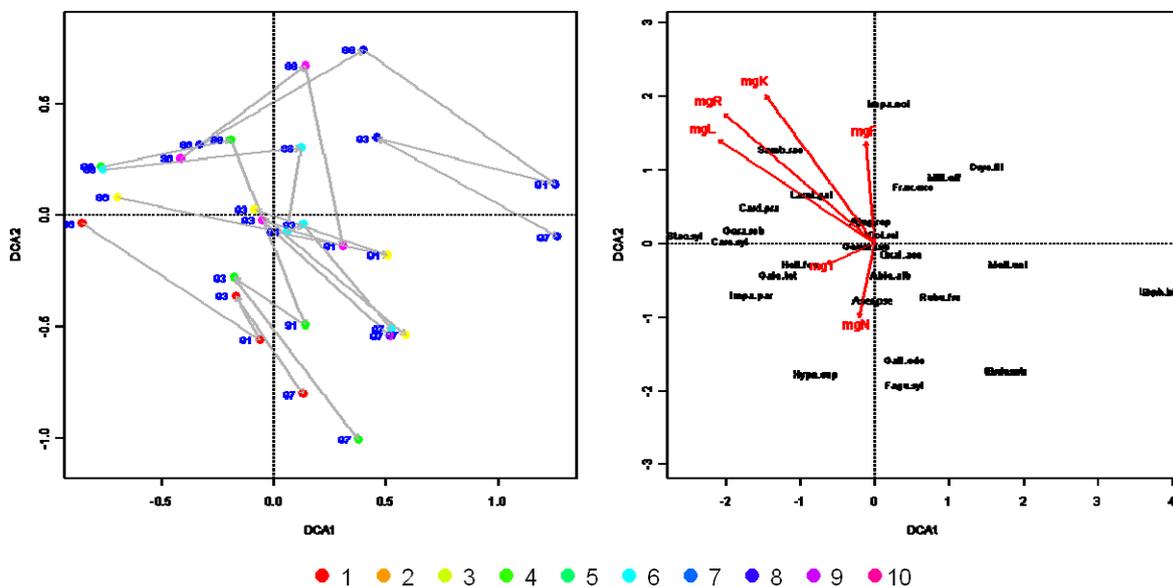
In der DBF wurden insgesamt 31 Arten nachgewiesen. Vor allem die Baumarten *Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica* und *Fraxinus excelsior* zeigen eine gute Verjüngung. Auf der DBF befinden sich nur 6 Sukzessionsquadrate, die bezüglich der Zusammensetzung der Krautschicht recht heterogen sind.

Auffallend ist das Vorkommen von einigen nährstoffzeigenden Arten wie z.B. *Geranium robertianum*, *Galium aparine* und *Impatiens*. *Geranium robertianum* hat aber nach 1987 auffallend an Deckung abgenommen. *Impatiens nolitangere* und *Lamiastrum galeobdolon* zeigen auffallende Deckungsschwankungen.

Zunehmende Deckungswerte in allen Sukzessionsquadraten zeigt *Melica uniflora*.

**Ergebnisse der DCA:**

Die DCA zeigt die Unterschiede zwischen den Sukzessionsquadraten und die starken jährlichen Schwankungen bei der Deckung einiger dominanter Krautarten.



**Abbildung 3.28.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1260 Sulz mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.



### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1260	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	mittel (2.75-4)	stark abnehmend
mgT	gering (5-5.5)	kein Trend
mgK	mittel (3-4)	abnehmend? (stark schwankend)
mgF	mittel (5-6)	kein Trend (stark schwankend)
mgR	mittel (5.75-7)	stark abnehmend
mgN	gering-mittel (5.75-6.25)	kein Trend

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

```

          DCA1      DCA2      r2 Pr(>r)
mgL -0.989694  0.143197  0.7510 <0.001 ***
mgT -0.901482 -0.432816  0.0763  0.375
mgK -0.998822  0.048523  0.6136 <0.001 ***
mgF -0.912179  0.409792  0.1487  0.164
mgR -0.989380  0.145351  0.7160 <0.001 ***
mgN -0.291234 -0.956652  0.0511  0.546
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
P values based on 1000 permutations.

```

### Interpretation:

Trotz der Unterschiede zwischen den Sukzessionsquadraten ist als Trend ein Rückgang der Licht-, Kontinentalitäts- und Reaktionszahl feststellbar. Dies könnte mit einem mit der Zeit zunehmenden Kronenschluß des Bestandes zutun haben. Auffallend sind die starken Deckungsschwankungen einiger dominanter Krautarten (*Geranium robertianum*, *Lamiastrum*, *Impatiens noli-tangere*)

*DBF 1261 – Horb (intensiv)*

**Kurzbeschreibung Bestand:**

Waldtyp: Laubwald. Dominante Baumarten: Rotbuche, Tanne  
 Soziologie (1997): *Carici-Fagetum*  
 Bodentyp: Terra fusca-Rendzina (Oberer Muschelkalk); Humusform: F-Mull

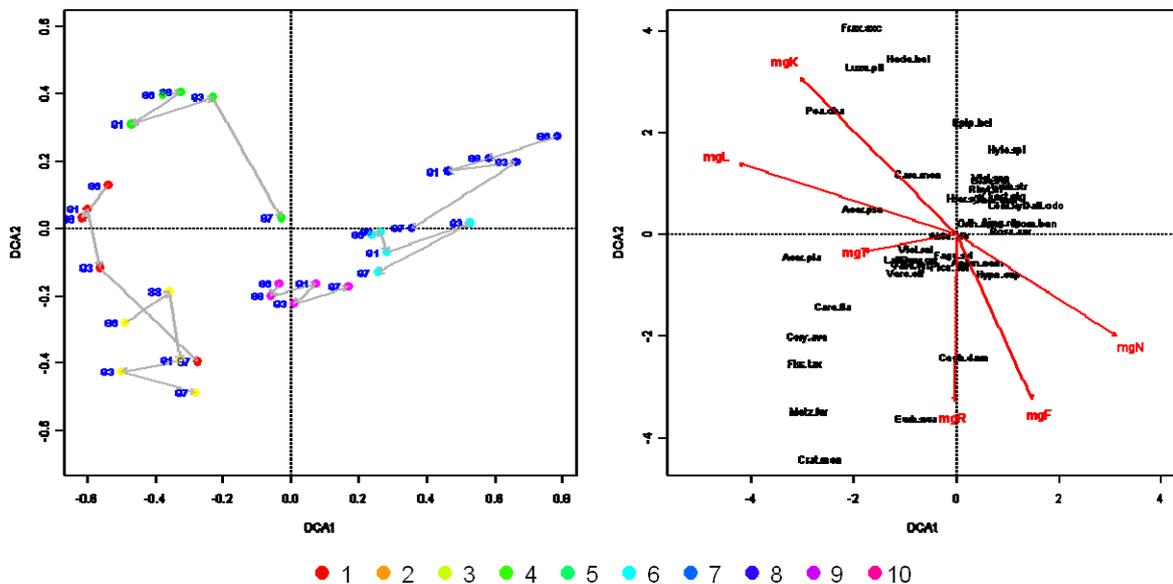
**Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:**

Auf den Sukzessionsquadraten der DBF wurden bisher 39 Arten nachgewiesen. Vor allem *Fagus sylvatica* zeigt eine gute Verjüngung, aber auch *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus* und *A. platanoides* sind in der Krautschicht zu finden.

Die Artenzusammensetzung der 6 Sukzessionsquadrate ist recht verschieden. Häufige Arten sind *Galium odoratum*, *Carex montana* (abnehmend) und *Lathyrus vernus*. Im Frühlingsaspekt zeigt sich auch *Anemone nemorosa*.

**Ergebnisse der DCA:**

Die DCA zeigt die Unterschiede zwischen den Sukzessionsquadraten, die sich vor allem in ihren Licht- und Nährstoffbedingungen unterscheiden. Die zeitlichen Veränderungen sind eher gering.



**Abbildung 3.29.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1261 Horb mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.



### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1261	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	mittel (3-4)	kein Trend (sehr leicht abnehmend)
mgT	sehr gering (~5)	kein Trend
mgK	mittel (2-3)	leicht abnehmend
mgF	gering (4.5-5)	kein Trend (sehr leicht steigend)
mgR	mittel-groß (5.5-7)	leicht steigend?
mgN	mittel (4-5)	kein Trend (sehr leicht steigend)

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

```

          DCA1      DCA2      r2 Pr(>r)
mgL -0.950610  0.310389  0.9244 <0.001 ***
mgT -0.983702 -0.179805  0.1527  0.134
mgK -0.702014  0.712163  0.8699 <0.001 ***
mgF  0.418003 -0.908446  0.5875 <0.001 ***
mgR -0.012965 -0.999916  0.4986 <0.001 ***
mgN  0.840196 -0.542282  0.6393  0.001 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
P values based on 1000 permutations.

```

### Interpretation:

Die DBF zeigt große Unterschiede zwischen den Sukzessionsquadraten, die sich vor allem in den Licht-, Reaktions- und Nährstoffbedingungen unterscheiden. Die zeitlichen Veränderungen der Sukzessionsquadrate sind gering. Auffallend ist die generelle Abnahme der Deckungswerte von *Carex montana*.

*DBF 1270 – Wiernsheim (extensiv)*

**Kurzbeschreibung Bestand:**

Waldtyp: Laubwald. Dominante Baumart: Rotbuche  
 Soziologie (1997): *Carici-Fagetum*  
 Bodentyp: Terra fusca (Oberer Muschelkalk); Humusform: F-Mull

**Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:**

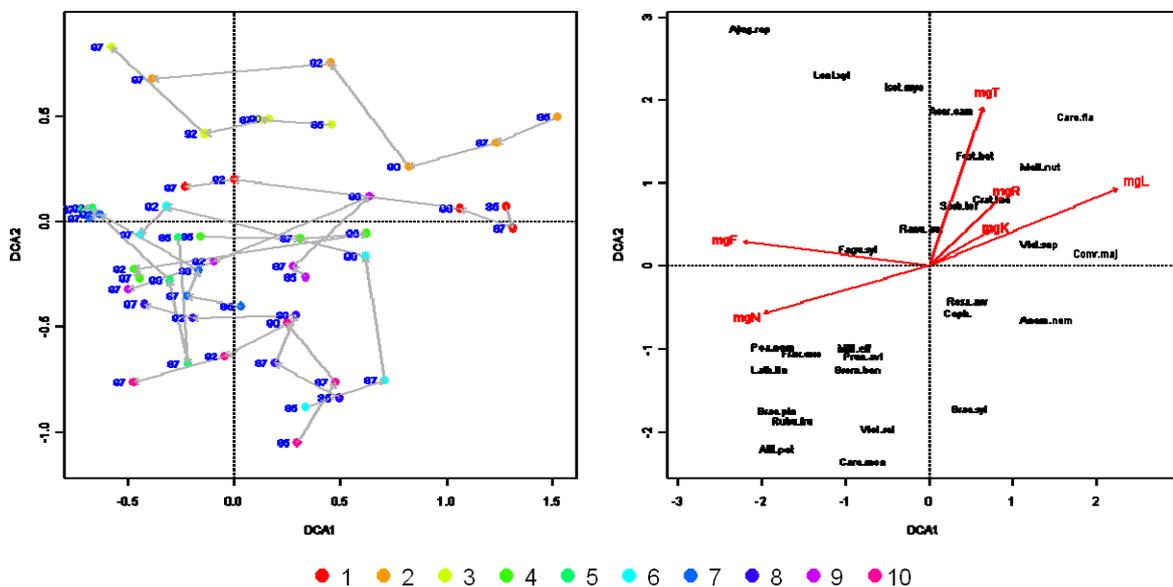
Auf den Sukzessionsquadraten der DBF wurden insgesamt 31 Arten nachgewiesen, von denen aber nur wenige regelmäßig und mit höheren Deckungswerten vorkommen.

*Fagus sylvatica* verjüngt sich gut und hat in einigen Teilflächen die Strauchschicht erreicht. Regelmäßig in der Krautschicht findet man *Rosa arvensis*. Andere Baum- und Straucharten kommen nur sporadisch vor (z.B. *Acer campestre*, *Sorbus torminalis*).

Regelmäßig auftretenden Krautarten sind *Brachypodium pinnatum*, *Convallaria majalis* und *Viola*.

**Ergebnisse der DCA:**

Die DCA zeigt die starken Unterschiede zwischen den Sukzessionsquadraten und einen eher gleichmäßigen Trend in der Gesamtentwicklung.



**Abbildung 3.30.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1270 Wiernsheim mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.



### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1270	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	mittel (4-5)	leicht abnehmend, Unterschiede abnehmend
mgT	gering (5-5.5)	kein Trend
mgK	mittel (2-3)	kein Trend
mgF	gering (4.5-5)	sehr leicht steigend
mgR	mittel (6.5-7.5)	kein Trend
mgN	mittel (4.5-5.5)	kein Trend

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

```

          DCA1      DCA2      r2 Pr(>r)
mgL -0.91800  0.39659  0.5897 <0.001 ***
mgT -0.31826  0.94800  0.5355 <0.001 ***
mgK -0.58795  0.80890  0.1715  0.052 .
mgF  0.98526 -0.17107  0.5847 <0.001 ***
mgR -0.68010  0.73312  0.0666  0.307
mgN  0.91915 -0.39390  0.3952 <0.001 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
P values based on 1000 permutations.

```

### Interpretation:

Die Teilquadrate unterscheiden sich vor allem durch das Auftreten zahlreicher sporadischer Arten mit geringer Deckung. Daneben ist auch ein schwacher räumlicher Gradient der Vegetationsausprägung zu sehen (DCA). Als zeitlicher Trend fallen vor allem die abnehmenden L-Werte und die etwas zunehmenden N-Werte auf.

DBF 1300 – Künzelsau (extensiv)

**Kurzbeschreibung Bestand:**

Waldtyp: Laubwald. Dominante Baumarten: Hainbuche, Rotbuche, Traubeneiche  
 Soziologie (1997): *Carici-Fagetum*  
 Bodentyp: Terra fusca (Oberer Muschelkalk); Humusform: F-Mull

**Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:**

Auf den Sukzessionsquadraten der DBF wurden insgesamt 40 Arten nachgewiesen, von denen aber nur wenige regelmäßig und mit höheren Deckungswerten vorkommen.

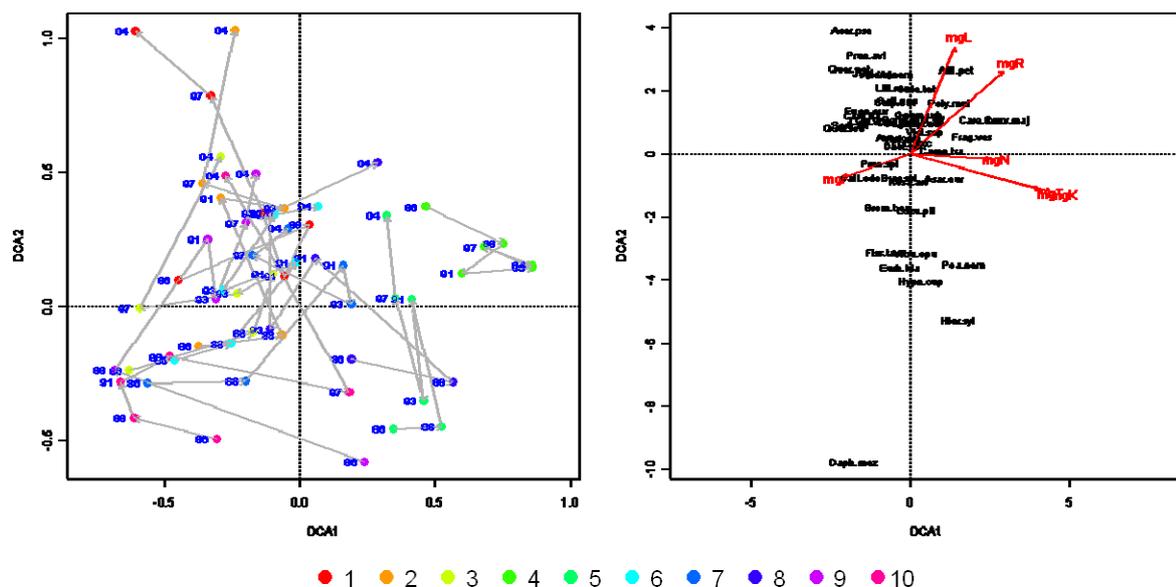
In der Krautschicht kommen 6 Baumarten vor, die aber alle nur in wenigen Sukzessionsquadraten und mit geringer Deckung auftreten. Keine der Baumarten erreicht bislang die Strauchschicht.

Von den Krautarten erreichen vor allem *Galium odoratum* (zurückgehend), *Asarum europeum* (zurückgehend) und *Sanicula europaea* (schwankend) höhere Deckungswerte. Völlig aus den Sukzessionsquadraten verschwunden sind *Bromus benekenii*, *Carex montana*, *Fragaria vesca* und *Poa nemoralis*.

Der Frühlingsaspekt der Fläche wird von *Anemone nemorosa* und *Arum maculatum* gebildet.

**Ergebnisse der DCA:**

Die DCA zeigt keinen klaren zeitlichen Trend und nur eine geringe räumliche Differenzierung. Die Teilflächen 4 und 6 stehen etwas abseits von den anderen. Insgesamt scheint es eine gewisse Differenzierung nach den Lichtverhältnissen zu geben, die aber durch starke zeitliche Schwankungen überlagert wird.



**Abbildung 3.31.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1300 Künzelsau mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.



### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1300	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	mittel (3-4)	steigend
mgT	gering (5.25-5.75)	kein Trend (leicht steigend)
mgK	mittel (3-4)	kein Trend (leicht steigend)
mgF	gering (~5)	kein Trend
mgR	gering (6.5-7)	kein Trend (sehr leicht steigend)
mgN	gering-mittel (5.25-6)	kein Trend

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

```

          DCA1      DCA2      r2 Pr(>r)
mgL  0.383859  0.923392  0.5317 <0.001 ***
mgT  0.961897 -0.273411  0.7048 <0.001 ***
mgK  0.964957 -0.262408  0.8386 <0.001 ***
mgF -0.945645 -0.325200  0.2008  0.008 **
mgR  0.742834  0.669476  0.6091 <0.001 ***
mgN  0.997385 -0.072278  0.2479 <0.001 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
P values based on 1000 permutations.

```

### Interpretation:

Die Zeigerwerte zeigen mittlere räumliche Unterschiede in Bezug auf die L- und K-Werte. Auch die Nährstoffbedingungen unterscheiden sich etwas zwischen den Sukzessionsquadraten. Insgesamt ist aber ausser den steigenden Lichtwerten kein zeitlicher Trend erkennbar. Auffallend ist der Rückgang von *Galium odoratum* und *Asarum europaeum*.

DBF 1310 – Crailsheim (extensiv)

**Kurzbeschreibung Bestand:**

Waldtyp: Laubwald. Dominante Baumart: Rotbuche  
 Soziologie (1997): *Asperulo-Fagetum*, mit *Lamiastrum galeobdolon*  
 Bodentyp: pseudovergleyter Braunerde-Pelosol (Unterer Keuper); Humusform: F-Mull

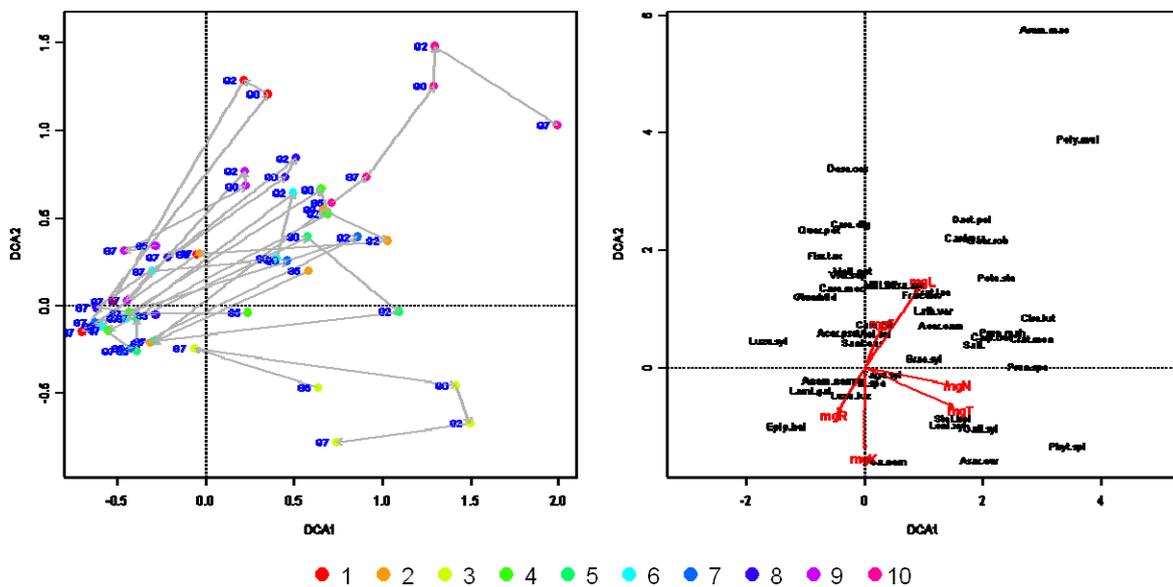
**Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:**

Auf den Sukzessionsquadraten der DBF wurden insgesamt 45 Arten nachgewiesen. Von den in der Krautschicht vorhandenen Baumarten treten nur *Fagus sylvatica* und *Fraxinus excelsior* regelmäßig mit geringer Deckung auf. Keine der vorhandenen Baumarten erreicht die Strauchschicht. Die auffallendste Entwicklung in der Krautschicht ist der starke Deckungsrückgang von *Lamiastrum galeobdolon* in den Jahren 1990 und 1992 (1-2 %), allerdings wurden 1997 wieder normale Deckungswerte von 15-20 % erreicht. *Sanicula europaea* und *Viola reichenbachiana* gehen in ihrer Deckung leicht zurück. Insgesamt ist die Krautschicht sehr heterogen (vor allem *Stellaria holostea* und *Asarum europaeum*).

Die auffallendste Entwicklung in der Krautschicht ist der starke Deckungsrückgang von *Lamiastrum galeobdolon* in den Jahren 1990 und 1992 (1-2 %), allerdings wurden 1997 wieder normale Deckungswerte von 15-20 % erreicht. *Sanicula europaea* und *Viola reichenbachiana* gehen in ihrer Deckung leicht zurück. Insgesamt ist die Krautschicht sehr heterogen (vor allem *Stellaria holostea* und *Asarum europaeum*).

**Ergebnisse der DCA:**

Die DCA zeigt vor allem zwei Auffälligkeiten: 1. TF 10 unterscheidet sich stark von allen anderen Teilflächen. Sie ist die einzige Teilfläche ohne *Lamiastrum*. 2. In den Jahren 1990 und 1992 hat es eine Veränderung der Vegetation gegeben, die 1997 z.T. wieder ausgeglichen wurde. Es handelt sich um den starken Rückgang von *Lamiastrum* in dieser Zeit.



**Abbildung 3.32.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1310 Crailsheim mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.



### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1310	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	mittel (3.25-4.25)	kein Trend (schwankend)
mgT	mittel (5-6)	kein Trend (schwankend)
mgK	mittel (3-4)	kein Trend (schwankend)
mgF	gering (~5)	kein Trend
mgR	gering-mittel (6.25-7)	kein Trend (schwankend)
mgN	mittel (5-6)	kein Trend

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

```

          DCA1      DCA2      r2 Pr(>r)
mgL  0.5597074  0.8286903  0.8196 <0.001 ***
mgT  0.9125110 -0.4090522  0.8428 <0.001 ***
mgK -0.0041382 -0.9999914  0.6304 <0.001 ***
mgF  0.3815399  0.9243524  0.1692  0.030 *
mgR -0.5199552 -0.8541935  0.2432  0.006 **
mgN  0.9804523 -0.1967572  0.6841 <0.001 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
P values based on 1000 permutations.

```

### Interpretation:

Die Fläche ist räumlich heterogen wofür Lichtflecken und nässere Senken verantwortlich sind. Es gibt keinen klaren zeitlichen Trend. Auffallend ist der Bestandseinbruch von *Lamium galeobdolon* in den Jahren 1990 und 1992, für den es aber kaum eine Erklärung gibt. Der Deckungseinbruch dieser Art ist bereits in den Frühlingsaufnahmen zu erkennen.

## DBF 1420 – Bad Säckingen (intensiv)

### Kurzbeschreibung Bestand:

Waldtyp: Laubwald. Dominante Baumarten: Rotbuche, Esche  
 Soziologie (1997): *Asperulo-Fagetum*, typische Ausbildung  
 Bodentyp: schwach pseudovergleyter Pelosol (Unterer Keuper); Humusform: L-Mull

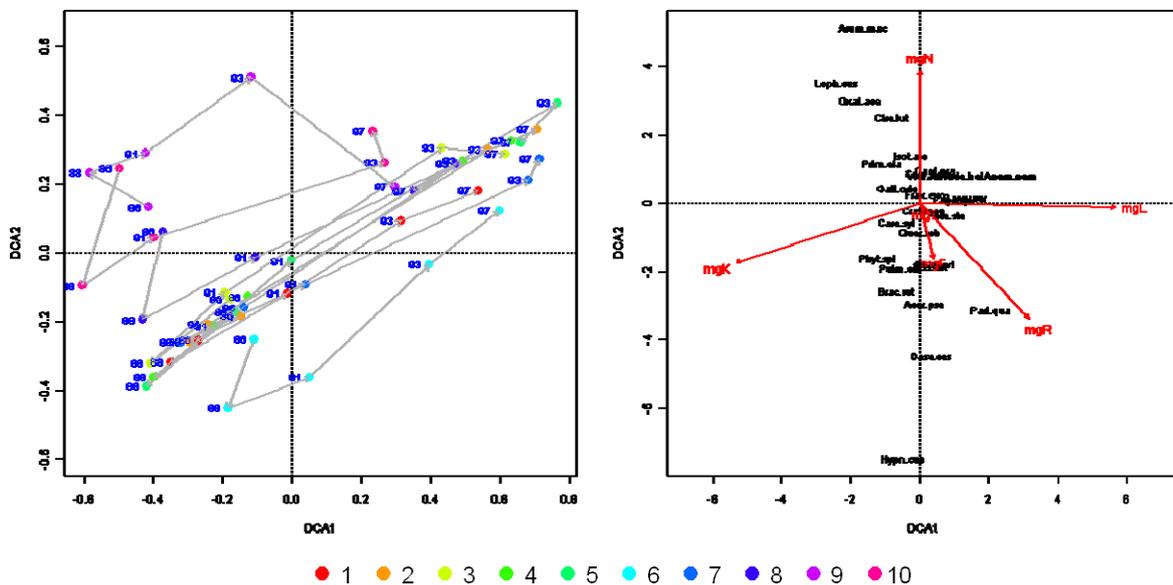
### Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:

Auf den Sukzessionsquadraten der DBF wurden insgesamt 29 Arten nachgewiesen. Von den in der Krautschicht vorhandenen Baumarten treten *Fagus sylvatica* und *Fraxinus excelsior* regelmäßig mit höheren Deckungswerten auf. *Fagus* erreicht 1997 auch die Strauchschicht.

Dominante Krautarten sind *Galium odoratum* (zurückgehend), *Carex sylvatica* (zurückgehend) und *Hedera helix* (zunehmend).

### Ergebnisse der DCA:

Die DCA zeigt räumliche Unterschiede, vor allem die TF 6 und die TF 9 und 10 unterscheiden sich vom Rest, und einen auffallenden zeitlichen Trend. Die Veränderungen haben vor allem zwischen 1991 und 1993 stattgefunden. In dieser Zeit ist vor allem der starke Deckungseinbruch von *Carex sylvatica* und *Galium odoratum* hervorzuheben. Dieser ist sicherlich nur z.T. durch die Deckungszunahme von *Fagus* und *Hedera* zu erklären.



**Abbildung 3.33.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1420 Säckingen mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.



### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1420	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	gering-mittel (2.5-3.5)	zunehmend
mgT	sehr gering (~5)	kein Trend
mgK	gering (2.5-3)	abnehmend
mgF	gering (~5)	kein Trend
mgR	gering-mittel (5.75-6.5)	kein Trend
mgN	gering (5-5.5)	kein Trend

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

```

          DCA1      DCA2      r2 Pr(>r)
mgL  0.999880  0.015459  0.9472 <0.001 ***
mgT  0.321609 -0.946873  0.0126  0.747
mgK -0.940322 -0.340285  0.9264 <0.001 ***
mgF  0.182760 -0.983158  0.1138  0.082 .
mgR  0.676543 -0.736403  0.6123 <0.001 ***
mgN  0.058364  0.998295  0.4346 <0.001 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
P values based on 1000 permutations.

```

### Interpretation:

Die Zeigerwerte zeigen eine geringe bis mittlere räumliche Heterogenität der DBF. Vor allem die Lichtverhältnisse und die Bodenreaktion der Sukzessionsquadrate scheinen sich zu unterscheiden. Die mittleren Licht- und Kontinentalitätszahlen zeigen einen auffallenden zeitlichen Trend.

DBF 1430 – Kandern (intensiv)

**Kurzbeschreibung Bestand:**

Waldtyp: Mischwald. Dominante Baumarten: Rotbuche, Lärche  
 Soziologie (1997): *Asperulo-Fagetum*, typische Ausbildung  
 Bodentyp: Braunerde über Pelosol (Weißjura); Humusform: F-Mull

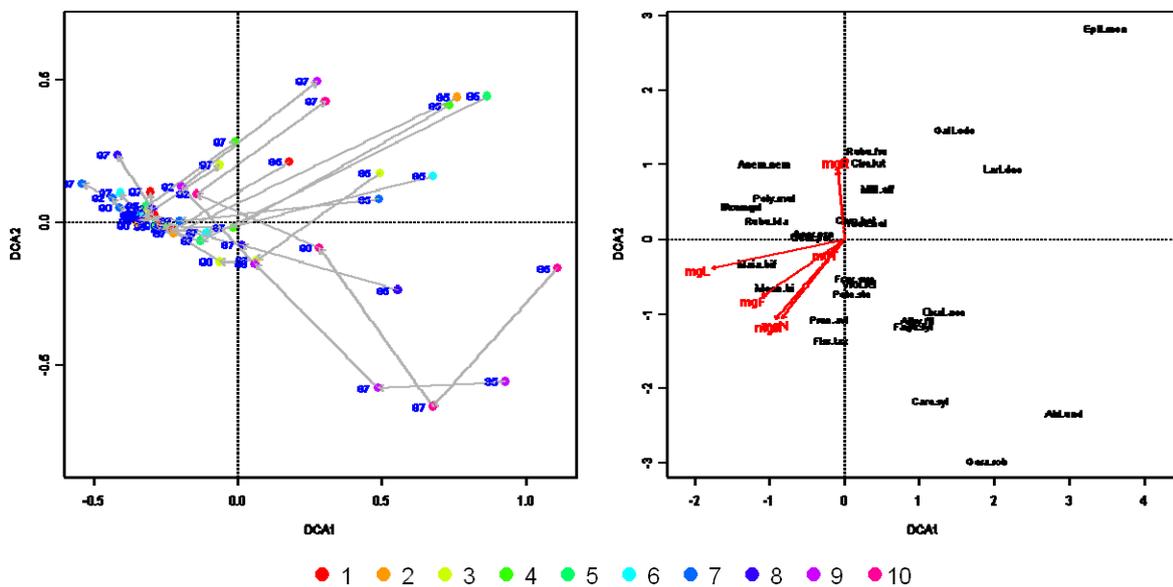
**Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:**

Auf den Sukzessionsquadraten der DBF wurden insgesamt 29 Arten nachgewiesen. Auffallend sind die hohen Deckungswerte von *Acer pseudoplatanus* in der Krautschicht. Die Art erreicht 1997 auch die Strauchschicht. Daneben kommt *Fagus sylvatica* regelmäßig in der Krautschicht vor, geht aber scheinbar leicht zurück. Dominante Kräuter in der Krautschicht sind *Galium odoratum* (zurückgehend, 1997 stellenweise zunehmend), *Carex sylvatica* (zurückgehend) und *Oxalis acetosella* (zurückgehend). Mitverantwortlich für den Rückgang dieser Arten ist vor allem die starke Deckungszunahme von *Acer pseudoplatanus*.

Der Frühlingsaspekt der Fläche wird von *Anemone nemorosa* gebildet.

**Ergebnisse der DCA:**

Die stärksten Veränderungen in der Vegetation der Sukzessionsquadrate hat zwischen 1985 und 1987 stattgefunden (starke Zunahme von *Acer pseudoplatanus*). Die TF 9 und 10 unterscheiden sich etwas vom Rest und zeigen eine eigenständige Entwicklung.



**Abbildung 3.34.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1430 Kandern mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.



### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1430	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	(mittel-)gering (2.5-3.5)	bis 1992 steigend, 1997 teilw. abnehmend
mgT	sehr gering (5-5.25)	kein Trend
mgK	(mittel-)gering (2.5-3.5)	bis 1992 steigend, 1997 abnehmend
mgF	(mittel-)gering (5-6)	bis 1992 steigend, 1997 abnehmend
mgR	mittel-groß (4.5-6)	steigend (schwankend)
mgN	(mittel-)gering (5.5-7)	bis 1992 steigend, 1997 abnehmend

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

```

          DCA1      DCA2      r2 Pr(>r)
mgL -0.10382 -0.99460 0.7253 <0.001 ***
mgT -0.45905 -0.88841 0.0198 0.682
mgK -0.66124 -0.75017 0.7448 <0.001 ***
mgF -0.45828 -0.88881 0.8746 <0.001 ***
mgR 0.45366 -0.89117 0.1868 0.009 **
mgN -0.72839 -0.68517 0.7492 <0.001 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
P values based on 1000 permutations.

```

### Interpretation:

Die ursprünglichen Unterschiede zwischen den Teilquadraten haben im Laufe der Zeit abgenommen. Die Ursache für den zeitlichen Trend ist vor allem in der Zunahme von *Acer pseudoplatanus* und dem dadurch bedingten Deckungsrückgang einiger Krautarten zu suchen. Der zeitliche Trend war 1997 etwas rückläufig.

DBF 1440 – Freiburg (extensiv)

**Kurzbeschreibung Bestand:**

Waldtyp: Laubwald. Dominante Baumarten: Hainbuch, Esche, Winterlinde, Rotbuche  
 Soziologie: *Stellario-Carpinetum* (1997); rezente Entwicklung zum *Asperulo-Fagetum* (2004)  
 Bodentyp: Parabraunerde (Pleistozän); Humusform: F-Mull

**Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:**

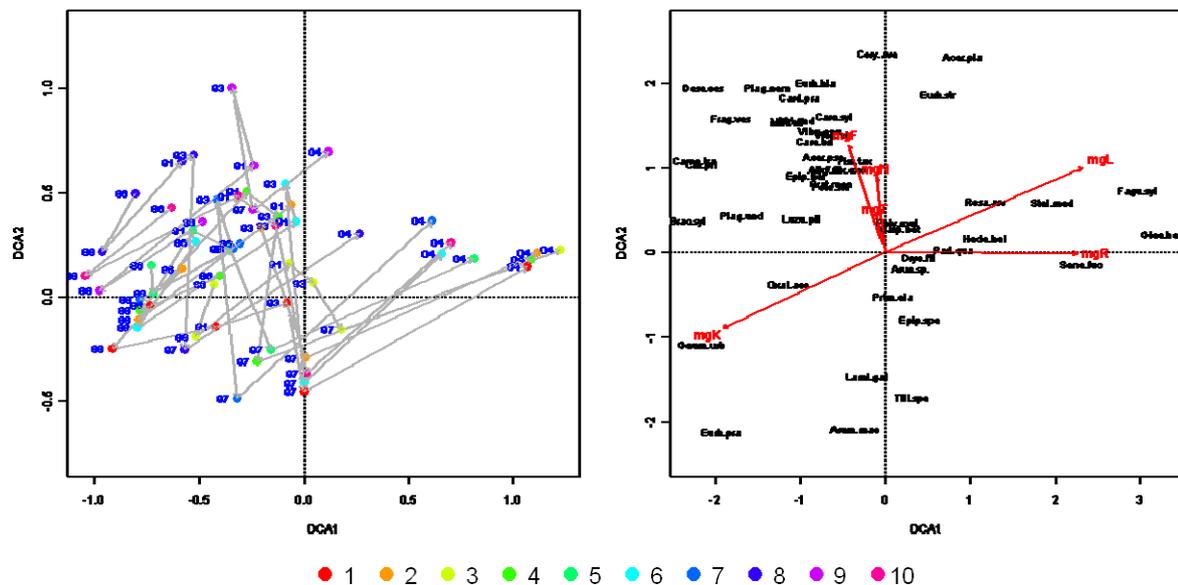
Auf den Sukzessionsquadraten der DBF wurden insgesamt 47 Arten nachgewiesen, von denen aber nur wenige regelmäßig und mit höheren Deckungswerten vorkommen.

In der Krautschicht findet man einige Baumarten, von denen aber nur *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior* und *Carpinus betulus* (seit 1997) regelmäßig vorkommen und nennenswerte Deckungswerte (>1%) erreichen. Die nur in wenigen Sukzessionsquadraten vorkommende Rotbuche (*Fagus sylvatica*) konnte 1997 auch die Strauchschicht erreichen. Auffallend ist die starke Zunahme von *Hedera helix* in den Jahren 1997 und 2004 (vor allem in den TF 1-7). Ebenfalls auffallend sind die hohen Deckungswerte von *Lamium galeobdolon* im Jahr 1997, die 2004 wieder zurück gingen. *Oxalis acetosella* zeigt sehr auffallende Deckungsschwankungen. Generell zunehmend sind *Polygonatum multiflorum* und *Potentilla sterilis*; zurück gehen *Atrichum undulatum* und *Cardamine pratensis*.

Der Frühlingsaspekt der Fläche wird von *Anemone nemorosa* gebildet.

**Ergebnisse der DCA:**

Die DCA zeigt vor allem die starken zeitlichen Schwankungen und die wesentliche Veränderung der Vegetation von 1997 nach 2004.



**Abbildung 3.35.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1440 Freiburg mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.



### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1440	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	mittel(-groß)	steigend
mgT	gering (~5)	kein Trend
mgK	gering (~3), stark zunehmend	kein Trend (schwankend)
mgF	gering (~5)	kein Trend
mgR	mittel(-groß) (3.5-6.5)	stark zunehmend
mgN	gering (~6), zunehmend	leicht abnehmend

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

```

          DCA1      DCA2      r2 Pr(>r)
mgL  0.838703  0.544589  0.9396 <0.001 ***
mgT -0.225195  0.974314  0.0655  0.271
mgK -0.998571  0.053435  0.6097 <0.001 ***
mgF -0.353826  0.935311  0.2365  0.005 **
mgR  0.942300  0.334771  0.7456 <0.001 ***
mgN -0.174744  0.984614  0.0220  0.657
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
P values based on 1000 permutations.

```

### Interpretation:

Es handelt sich bei dieser DBF ehemals um ein *Carpinetum*, das heute aufgrund veränderter forstwirtschaftlicher Bewirtschaftung und vermutlich aufgrund einer Grundwasser-senkung eine Entwicklung zum *Asperulo-Fagetum* zeigt. Auffallend sind die Zunahme des L-Wertes und die Zunahme des R-Wertes. Die Baumschicht der Fläche wurde durch eine Schädlingskatastrophe (Raupenfraß an Hainbuche) aufgelichtet. Außerdem wird die Fläche (scheinbar regelmäßig) von wühlenden Wildschweinen heimgesucht (siehe Thomas & Kübler-Thomas 2005).

Auffallend sind auch die starken Deckungsschwankungen von *Oxalis acetosella* und *Lamiaeum galeobdolon*.

DBF 1460 – Lahr (extensiv)

**Kurzbeschreibung Bestand:**

Waldtyp: Laubwald. Dominante Baumarten: Hainbuche, Rotbuche, Esche  
 Soziologie (1997): *Stellario-Carpinetum*  
 Bodentyp: Braunerde (Pleistozän); Humusform: L-Mull

**Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:**

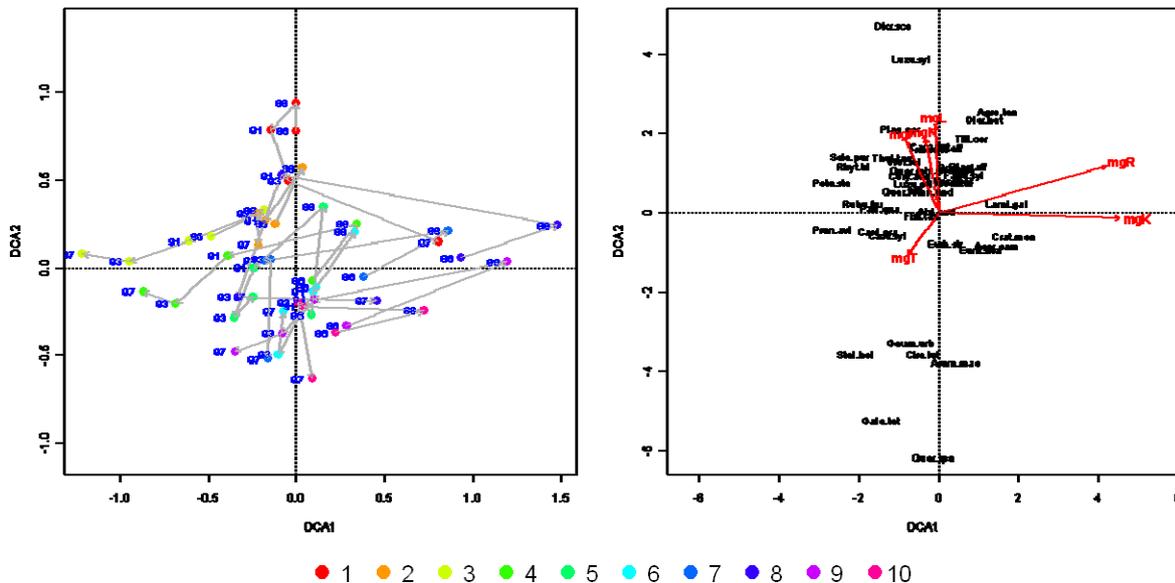
Auf den Sukzessionsquadraten der DBF wurden insgesamt 43 Arten nachgewiesen. Von den 9 Gehölzarten in der Krautschicht hat nur *Fraxinus excelsior* eine nennenswerte Deckung (2-5 %).

Krautarten mit einer nennenswerten Deckung sind *Carex sylvatica* (zunehmend), *Rubus fruticosus* (zunehmend). Auch einige Moose erreichen höhere Deckungswerte, z.B. *Eurhynchium striatum* (zunehmend) und *Plagiomnium undulatum* (zunehmend). *Lamiastrum galeobdolon* zeigt auffallende Deckungsschwankungen zwischen den verschiedenen Aufnahmejahren. Auffallend ist das neue Auftreten von *Geum urbanum* und *Circea lutetiana* mit größeren Deckungswerten im Jahr 1997.

Der Frühlingsaspekt der Fläche wird von *Anemone nemorosa* gebildet.

**Ergebnisse der DCA:**

Die DCA zeigt die Unterschiede zwischen den Sukzessionsquadraten. Dabei deutet die farbliche Abfolge der Punkte auf einen kontinuierlichen räumlichen Gradienten. Neben diesen räumlichen Unterschieden werden aber auch zeitliche Trends sichtbar, die aber nicht für alle Sukzessionsquadrate gleich sind.



**Abbildung 3.36.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1460 Lahr mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.



### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1460	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	mittel (3-4)	kein Trend (von 1990 auf 1992 abnehmend)
mgT	gering (~5)	kein Trend
mgK	mittel (3-4)	kein Trend (schwankend)
mgF	mittel (5-6)	kein Trend
mgR	mittel (5.75-6.75)	kein Trend
mgN	mittel (4.5-5.75)	abnehmend

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

```

          DCA1      DCA2      r2 Pr(>r)
mgL -0.043797  0.999040  0.1574  0.076 .
mgT -0.601737 -0.798694  0.0553  0.425
mgK  0.999539 -0.030365  0.6788 <0.001 ***
mgF -0.414582  0.910012  0.1282  0.117
mgR  0.963370  0.268175  0.6242 <0.001 ***
mgN -0.178573  0.983927  0.1175  0.126
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
P values based on 1000 permutations.

```

### Interpretation:

Auch die Zeigerwerte bestätigen die standörtlichen Unterschiede zwischen den Sukzessionsquadraten. Ein allgemeiner Trend lässt sich aber nicht erkennen. Die Teilquadrate entwickeln sich in unterschiedlichen Richtungen. Lediglich die N-Werte nehmen generell ab.

Es handelt sich um ein *Carpinetum*, das eine Entwicklungstendenz zum *Asperulo-Fagetum* zeigt. Hierfür könnte ein sinkender Grundwasserspiegel, basischere Bodenreaktion und eine Veränderung der Nutzungsform verantwortlich sein. Die Krautschicht der DBF ist heterogen, was sich z.B. in den Deckungswerten von *Carex sylvatica*, *Lamiaeum galeobdolon* und *Rubus fruticosus* widerspiegelt.

Z.T. wird die Fläche durch wühlende Wildschweine beeinflusst (Thomas & Thomas-Kübler 2005).

DBF 1480 – Müllheim (intensiv)

**Kurzbeschreibung Bestand:**

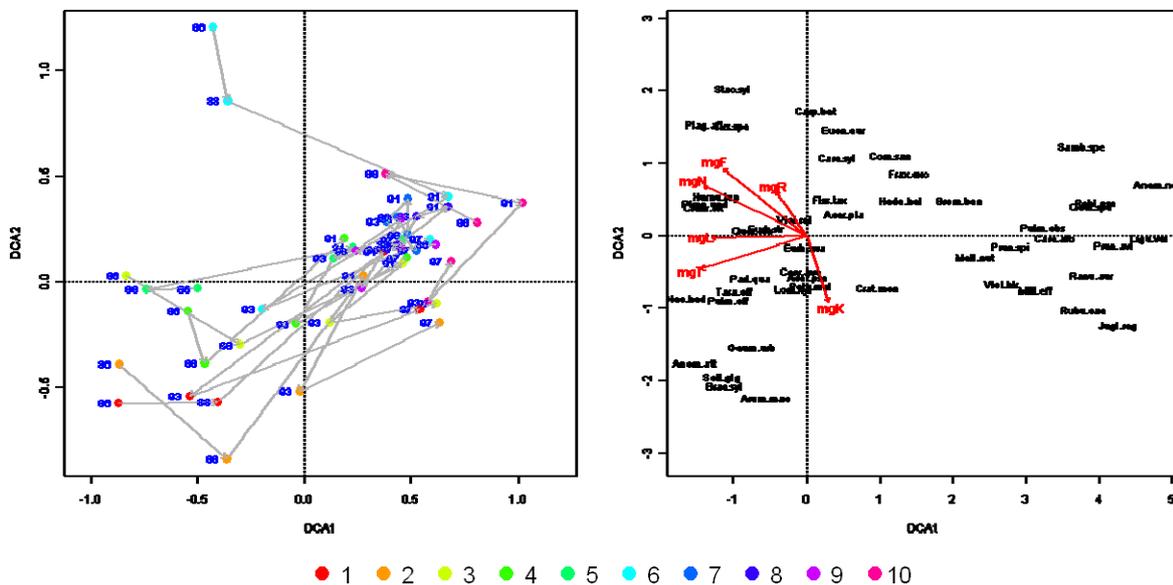
Waldtyp: Laubwald. Dominante Baumarten: Esche, Spitzahorn, Winterlinde  
 Soziologie (1997): *Carpinetum*, kalkreich, *Allium ursinum*-Fazies  
 Bodentyp: Auenrendzina (Holozän); Humusform: L-Mull

**Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:**

Auf den Sukzessionsquadraten der DBF wurden insgesamt 52 Arten nachgewiesen, von denen aber nur wenige regelmäßig und mit höheren Deckungswerten vorkommen.

Von den in der Krautschicht vorhandenen Baumarten kommt *Acer platanoides* als einzige regelmäßig mit höheren Deckungswerten vor (2-5 %). Ihre Deckung zeigt stärkere zeitliche Schwankungen und nimmt insbesondere 1997 in den Teilflächen 7-10 stärker zu (8-15 %). Von den Baumarten erreicht lediglich der in wenigen Teilflächen vorkommende *Acer pseudoplatanus* im Jahr 1997 die Strauchschicht. Krautarten mit höheren Deckungsanteilen sind *Brachypodium pinnatum* (zurückgehend, heterogen verteilt), *Carex sylvatica* (zurückgehend), *Clematis vitalba*, *Glechoma hederaceae* (zurückgehend, heterogen verteilt). Die folgenden Arten sind bis 1997 zurückgehend, dann aber wieder zunehmend: *Hedera helix*, *Polygonatum multiflorum*, *Stachys sylvatica*, *Viola reichenbachiana* und *Viola hirta*. Der Frühlingsaspekt dieser Fläche wird von *Allium ursinum* bestimmt.

**Ergebnisse der DCA:**



**Abbildung 3.37.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1480 Müllheim mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.

Die DCA zeigt die anfänglich starken Unterschiede zwischen den Teilquadraten dieser DBF, die im Laufe der Zeit abgenommen haben. Anfänglich ließen sich drei Gruppen unterscheiden: TF1-5, TF 6 und TF 7-8. Die Teilflächen 1-5 haben hohe



Deckungswerte von *Brachypodium*, *Glechoma* und *Polygonatum*. In Teilfläche 6 gibt es auffallend viel *Stachys sylvatica*. Die Unterschiede zwischen diesen Gruppen sind bis 1993 jedoch stark zurückgegangen.

### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1480	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	groß-mittel (3-5), abnehmend	kein Trend
mgT	mittel (5-6)	kein Trend (leicht abnehmend)
mgK	mittel (3-4)	kein Trend
mgF	mittel-gering (5-6), abnehmend	abnehmend
mgR	gering (~6.5)	kein Trend
mgN	mittel-groß (5-6.5)	abnehmend

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

	DCA1	DCA2	r <sup>2</sup>	Pr(>r)	
mgL	-0.9999820	0.0059982	0.6414	<0.001	***
mgT	-0.9523409	-0.3050357	0.8643	<0.001	***
mgK	0.3192948	-0.9476554	0.3627	0.001	***
mgF	-0.7723727	0.6351696	0.8002	<0.001	***
mgR	-0.5354945	0.8445387	0.2061	0.029	*
mgN	-0.8920091	0.4520175	0.9152	<0.001	***
---					
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					
P values based on 1000 permutations.					

### Interpretation:

Auch die mittleren Zeigerwerte bestätigen die zurückgehenden standörtlichen Unterschiede zwischen den Teilquadraten, die vor allem in den unterschiedlichen Lichtverhältnissen bedingt waren. Auf den Teilflächen 1-5 hat es eine starke Abnahme der mittleren L-Werte gegeben. Die Zeigerwerte zeigen aber auch zunehmende Unterschiede in den Nährstoffbedingungen der Teilflächen.

Der zeitliche Trend wird vermutlich stark durch die räumlichen Unterschiede überlagert, zeigt sich aber trotzdem in abnehmenden mittleren F- und N-Werten. Dieser Trend bezieht sich jedoch vermutlich nur auf einige der Teilflächen.

Auffallend ist die starke Deckungszunahme einiger Arten von 1993 bis 1997, nachdem sie vorher sinkende Deckungswerte hatten.

DBF 1490 – Karlsruhe (Auwald, extensiv)

**Kurzbeschreibung Bestand:**

Waldtyp: Laubwald. Dominante Baumarten: Esche, Hainbuche  
 Soziologie (1997): (ehemals) *Carpinetum* der hohen Hartholzaue, kalkreich  
 Bodentyp: Auenrendzina-Auengley (Holozän); Humusform: mullartiger Moder

**Auffällige Entwicklungstendenzen der Arten:**

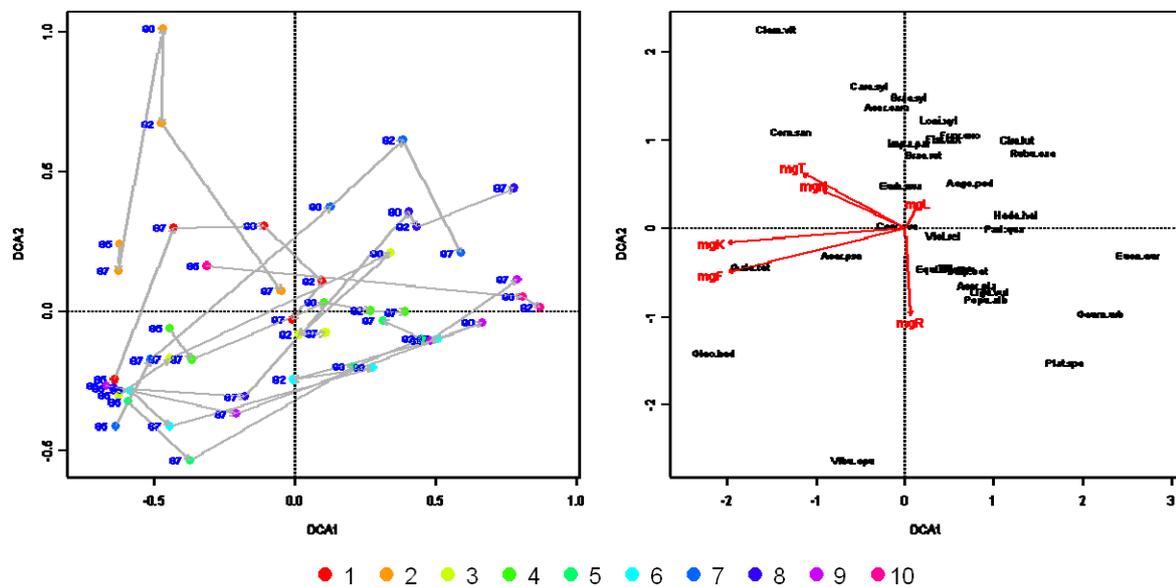
Auf den Sukzessionsquadraten der DBF wurden insgesamt 36 Arten nachgewiesen. Hohe Deckungswerte (<20 %) in der Krautschicht hat *Acer pseudoplatanus*, der 1997 auch die Strauchschicht erreicht. In der Kraut- und Strauchschicht finden sich zahlreiche Gehölze wie *Euonymus europaea*, *Fraxinus excelsior*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera xylosteum*, *Rubus caesius* und *Virburnum opulus*. Diese sind jedoch sehr unregelmäßig in den einzelnen Teilquadraten vertreten.

Häufige Krautarten sind *Brachypodium sylvaticum*, *Carex sylvatica* und *Circea lutetiana*. Auch diese Arten sind heterogen verteilt.

Neben der Zunahme der Deckung der Baum- und Straucharten ist die Zunahme von *Hedera helix* ein auffallender Entwicklungstrend auf dieser DBF. Allerdings sind die Deckungswerte von *Hedera* in den einzelnen Teilquadraten sehr verschieden.

**Ergebnisse der DCA:**

Die DCA zeigt Unterschiede zwischen den Teilflächen, aber auch auffallende zeitliche Trends. Die zeitliche Entwicklung von TF 2 weicht deutlich von den anderen TF's ab. Bei den anderen Teilflächen ist der zeitliche Trend ähnlich.



**Abbildung 3.38.** Ordination der Sukzessionsquadrate der DBF 1490 Karlsruhe (Auwald) mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Links: Ordination der Sukzessionsquadrate im Artenraum mit Sukzessionsvektoren. Farben der Punkte und Pfeile markieren die Entwicklung eines Sukzessionsquadrates im Laufe der Zeit (blaue Zahlen: Aufnahmejahre). Rechts: Ordination der Arten und wichtige Umweltgradienten (mittlere gewichtete Ellenberg-Zeigerwerte (mgL, mgT, mgK, mgF, mgR, mgN)). Weitere Auswertungen zu ökologischen Gradienten in Anlage 3.



### Zeigerwerte:

Trends der mittleren gewichteten Zeigerwerte (siehe Abbildungen 3.9 bis 3.14 im Kapitel 3.1.3):

1490	Räumliche Unterschiede	Zeitlicher Trend
mgL	gering-mittel (4-5)	kein Trend
mgT	mittel (5-6)	abnehmend (?)
mgK	gering, größer werdend	stärker abnehmend
mgF	1985+1987 sehr gering, 1992 gering (5-5.5), danach geringer werdend	von 1987 auf 1990 fallend, danach wieder sehr leicht steigend
mgR	mittel-groß (6.5-8)	abnehmend (schwankend)
mgN	1985+1987 gering, 1992 groß (4-6), danach geringer werdend	von 1987 auf 1990 fallend, danach wieder steigend

Korrelationen zwischen den mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA:

```

          DCA1      DCA2      r2 Pr(>r)
mgL -0.545591  0.838051  0.1987  0.012 *
mgT -0.839571  0.543249  0.6986 <0.001 ***
mgK -0.963459 -0.267856  0.9500 <0.001 ***
mgF -0.485328 -0.874332  0.6132 <0.001 ***
mgR -0.094034 -0.995569  0.2892 <0.001 ***
mgN  0.204863 -0.978791  0.0154  0.762
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
P values based on 1000 permutations.

```

### Interpretation:

Bei der Fläche handelt es sich um ein ehemaliges *Carpinetum* der hohen Hartholzaue. Der Standort ist inzwischen durch Ausdeichung überflutungsfrei und zeigt eine entsprechende Entwicklung der Krautschicht. Insgesamt gibt es mittlere Unterschiede zwischen den Teilquadraten, sowie zeitliche Veränderungen fast aller Zeigerwerte (außer dem Lichtwert).

### 3.3. Entwicklung der Stickstoff- und Schwefeldepositionen sowie der Ozonkonzentrationen an den Wald-Dauerbeobachtungsflächen von 1990 bis 2004

Um den möglichen Einfluß anthropogener atmosphärischer Depositionen und Immissionen auf die Vegetation der Wald-Dauerbeobachtungsflächen einzuschätzen, wurden modellierte Depositionswerte für Schwefel ( $\text{SO}_x\text{-S}$ ) und Stickstoff (N,  $\text{NO}_x\text{-N}$ ,  $\text{NH}_y\text{-N}$ ), sowie modellierte AOT40 Überschreitungswerte für Ozon ermittelt.

Die Werte wurden den Veröffentlichungen von Anshelm & Gauger (2002) und Gauger et al. (2007) entnommen. In diesen Veröffentlichungen liegen die Werte in 1 km x 1 km Rastern für das gesamte Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vor. Die Werte für die Wald-DBF wurden entsprechend ihrer R/H-Werte extrahiert.

Den beiden Veröffentlichungen liegen für verschiedene Zeiträume (1990-1999 bzw. 2000 bis 2004) unterschiedliche Modelle zugrunde, sodaß die Daten nicht ohne weiteres vergleichbar sind. Eine Einschätzung der modellbedingten Unterschiede ermöglichen die Werte für die Jahre 1995, 1997 und 1999, die nach beiden Modellen berechnet wurden. Die Modelle sollen an dieser Stelle nicht näher erläutert werden. Es sei auf die entsprechenden Literaturzitate verwiesen.

Die Modellwerte wurden für die verschiedenen Landnutzungskategorien Laubwald (LW), Mischwald (MW) und Nadelwald (NW) ermittelt, da die unterschiedlichen Waldtypen wegen ihrer unterschiedlichen Kronenbeschaffenheit unterschiedlich hohe Stoffmengen aus der Atmosphäre auskämmen.

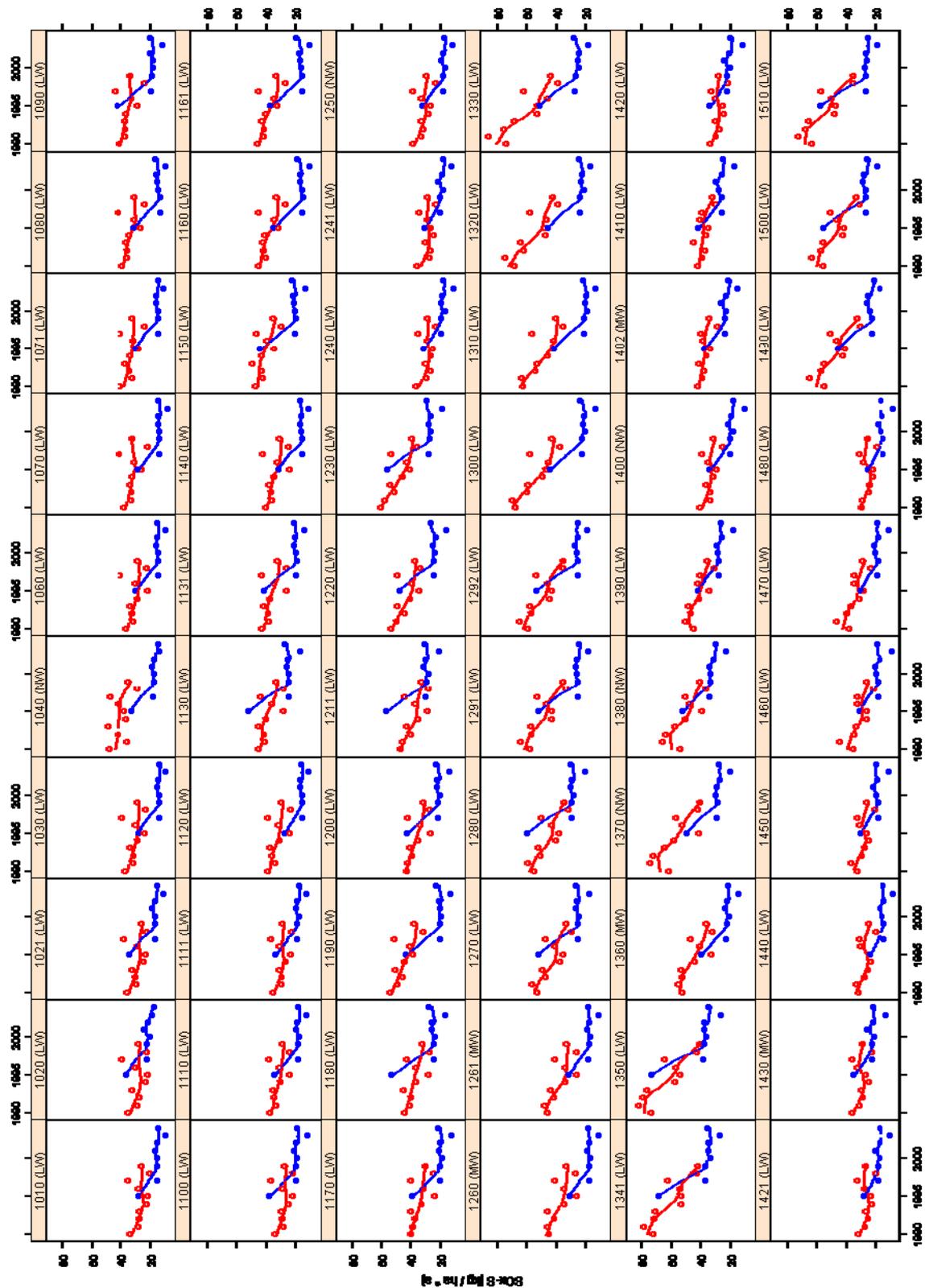
#### *Modellierte, atmosphärische Schwefeldepositionen*

Abb. 3.39 zeigt die modellierten, atmosphärischen Schwefeldepositionen ( $\text{SO}_x\text{-S}$ ) in  $\text{kg/ha}^*\text{a}$  für die Standorte der Wald-Dauerbeobachtungsflächen zwischen 1990 und 2004.

Für alle Standorte zeigt sich ein ähnlicher zeitlicher Trend. Beginnend auf einem hohen Niveau von etwa 35-45  $\text{kg/ha}^*\text{a}$  im Jahr 1990 (Maximalwert: über 80  $\text{kg/ha}^*\text{a}$ , DBF 1330) fallen die Depositionswerte bis 2004 kontinuierlich ab (Mittlere Werte: 10-25  $\text{kg/ha}^*\text{a}$ , Maximalwerte: 40  $\text{kg/ha}^*\text{a}$ ). Die niedrigsten Werte werden auf Grund der besonderen klimatischen Bedingungen (weniger nasse Deposition) im Jahr 2003 erreicht (etwa 10-15  $\text{kg/ha}^*\text{a}$ ).

An einigen DBF decken sich die sehr hohen Modellwerte gut mit den hohen in Buchenblättern gemessenen Schwefelgehalten an diesen Standorten im gleichen Zeitraum (z.B. DBF 1330 oder 1510). An anderen Standorten gibt es aber nur wenig Übereinstimmung zwischen den gemessenen und den modellierten Werten.

Im Vergleich zu den Grünland-DBF (Projektbericht 2) liegen die modellierten Werte der Wald-DBF etwa um das Doppelte erhöht.



**Abbildung 3.39.** Entwicklung der modellierten, atmosphärischen Schwefeldepositionen an den Wald-DBF zwischen 1990 und 2006 ( $\text{SO}_x$ -Schwefel [ $\text{kg}/\text{ha}\cdot\text{a}$ ]). Die Werte wurden für die Landnutzungskategorien Laubwald (LW), Mischwald (MW) und Nadelwald (NW) ermittelt. Werte für 1990 bis 1999 (rote, offene Punkte) aus Anshelm & Gauger (2002), Werte für 1995, 1997, 1999 und 2000 bis 2004 (blaue Punkte) aus Gauger et al. (2007). Hinweis: Den beiden Veröffentlichungen liegen unterschiedliche Modelle zugrunde (siehe Anmerkungen im Text).

### *Modellierte, atmosphärische Stickstoffdepositionen*

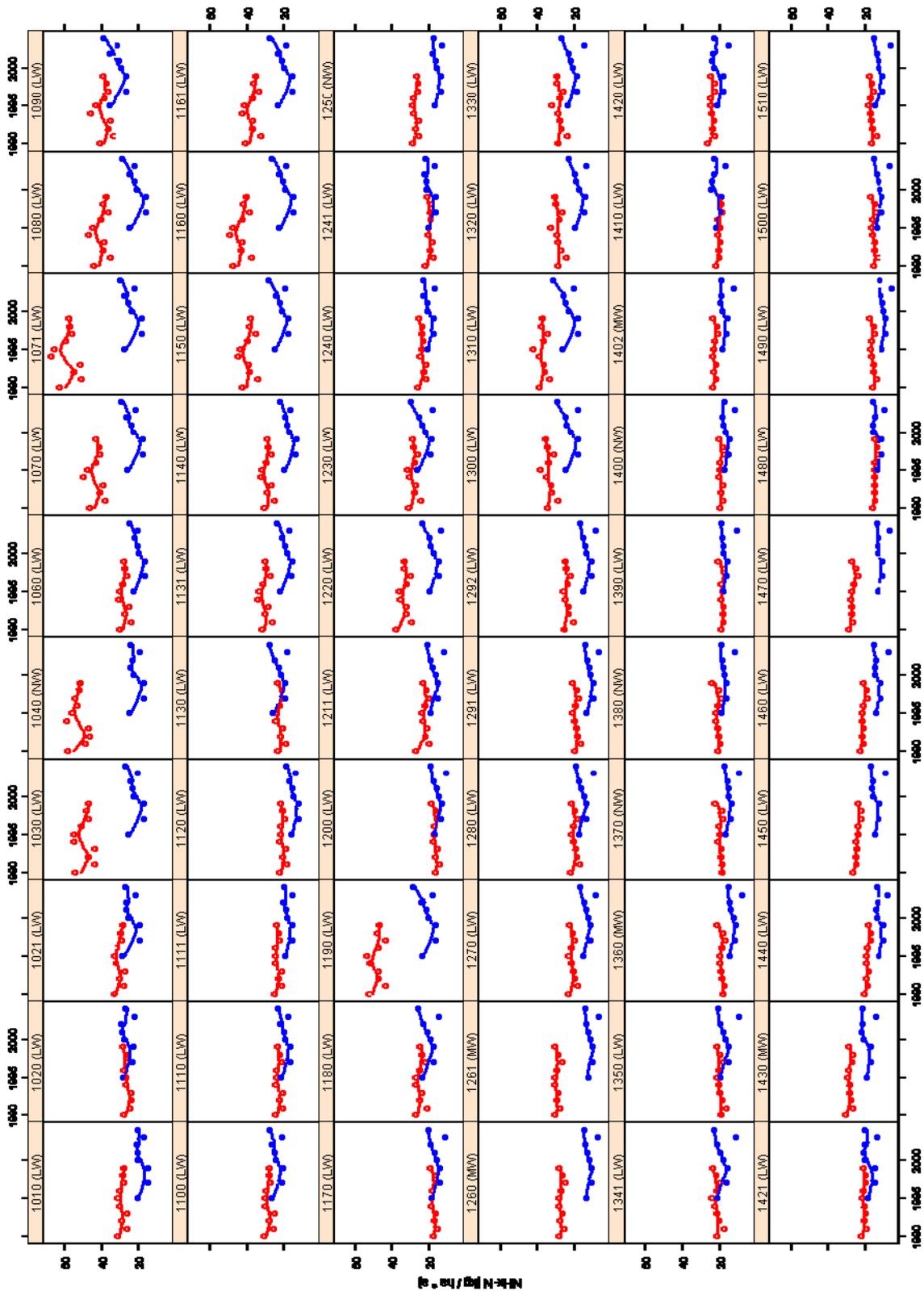
Die Abbildungen 3.40 (reduzierter Stickstoff), 3.41 (oxidiertes Stickstoff) und 3.42 (Gesamt-Stickstoff) stellen die modellierten, atmosphärischen Stickstoffdepositionen in  $\text{kg/ha} \cdot \text{a}$  für die Standorte der Wald-Dauerbeobachtungsflächen zwischen 1990 und 2004 dar.

Auffallend sind die extremen modellbedingten Unterschiede insbesondere für reduzierten Stickstoff (Abb. 3.40). Abgesehen von den modellbedingten Unterschieden scheint es insbesondere in den Jahren von 1998 bis 2004 bei fast allen Standorten einen leichten bis mittleren Anstieg der Depositionswerte zu geben (+ 5-10  $\text{kg/ha} \cdot \text{a}$ ). Hohe Werte treten vor allem im Süden, Süd-Osten und Nord-Osten von Baden-Württemberg auf. Dies deckt sich mit den hohen Tier-Dichten und erhöhten  $\text{NH}_3$ -Emissionen in diesem Raum (vgl. Projektbericht 1). Niedrige Werte (z.T. die niedrigsten) werden auf Grund der besonderen klimatischen Bedingungen (wenig nasse Deposition) im Jahr 2003 erreicht.

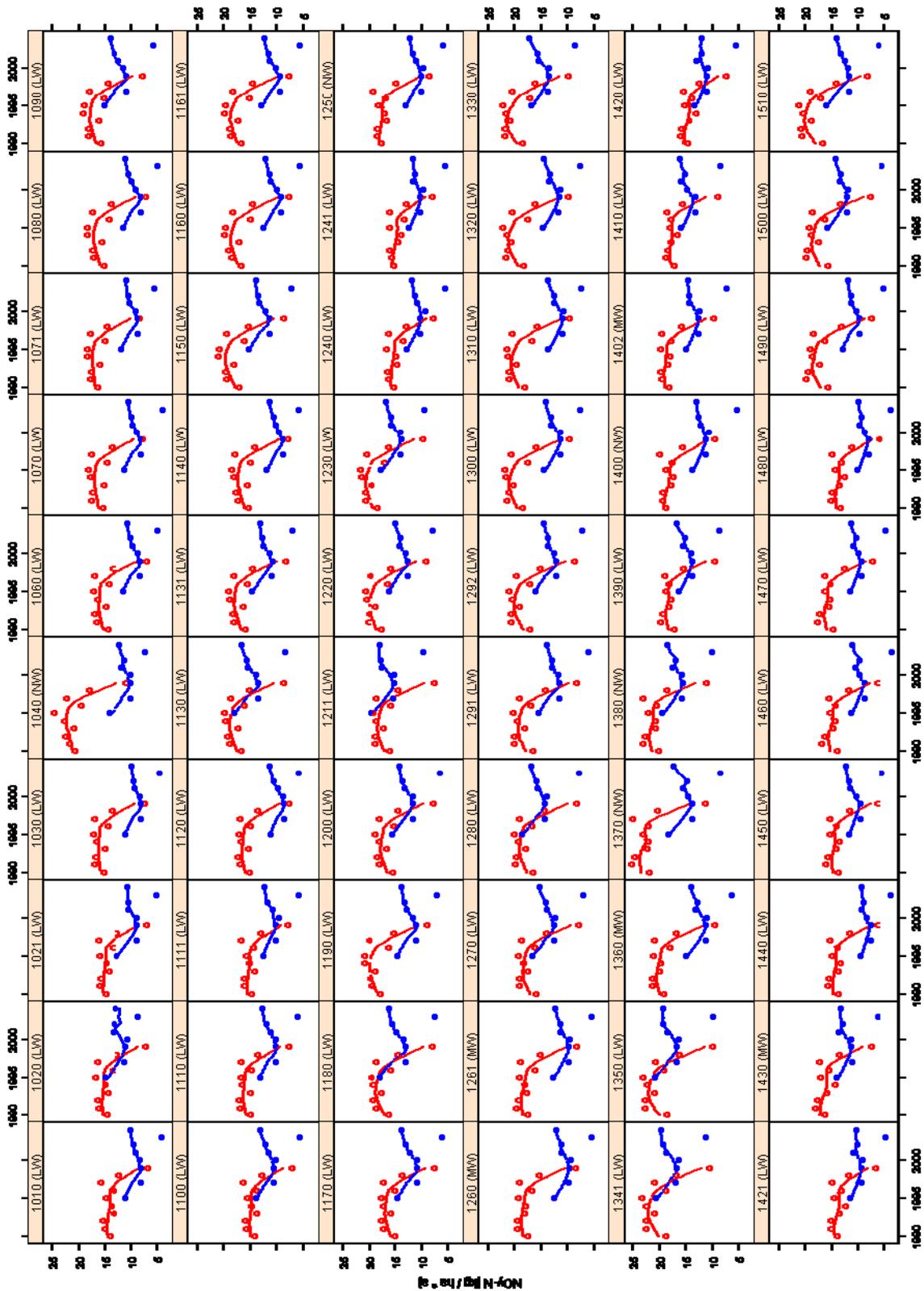
In der Regel liegen die Depositionswerte für oxidierten Stickstoff deutlich niedriger als beim reduzierten Stickstoff. Auch für den oxidierten Stickstoff (Abb. 3.41) fallen vor allem die extremen modellbedingten Unterschiede ins Auge. Lässt man diese jedoch unberücksichtigt, so zeigt sich folgender allgemeiner Entwicklungstrend. Von hohen Werten in den Jahren 1990 bis 1995 gibt es in den Jahren 1995 bis 2000 einen auffallenden Rückgang der Deposition von oxidiertem Stickstoff. Seit etwa 2000 gibt es aber auch hier wieder einen leichten Anstieg der Depositionen. Die niedrigsten Werte werden auch hier auf Grund der besonderen klimatischen Bedingungen (wenig nasse Deposition) im Jahr 2003 erreicht.

Die Depositionswerte für Gesamtstickstoff (Abb. 3.42, reduziert plus oxidiert) werden durch die höheren Werte für reduzierten Stickstoff dominiert. Auch hier fallen die modellbedingten Unterschiede auf. Abgesehen von diesen methodischen Abweichungen gibt es insbesondere in den Jahren von 1998 bis 2004 beim Gesamt-Stickstoff an fast allen Standorten einen Anstieg der Depositionswerte. Der Anstieg beträgt an einigen Standorten bis zu 20  $\text{kg/ha} \cdot \text{a}$  in diesem Zeitraum. Niedrige (z.T. die niedrigsten) Werte werden auf Grund der besonderen klimatischen Bedingungen im Jahr 2003 erreicht.

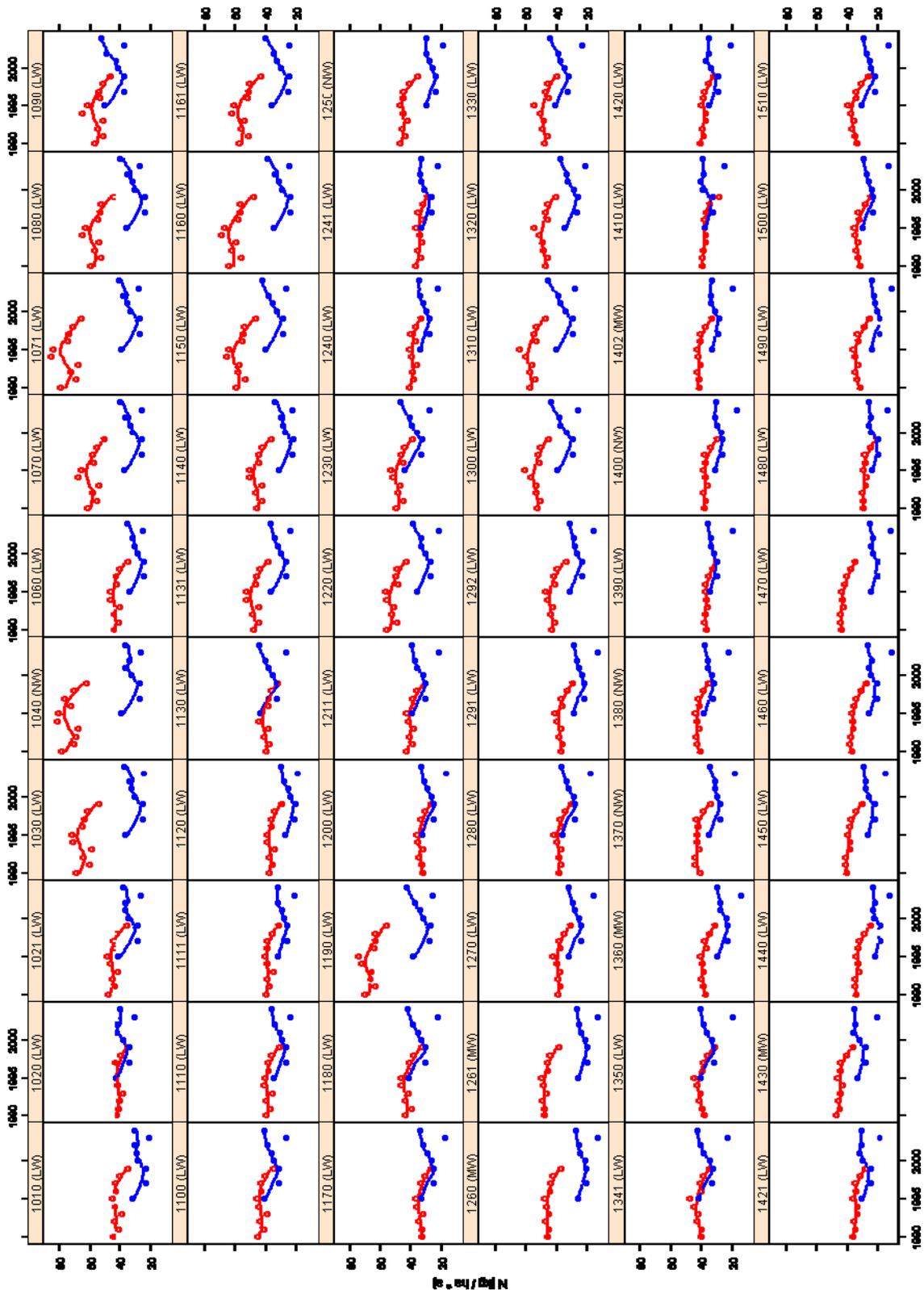
Anhand dieser Daten bestätigt sich, dass die critical loads für Stickstoff immer noch weiträumig überschritten werden und langfristige Eutrophierungsphänomene bewirken können.



**Abbildung 3.40.** Entwicklung der modellierten, atmosphärischen Stickstoffdepositionen ( $\text{NH}_x\text{-N}$ , reduzierter Stickstoff) an den Wald-DBF zwischen 1990 und 2006 [ $\text{kg/ha}\cdot\text{a}$ ]. Die Werte wurden für die Landnutzungskategorien Laubwald (LW), Mischwald (MW) und Nadelwald (NW) ermittelt. Werte für 1990 bis 1999 (rote, offene Punkte) aus Anshelm & Gauger (2002), Werte für 1995, 1997, 1999 und 2000 bis 2004 (blaue Punkte) aus Gauger et al. (2007). Hinweis: Den beiden Veröffentlichungen liegen unterschiedliche Modelle zugrunde (siehe Anmerkungen im Text).



**Abbildung 3.41.** Entwicklung der modellierten, atmosphärischen Stickstoffdepositionen ( $\text{NO}_y\text{-N}$ , oxidierter Stickstoff) an den Wald-DBF zwischen 1990 und 2006 [ $\text{kg/ha}\cdot\text{a}$ ]. Die Werte wurden für die Landnutzungskategorien Laubwald (LW), Mischwald (MW) und Nadelwald (NW) ermittelt. Werte für 1990 bis 1999 (rote, offene Punkte) aus Anshelm & Gauger (2002), Werte für 1995, 1997, 1999 und 2000 bis 2004 (blaue Punkte) aus Gauger et al. (2007). Hinweis: Den beiden Veröffentlichungen liegen unterschiedliche Modelle zugrunde (siehe Anmerkungen im Text).



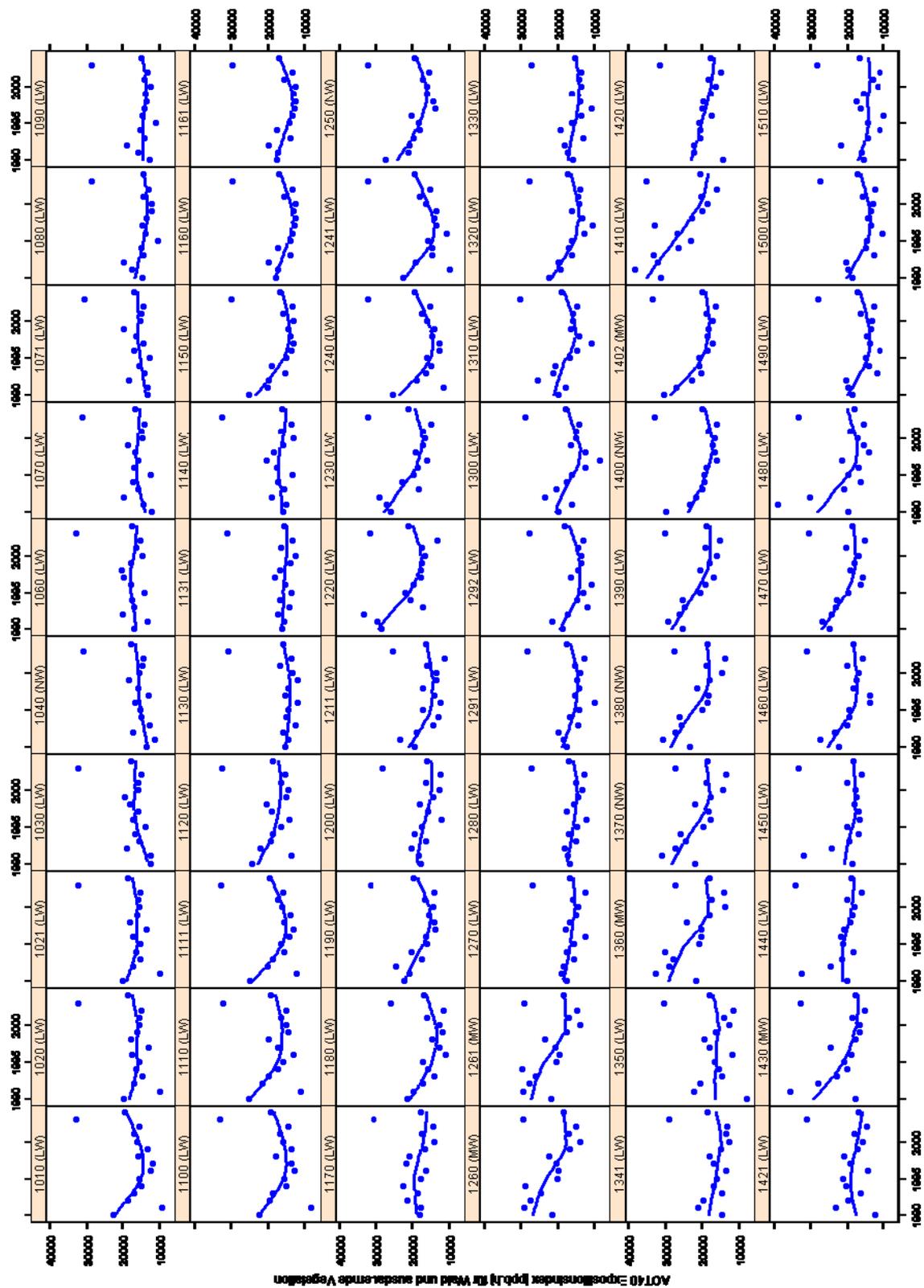
**Abbildung 3.42.** Entwicklung der modellierten, atmosphärischen Stickstoffdepositionen ( $\text{NH}_x\text{-N}$ , reduzierter Stickstoff und  $\text{NO}_y\text{-N}$ , oxidierter Stickstoff) an den Wald-DBF zwischen 1990 und 2006 [ $\text{kg/ha}\cdot\text{a}$ ]. Die Werte wurden für die Landnutzungskategorien Laubwald (LW), Mischwald (MW) und Nadelwald (NW) ermittelt. Werte für 1990 bis 1999 (rote, offene Punkte) aus Anshelm & Gauger (2002), Werte für 1995, 1997, 1999 und 2000 bis 2004 (blaue Punkte) aus Gauger et al. (2007). Hinweis: Den beiden Veröffentlichungen liegen unterschiedliche Modelle zugrunde (siehe Anmerkungen im Text).

## Ozon

Der AOT40 Expositionsindex (accumulated exposure over a threshold of 40 ppb) wird als Summe der Differenzen zwischen der stündlichen Ozonkonzentration und 40 ppb ( $\sim 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) für Tageslichtstunden (08.00 - 20.00) während der Vegetationsperiode (3 Monate für ‚crops‘ bzw. 6 Monate für Wald und ausdauernde Vegetation) kalkuliert. Zur Bildung des AOT40 Wertes werden ausschließlich die täglichen 1 h Mittelwerte zwischen 8 und 20 Uhr mitteleuropäischer Zeit (MEZ) verwendet.

Nach der 33. BImSchV (Juli 2004) liegt der Zielwert für die Vegetation (ab 2010 so weit wie möglich einzuhalten) bei  $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$  (gemittelt über 5 Jahre). Dies entspricht einem Zielwert von  $\sim 9000 \text{ ppb}\cdot\text{h}$ . Dieser Grenzwert wurde nach den vorliegenden Modellen bis 2006 in allen Jahren und an allen Standorten (z.T. wesentlich) überschritten, so daß nachhaltige Effekte an sensibler Vegetation prinzipiell zu erwarten sind.

Abb. 3.43 zeigt die Entwicklung des AOT40 Expositionsindex für Wald und ausdauernde Vegetation an den Wald-DBF zwischen 1990 und 2006. An vielen Standorten nimmt der AOT40 Expositionsindex von 1990 bis 2006 kontinuierlich ab (oder bleibt gleich). Extrem hohe Werte wurden an allen Standorten auf Grund der besonderen klimatischen Situation im Jahr 2003 (strahlungsreicher Sommer) erreicht. Besonders hohe Werte traten (und treten z.T. bis 2006) in den Hochlagen des Schwarzwaldes und der Schwäbischen Alb auf, da hier fernab der Siedlungen die Ozon abbauenden Substanzen in geringerer Konzentration vorliegen.



**Abbildung 3.43.** Entwicklung des AOT40 Expositionsindex für Wald und ausdauernde Vegetation an den Wald-DBF zwischen 1990 und 2006 [ppb.h]. Werte für 1990 bis 2006 (blaue Punkte) aus Gauger et al. (2007).

### 3.4. Entwicklung der Elementkonzentrationen in Blattproben verschiedener Arten der Wald-Dauerbeobachtungsflächen in den Jahren 1985 bis 2004

Im Rahmen der Dauerflächenuntersuchungen des ÖKWI wurden zwischen den Jahren 1985 und 2004 auf insgesamt 64 Wald-DBF Blatt- bzw. Nadelproben markierter Bäume genommen und auf verschiedene Nährelemente und Schwermetalle untersucht. Die Zielsetzung dieser Untersuchungen und die dabei gewählte Methodik sind in LfU (1995) näher dargelegt. Während die Bäume in den ersten Jahren im ein- bis zweijährigen Turnus beprobt wurden, wurden ab 1996 nur noch alle vier Jahre Proben gezogen. Als Probematerial wurden jeweils zwischen Ende Juli und Anfang September an 55 DBF Buchenblätter, an 10 DBF Tannennadeln und an 2 DBF Eschenblätter entnommen. Während die Probennahmen ab 1995 auf den unteren Kronenbereich markierter Probenbäume beschränkt waren, wurden zuvor auch Proben aus der oberen Krone entnommen. In den Jahren 1985 und 1986 wurde neben der unterschiedlichen Probennahmehöhe (obere/untere Krone) auch zwischen der äußeren und der inneren Krone differenziert. Neben den Proben aus der Baumschicht wurden auch Blatt- und Nadelproben der in der Krautschicht aufgelaufenen Baumarten genommen und auf Schwermetalle und Nährelemente untersucht.

Ziel dieses Kapitels ist es, die mit dem passiven Biomonitoring an Nadel- und Blattproben beobachteten raum-zeitlichen Veränderungen der Immissionsbelastung bzw. der Nährelementversorgung darzustellen und zu bewerten. Es werden ferner methodische Aspekte erörtert, die bei der Weiterführung des Untersuchungsprogramms berücksichtigt werden sollten.

Die ausführliche graphische Darstellung der in den Blättern und Nadeln gemessenen Elementkonzentration kann den Abbildungen der Anlage 4 zu diesem Projektbericht (auf CD) entnommen werden. Dabei sind gesonderte Darstellungen der in der Baum- und in der Krautschicht beprobten Blätter enthalten. Neben der Präsentation der auf den Wald-DBF gemessenen mittleren Elementkonzentrationen ist in weiteren Darstellungen auch eine Differenzierung bezüglich der Kronenpositionen (untere Krone, obere Krone) vorgenommen, um etwaige Unterschiede der Elementkonzentration der Bäume zu verdeutlichen.

#### *Artunterschiede*

Zunächst ist festzustellen, dass es deutliche Unterschiede in den Elementkonzentrationen zwischen verschiedenen Baumarten gibt. Eschenblätter haben am selben Standort (DBF 1490) generell höhere Nährelementkonzentrationen (N, P, K, S, Ca, Mg, K) als Buchenblätter. Dies geht auf eine unterschiedliche Nährstoffökologie und -ökonomie der standörtlich verschieden angepassten Laubbaumarten zurück. Eschenblätter entfalten sich zumeist später als Buchenblätter, sind größer, dünner und schnellwüchsiger als Buchenblätter und sind zudem in der Streuschicht besser abbaubar. Buchenblätter sind insgesamt kompakter als Eschenblätter, haben einen schlechteren Bauwert (hoher Anteil an strukturellen Kohlenhydraten) und besitzen zudem eine glattere Oberfläche als Eschenblätter. Letzteres könnte sich prinzipiell auch auf die unterschiedliche Akkumulation luftgetragener Schadstoffe in verschiedenen Baumarten auswirken.



Im Vergleich zu Buchenblättern, weisen Tannennadel am selben Standort (DBF1260, 1261) deutlich geringere Nährstoffgehalte auf. Wie bereits dargestellt, dürften auch für diese Artunterschiede unterschiedliche ökologische Ansprüche sowie ein unterschiedliches Ressourcenaneignungsvermögen verantwortlich sein. Tabelle 3.3 gibt einen Überblick über die Zeigerwerte der drei Arten und enthält eine Zusammenstellung der in der älteren Literatur zitierten mittleren Elementgehalte. Diese können hier zur ersten allgemeinen Orientierung herangezogen werden. Während sämtliche der in der vorliegenden Untersuchung ermittelten N-Konzentrationen deutlich über einer Konzentration von 1.4% lagen, sind die N-Gehalte von 2.7% in Eschenblättern etwa vergleichbar mit den im ÖKWI ermittelten Werten. Für Tannennadeln lagen keine Vergleichswerte aus der älteren Literatur vor.

**Tabelle 3.3.** Mittlere Elementkonzentrationen in Blattorganen der untersuchten Baumarten sowie deren Zeigerwerte. Elementgehalte nach Höhne (1962) und Duvigneaud et al. (1970).

Art	Konzentrationen (%)				Zeigerwerte					
	N	P	K	Ca	L	T	K	F	R	N
<i>Abies alba</i>		0,2	0,7	0,1	3	5	4			
<i>Fagus sylvatica</i>	1,4	0,1	0,6		3	5	2	5		
<i>Fraxinus excelsior</i>	2,7	0,2	1,8		4	5	3		7	7

### *Bedeutung unterschiedlicher Kronenpositionen*

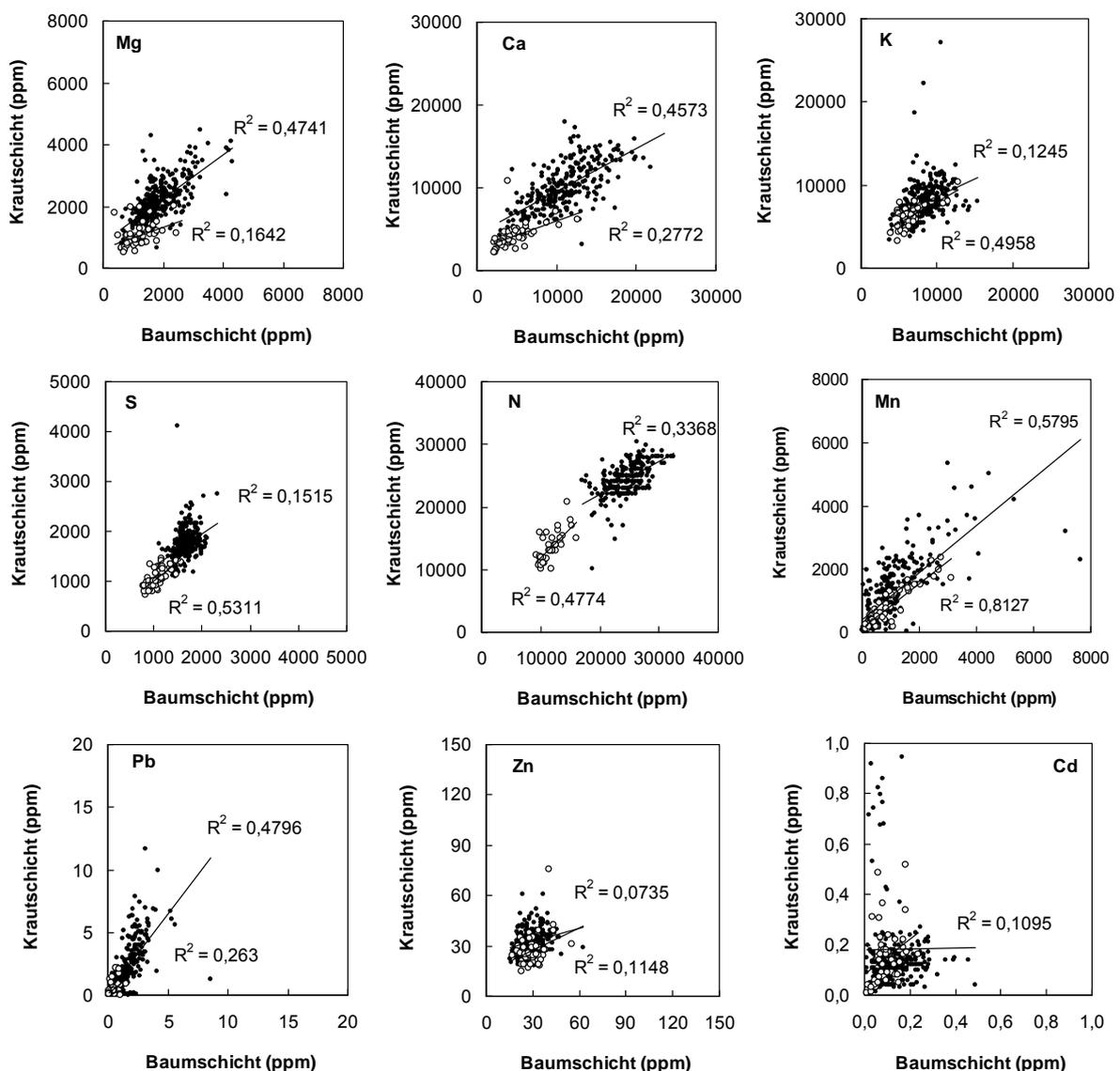
Die am Anfang der Untersuchungen 1985 und 1986 noch vorgenommene separate Untersuchung der Elementkonzentrationen in der Innen- bzw. Außenkrone zeigte keine ausgesprochenen Unterschiede der Elementkonzentrationen. Unterschiede im Akkumulationsvermögen von Nähr- und Schadstoffen in Licht- und Schattenblättern bzw. Licht- und Schattennadeln wurden daher nicht weiter betrachtet, jedoch wurden noch für einige Jahre die oberen und unteren Baumkronen getrennt voneinander beprobt.

Die nachfolgende Bewertung des möglichen Einflusses unterschiedlicher Probenhöhen basiert lediglich auf den Buchenproben, da hier die meisten Daten vorliegen. Die Ergebnisse (vgl. Anlage 4 auf CD) deuten an, dass die Konzentrationen der Nährelemente Kalium und Magnesium und des Schwermetalls Cadmium von der unteren zur oberen Krone abnehmen. Bei den Nährelementen Calcium und Schwefel sowie bei den Schwermetallen Zink, Blei und Mangan ließen sich jedoch keine systematischen Unterschiede zwischen unterer und oberer Krone feststellen, so dass der Übergang zur Beprobung nur der unteren Krone ab 1996 gerechtfertigt werden kann.

Ein Grund für die in den oberen Blattorganen geringeren K-, Mg- und Cd-Konzentrationen könnte sein, dass diese Elemente leichter als andere ausgewaschen werden und somit am Ende der Vegetationsperiode (Probennahme im Spätsommer) bereits Konzentrationsgradienten innerhalb des Baumes auftreten.

### Vergleich der in der Baumschicht und in der Krautschicht gemessenen Elementkonzentrationen

In den Untersuchungen wurden in allen Jahren und an fast allen Standorten Blatt- und Nadelproben derselben Arten sowohl aus der Baumschicht als auch aus der Krautschicht entnommen. Solche Daten sind in vergleichbaren Programmen bislang nicht erhoben worden und erlauben wertvolle Aussagen darüber, ob und wie stark die Elementkonzentrationen in Blättern derselben Art in der Baumschicht mit denen der Krautschicht korrelieren. Außerdem können aus diesen Daten generelle Unterschiede der Elementanreicherung zwischen adulten Bäumen und dem Jungwuchs erkannt werden. Die nachfolgende Betrachtung bezieht sich auf die in Tannen und Buchen gemachten Analysen; bei den Eschenblättern waren nur wenige Daten vorhanden.



**Abbildung 3.44.** Beziehungen der in Buchenblättern (●) und Tannennadeln (○) aus der Baum- und Krautschicht gemessenen mittleren Elementkonzentrationen. Die Proben stammten von insgesamt 63 Wald-DBF, die in den Jahren 1990 bis 2004 beprobt wurden. Die Probenahme erfolgte jeweils im Zeitraum zwischen Ende Juli und Anfang September und es wurden dabei die im Sommer gebildeten Blattorgane benutzt.



Bei vielen der neun betrachteten Elemente und bei beiden Baumarten lassen sich über die Gesamtheit der Standorte und Untersuchungsjahre oft leichte Beziehungen der Blattkonzentrationen in alten und jungen Bäumen feststellen (Abb. 3.44). Dies lässt insgesamt auf eine ähnliche Anreicherung bzw. Versorgung der Pflanzen in beiden Gruppen schließen. Ein hohes Bestimmtheitsmaß ( $R^2 > 0.8$ ) und damit eine hohe erklärte Varianz des linearen Zusammenhangs zwischen Nadelspiegeln in jungen und alten bzw. kleinen und großen Bäumen wurde lediglich bei den Mangankonzentrationen in Tannennadeln festgestellt. Mittelhohe Bestimmtheitsmasse ( $R^2 < 0.5$ ) und damit eine geringere erklärte Varianz ergaben sich dagegen für die linearen Zusammenhänge zwischen den in der Krone und in der Krautschicht in Buchenblättern gemessenen Nährstoffkonzentrationen (z.B. Ca, Mg und N).

Während sich die Nährelementkonzentrationen in aus der Krautschicht entnommenen Blättern über den gesamten Konzentrationsbereich ähnlich verhielten wie die der in der Krone beprobten Blätter (nahe der 1:1 Linie), zeigte sich bei den Schwermetallen Zink und Cadmium kein linearer Zusammenhang. An einigen DBF hatten die aus der Krautschicht entnommenen Blätter deutlich höhere Konzentrationen als die Blätter aus der Baumschicht. Letzteres deutet darauf hin, dass bodennah entnommene Blatt- und Nadelproben stärker durch edaphisch bedingte Schwermetallgehalte beeinflusst werden können. Während die Cadmiumkonzentrationen auch von der unteren zur oberen Krone hin abnehmen (s.o.), sind beim Zink keine Unterschiede mehr innerhalb der Baumkrone feststellbar.

### *Zeitliche Entwicklung der Elementkonzentrationen in Buchenblättern*

Für die nachfolgenden Betrachtungen wurden die in den Buchenblättern der Krone bestimmten mittleren Elementkonzentrationen über alle DBF nach Jahren geschichtet gemittelt und die Standardabweichung dieser Mittelwerte bestimmt. Durch diese Vorgehensweise sollen Aussagen über die allgemeinen großräumigen Belastungstrends ermöglicht werden. Die Ergebnisse der in Tannennadeln und Eschenblättern durchgeführten Analysen wurden hierbei nicht berücksichtigt, da Daten nur von wenigen Standorten vorliegen.

Zur Interpretation der Ergebnisse wurden auch Daten aus der Umweltprobenbank des Bundes (UPB) herangezogen, in denen seit 1996 jährlich Buchenblätter aus sieben ballungsraumfernen Nationalparks (Berchtesgaden, Hochharz, Solling, Pfälzer Wald, Scheyern, Bayerischer Wald und Bornhöveder Seen) untersucht werden. Um einen Bezug zur Entwicklung der Elementkonzentrationen auch eines ehemaligen Belastungsgebiets herzustellen, wurden aus der UPB zudem Daten der Schwefel- und Bleikonzentrationen in Fichtennadeln aus dem Saarländischen Verdichtungsgebiet herangezogen. Es muß aber berücksichtigt werden, dass die Elementgehalte zwischen verschiedenen Baumarten (Buche / Fichte) nicht direkt miteinander verglichen werden können. Die Daten aus der UPB bezogen sich ebenfalls auf Blattorgane, die in Baumkronen beprobt wurden.

Die Ergebnisse der Zeitreihen sind in Abb 3.45 dargestellt und zeigen für das Schwermetall **Blei** erwartungsgemäß einen deutlichen Rückgang seit Anfang der 1990er Jahre sowohl im Untersuchungsprogramm der UPB als auch des ÖKWI. Während die hohen Standardabweichungen in den früheren Jahren auf große

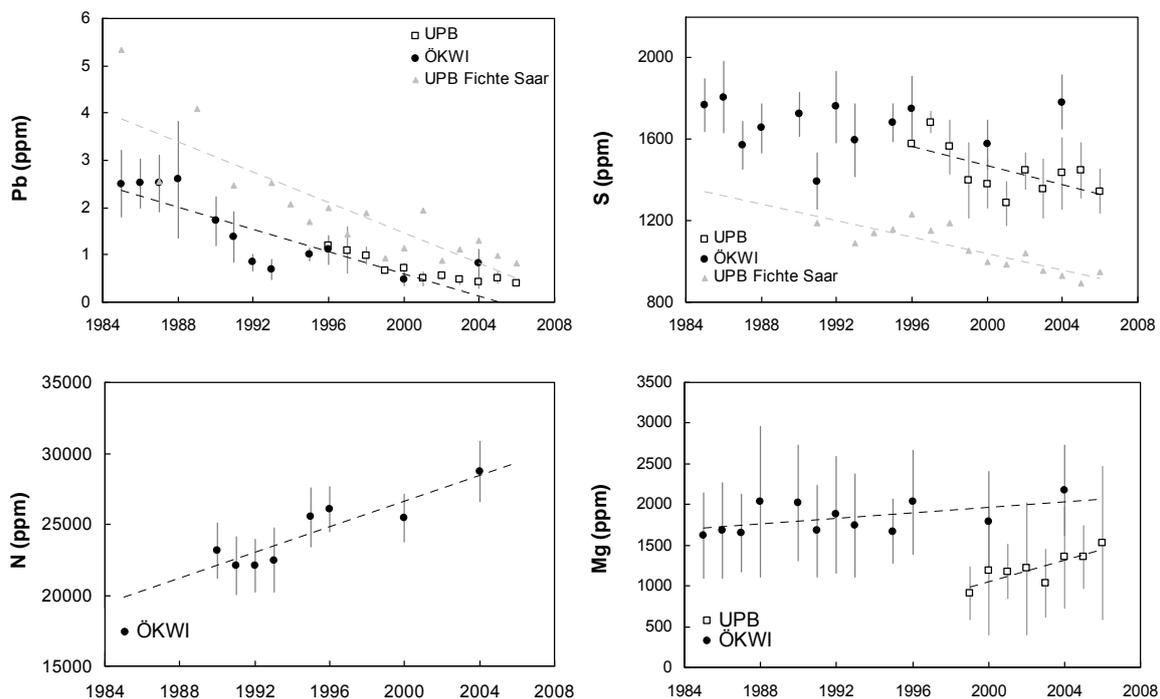
Unterschiede in der Belastungssituation an den einzelnen DBF zurückgehen dürften, deuten die geringeren Streuungen wenige Jahre später auf eine allgemeine Verringerung der großräumigen Luftverschmutzung hin. Es muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass im Jahre 2004 generell höhere Bleikonzentrationen in den Buchenblättern festgestellt wurden als im Jahre 2000. Ein besonders hoher Bleigehalt von 8 ppm wurde in den Blättern der DBF 1270 (Wiernsheim) gemessen. Dieser Wert ging jedoch nicht in die Mittelwertberechnung ein. Ebenfalls vom Datenkollektiv ausgeschlossen wurden die Bleikonzentrationen der an DBF 1211 (Stuttgart) im Jahre 2004 genommenen Buchenblattproben, die eine sehr hohe Konzentration von 27 ppm aufwiesen. Es sollte aber durch den Auftraggeber geklärt werden, was die Ursachen dieser hohen Bleikonzentrationen sind.

Bei der Entwicklung der mittleren **Schwefelkonzentrationen** deutet sich bei den Untersuchungen der UPB in ballungsfernen Gebieten und in einem ehemaligen Belastungsgebiet ein deutlich rückläufiger Trend an. Die Ergebnisse der in den Buchenblättern des ÖKWI gemessenen Schwefelkonzentrationen bestätigen diesen Trend aber nicht. Im Jahre 2004 lagen die mittleren S-Konzentrationen sogar wieder auf einem ähnlich hohen Niveau wie zu Mitte der 1980er Jahre. Aus den Vergleichen resultiert ferner, dass die in Baden-Württemberg ermittelten Blattschwefelgehalte deutlich über denen von ballungsfernen Gebieten liegen. Sie liegen sogar deutlich über den in den sieben Nationalparks ermittelten Schwankungsbreiten der Schwefelkonzentrationen.

Im Vergleich zu den Ergebnissen der Elementanalysen der Grünlandproben (vgl. 2. Projektbericht) fällt auf, dass sich der seit den 1990er Jahre zu beobachtende allgemeine Rückgang der Schwefeldepositionen besser mittels der Grünlandproben als mit Waldproben nachweisen lässt. Dies dürfte daran liegen, dass die als Bioindikator eingesetzten Buchenblätter nur in der warmen Jahreszeit akkumulieren, während der Grünlandaufwuchs zum Teil auch in der kühlen Jahreszeit luftbürtigen Schwefel anreichern kann bzw. den winterlichen SO<sub>2</sub>-Maxima stärker ausgesetzt ist. Ein weiterer Grund für den mit der Zeit im Grünland nachgewiesenen stärkeren Rückgang der Schwefelkonzentrationen dürfte in der regelmäßigen Abfuhr von Biomasse und damit des kontinuierlichen Nährstoffzugs liegen.

Bei den Konzentrationen des Nährelements **Magnesium** lässt sich in der Zeitreihe des ÖKWI ein leichter und in der Zeitreihe der UPB ein mäßiger Anstieg der mittleren Blattkonzentrationen feststellen. Dies könnte auf eine insgesamt höhere Vitalität der Wälder (Chlorophyllgehalt korreliert mit Mg) infolge des Rückgangs der weiträumigen Säuredepositionen hinweisen. Ebenfalls könnten sich weiträumige Kalkungsmaßnahmen mit Mg-reichem Dolomitmalk ausgewirkt haben. Insgesamt liegen die Mg-Konzentrationen der baden-württembergischen Buchenblätter im Mittel deutlich über denen, die in Blättern aus den Nationalparks gemessen wurden. Allerdings sind bei den baden-württembergischen Buchenwäldern verglichen mit den Buchenwäldern der o.g. Nationalparke die Kalkbuchenwälder deutlich überrepräsentiert.

Gleichzeitig deuten die über die Zeit angestiegenen mittleren Blattkonzentrationen des Elements **Stickstoff** in der Zeitreihe des ÖKWI auf einen erheblichen, sogar weiterhin ansteigenden Eintrag eutrophierender Komponenten hin. Lagen die N-Konzentrationen in Buchenblättern Anfang der 1990er Jahre noch bei  $2.2 \pm 0.2\%$ , waren sie im Jahre 2004 im Mittel bereits bis auf  $2.8 \pm 0.2\%$  gestiegen. Leider liegen nur wenig Vergleichsdaten aus anderen langjährigen Untersuchungsprogrammen vor, da das Problem der Eutrophierung erst in jüngster Zeit stärker berücksichtigt wird. Vergleicht man allerdings die Blattstickstoffkonzentrationen mit den in Tabelle 3.3 zusammen gestellten Werten für normale Elementkonzentrationen, fällt auf, dass sämtliche im Rahmen des ÖKWI gemessenen N-Konzentrationen als erhöht gelten müssen. Weitere Anmerkungen dazu folgen im nachfolgenden Kapitel.



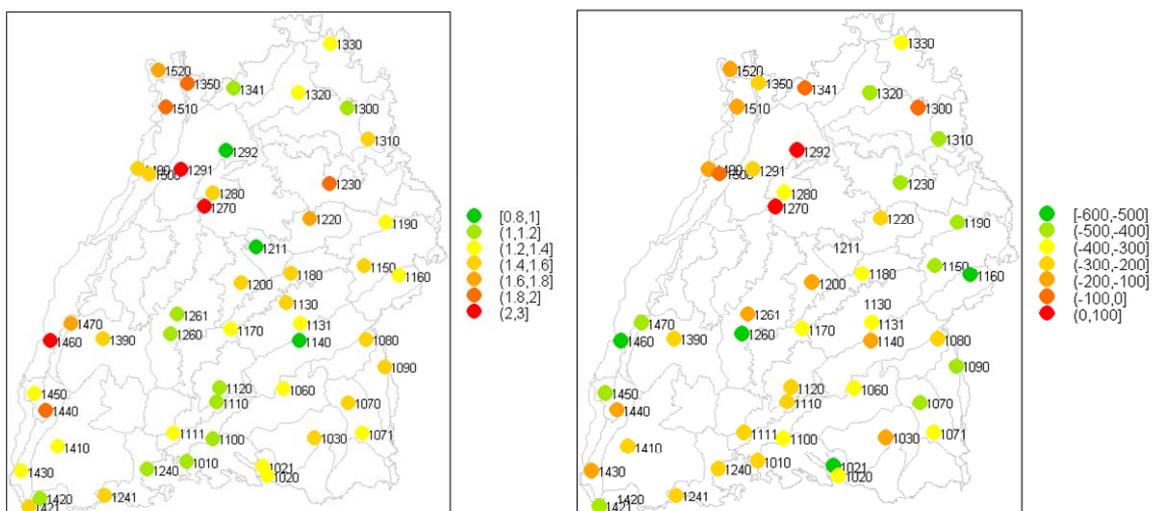
**Abbildung 3.45.** Zeitliche Entwicklung der mittleren Blei-, Schwefel-, Stickstoff- und Magnesiumkonzentrationen in Blattorganen. Dargestellt sind die Ergebnisse der mittleren Elementkonzentrationen inklusive der Standardabweichungen und Trendlinien aus den Untersuchungsprogrammen des ÖKWI (über alle DBF) und der UPB. Daten aus der UPB unter <http://anubis.uba.de/wwwupb/servlet/upb>.

Es sollten daher in zukünftigen Untersuchungen weiterhin N-Konzentrationen in den auf den DBF beprobten Buchenblättern analysiert werden, um das Ausmaß der voranschreitenden Eutrophierung bewerten zu können.

### Räumliche Unterschiede der Elementkonzentrationen in Buchenblättern

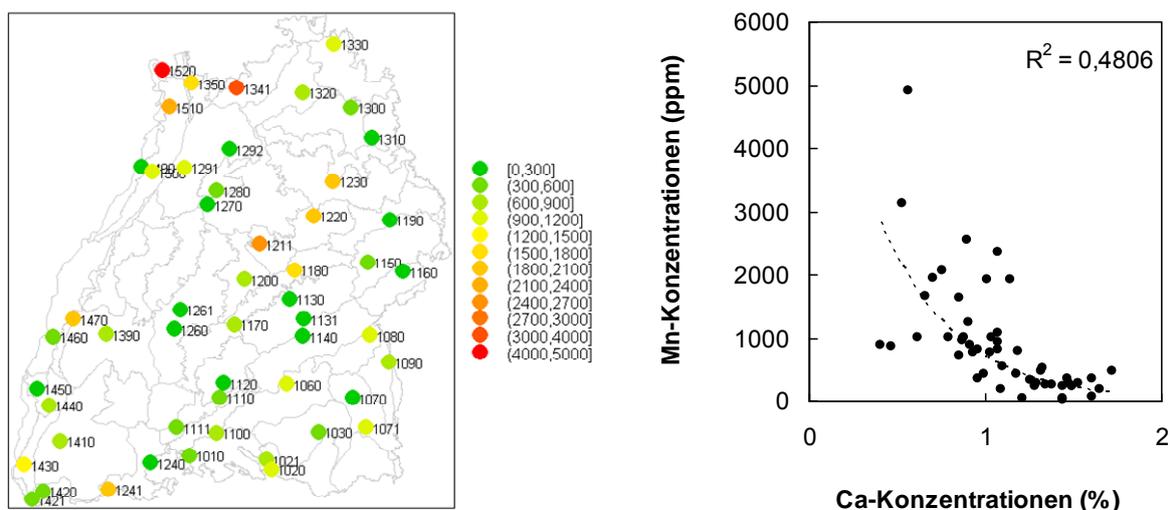
Auch die nachfolgenden Betrachtungen zu räumlichen Unterschieden der Elementkonzentrationen basieren auf der Auswertung der aus den Baumkronen entnommenen Buchenblätter und lassen die aus der Krautschicht entnommenen Proben außer Betracht. Abbildungen zu den mittleren Elementkonzentrationen an den DBFs sind in Anlage 4 (auf CD) enthalten.

Die deutlichste Reduktion ließ sich über die Zeit und den Raum in den **Blei**blattspiegeln feststellen. Die Konzentrationen des Schwermetalls sanken über den Untersuchungszeitraum um 50 bis zu 500% mit großen räumlichen Unterschieden (Abb. 3.46). Die Stationsmittel der entlang der Rhein- und Neckarschiene gelegenen DBF zeigen auch heute noch im Vergleich zu den anderen Stationen erhöhte Werte. Die Bleigehalte der an den DBF 1270 (Wiernsheim) und 1292 (Eppingen) entnommenen Buchenblätter sind sogar noch gestiegen. Dennoch bestätigen die Ergebnisse eindrucksvoll die insgesamt weit reichenden Erfolge des Benzin-Blei Gesetzes.



**Abbildung 3.46.** Mittlere Bleikonzentrationen ( $\text{mg kg}^{-1}$  Trockenmasse, ppm) in den auf den DBF beprobten Buchenblättern über den Untersuchungszeitraum 1985 bis 2004 (links) und deren Veränderungen zwischen der ersten und der letzten Erhebung (als % der letzten Erhebung, rechts).

Bei den **Mangan**konzentrationen in den Buchenblättern ergibt sich ebenfalls ein räumlich stark differenziertes Bild. Die hohen Konzentrationen auf einigen DBFs dürften aber nur zum Teil auf anthropogen bedingte Einträge zurückgehen. Vielmehr dürften hierfür geogen erhöhte Gehalte (z.B. im Odenwald), eine saure Bodenreaktion und damit bessere Verfügbarkeit des Elements verantwortlich sein (Abb. 3.47). Dies wird auch durch den negativen Zusammenhang zwischen Mangan- und Calcium-konzentrationen bestätigt.

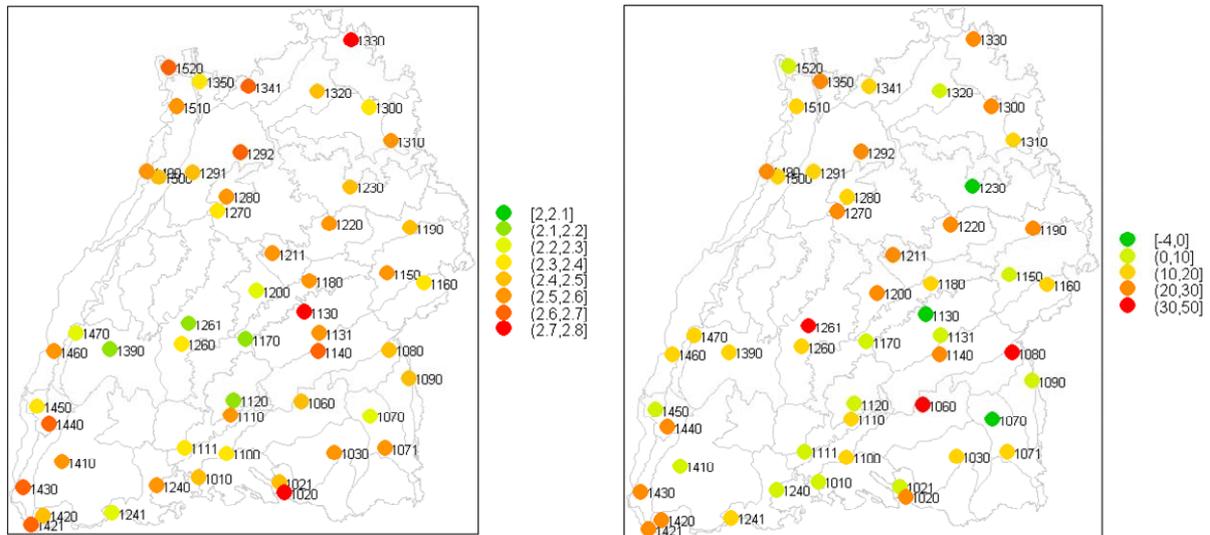


**Abbildung 3.47.** Mittlere Mangankonzentrationen ( $\text{mg kg}^{-1}$  Trockenmasse, ppm) in den auf den DBF beprobten Buchenblättern über den Untersuchungszeitraum 1985 bis 2004 (links) und deren Beziehung zu den mittleren Calciumkonzentrationen (% , rechts).

Auch bei den **Schwefel**-Konzentrationen zeigten sich über den Zeitraum an vielen DBF Verringerungen der Blattkonzentrationen, die die erfolgreichen Luftreinhalte-massnahmen bestätigen. Im Vergleich zum nichtessentiellen Blei waren diese Reduktionen jedoch nicht so deutlich; sie lagen im Mittel bei nur 10 bis 20%. Ein Grund für die insgesamt nicht stark zurück gegangenen Blattschwefelkonzentrationen könnte sein, dass die Buchenblätter im Gegensatz zu Grünlandpflanzen relativ wenig den im Winter erhöhten  $\text{SO}_2$ -Immissionen ausgesetzt waren (s.o.), sondern der Schwefel vor allem über die Bodenlösung aufgenommen wurde.

Lediglich bei Buchenblättern von drei DBF gingen die mittleren **Stickstoff**-Konzentrationen zwischen der ersten und der letzten Erhebung leicht zurück; bei allen anderen wurde ein Anstieg der N-Konzentrationen von 15-25% konstatiert (Abb. 3.48). Stark angestiegene Blattstickstoffkonzentrationen wurden im Süden, im Nordwesten und in der Mitte Baden-Württembergs und an zwei DBF in Oberschwaben festgestellt. Dies dürfte auf die immer noch ansteigende Deposition reduzierten und oxidierten Stickstoffs hinweisen, jedoch zeigten die mittleren N-Konzentrationen keine Beziehung zu den nach Gauger et al. (2007) modellierten räumlichen Unterschieden der Stickstoffdeposition.

Während bei den Fichten in Baden-Württemberg insgesamt ein positiver Trend der Nährelementversorgung konstatiert wurde, deuten auch die Untersuchungen der FVA Freiburg (2008, Seite 35) bei den Buchen auf eine „sehr angespannte Versorgung“ hin. Im Gegensatz zu den Untersuchungen des ÖKWI werden im Rahmen der Immissionsökologischen Waldzustandserfassung (IWE) Elementanalysen in Buchenblättern aber erst seit 2001 durchgeführt.



**Abbildung 3.48.** Mittlere Stickstoffkonzentrationen (% Trockenmasse) in den auf den DBF beprobten Buchenblättern über den Untersuchungszeitraum 1985 bis 2004 (links) und deren Veränderungen zwischen der ersten und der letzten Erhebung (als % der letzten Erhebung, rechts).

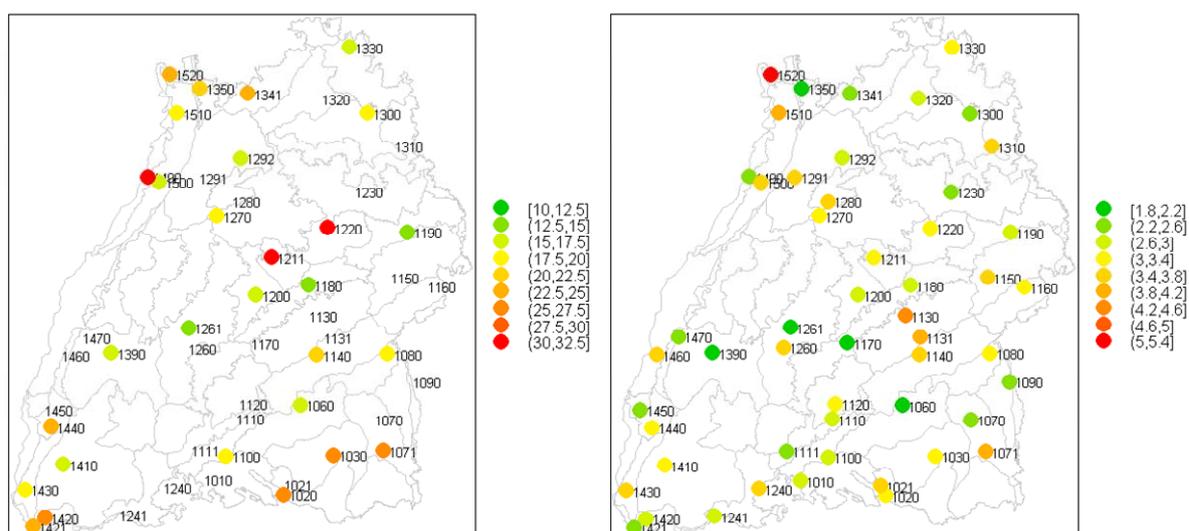
Obwohl Schwefel- und Stickstoffimmissionen sich bezüglich ihrer Quellen und zeitlichen Belastungstrends deutlich unterscheiden, deutete sich eine mittelstarke ( $R^2$  0.6) und eine leichte Beziehung ( $R^2$  0.33) zwischen den mittleren S- und N-Konzentrationen bzw. zwischen der über die Zeit erfolgten Konzentrationseränderungen dieser Elemente an. Bei den DBFs, in denen eine deutlichere Reduktion der S-Konzentrationen erfolgt war, war der Anstieg der N-Konzentrationen weniger stark ausgeprägt, wohingegen ein hoher Anstieg der N-Konzentrationen teilweise auch mit einem Anstieg der mittleren S-Konzentrationen assoziiert war. Dieser Zusammenhang legt nahe, dass die über die Zeit erfolgte Eutrophierung und ggf. auch die Versauerung der Standorte sowohl zu einer höheren Schwefel- als auch Stickstoffverfügbarkeit geführt haben könnte. Bei den Konzentrationen der anderen Nährelemente waren nur weniger deutliche Beziehungen festzustellen.

Es ist unbestritten, dass die weiträumigen N-Einträge in den Waldökosystemen Mitteleuropas in den letzten Jahren zu gravierenden Veränderungen in der Nährstoffversorgung geführt haben. Dies äußert sich in so genannten Nährstoffungleichgewichten, die sich langfristig in einer verringerten Vitalität und Wachstumseinbußen auswirken können. Oftmals werden zur Beurteilung von **Ernährungsstörungen** bei Buchen die N:P-, N:K- und N:Mg Verhältnisse herangezogen. Die empfohlenen Normalwerte betragen laut Flückiger & Braun (2003):

N:P	10 - 17
N:K	2.1 - 3.8
N:Mg	10 -21.5

In nachfolgenden Abbildungen sind die Nährstoffverhältnisse der in den Buchenblättern über die Jahre gemessenen mittleren Elementkonzentrationen

dargestellt. Während bei den N:K-Werten Mittelwerte über alle Jahre verwendet wurden, ging bei der Berechnung der N:P Werte nur die im Jahre 2004 an 28 Stationen bestimmten Stickstoff- und Phosphorkonzentration ein. Wenn man die oben genannten Spannen für eine Normalversorgung der Buche zu Grunde legt, manifestiert sich an 75% der Stationen ein Phosphormangel ( $N:P > 17$ ), während sich auf ca. 10% der DBF auch ein Kaliummangel andeutet ( $N:K > 3.8$ ). Ähnliche Ergebnisse wurden aus der Schweiz berichtet, wo an vielen Waldbeobachtungsflächen in den letzten 20 Jahren Abnahmen der Phosphorkonzentrationen von über 45% auftraten (Flückiger & Braun 2004). Es sollten zur weiteren Betrachtung möglicher Mangelernährungen in Zukunft neben den N-Analysen weitere Untersuchungen zu den Phosphorkonzentrationen in den Buchenblättern durchgeführt werden. Ferner sollten auch die Ergebnisse der durch die FVA Freiburg durchgeführten Untersuchungen auf den Level I- und Level II-Flächen (UNECE ICP Forests) herangezogen werden, um die Auswirkungen der Stoffdepositionen näher zu analysieren. Denn auch in den Untersuchungen des ICP Forest Programms (ICP Forests 2004) wurde auf den Zusammenhang einer Destabilisierung der Waldökosysteme durch hohe Stickstoffdeposition, Nährstoffimbilanzen und damit eine Verringerung des Waldwachstums hingewiesen.

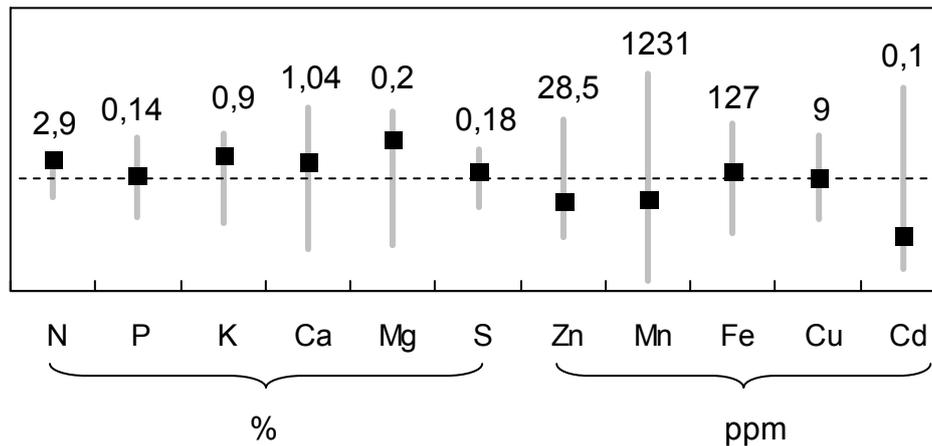


**Abbildung 3.49.** N:P- Verhältnisse (links) und N:K-Verhältnisse (rechts) der auf den DBF beprobten Buchenblätter.

Ein abschließender Vergleich der im Jahre 2004 in den Buchenblättern des ÖKWI gemessenen mittleren Elementkonzentrationen mit den im ICP- Forests Programm berichteten typischen Schwankungsbreiten ist in Abb. 3.50. dargestellt. Auch hierbei fällt auf, dass die Blattstickstoffkonzentrationen als deutlich erhöht eingestuft werden müssen. Alle anderen Elementkonzentrationen liegen innerhalb der Schwankungsbreiten und deuten daher nicht auf eine Über- oder Unterversorgung bzw. im Falle des Cadmiums auf eine übermäßige Belastung hin.

Zur Weiterführung des passiven Biomonitorings empfiehlt es sich auch, fortan biometrische Parameter der Blätter zu erfassen, z.B. 100 Blattfrisch- und -trockengewicht, 1000 Nadelgewicht und Blattfläche. Solche Betrachtungen erlauben es, neben den Elementkonzentrationen auch die Elementgehalte pro Blatt oder

Blattfläche auszudrücken. Die Erfassung biometrischer Größen ist laut Luysaert et al. (2002) und ICP Forests (2007) in Langzeituntersuchungen mit Blattorganen anzuraten, um z.B. Unterschiede der Blattgröße und deren Einfluss auf das Akkumulationsverhalten zu erkennen bzw. zu nivellieren. Informationen über die Blattgröße und Wassergehalte sind zudem sinnvolle Ergänzungen zur Beschreibung der Vitalität von Bäumen und der Betrachtung möglicher klimatischer Einflüsse über die Zeit.

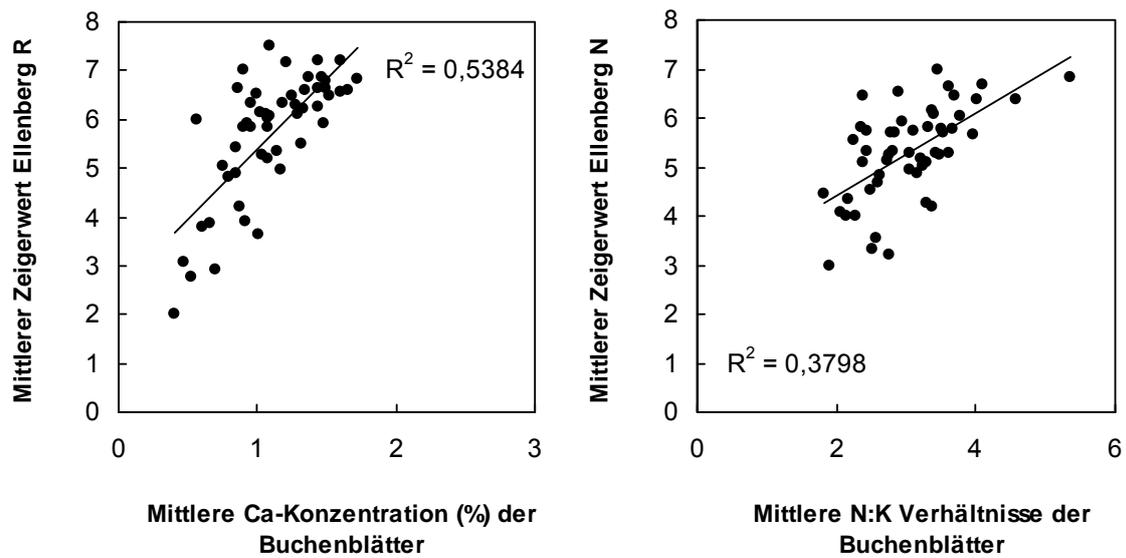


**Abb. 3.50.** Vergleich der im Jahre 2004 in den Buchenblättern des ÖKWI analysierten mittleren Elementkonzentrationen mit den im ICP-Forest Programm für Buchenblätter berichteten Schwankungsbreiten. Die gestrichelte Linie entspricht den mittleren Konzentrationen. ICP Forests Daten nach: [http://bfw.ac.at/rz/document\\_api.download?content=plausible-ranges.pdf](http://bfw.ac.at/rz/document_api.download?content=plausible-ranges.pdf)

### *Beziehungen der Elementkonzentrationen zu Umweltvariablen*

Eine Korrelationsanalyse deutet eine mittelstarke Beziehung der aus der Zusammensetzung der Krautschicht berechneten mittleren Zeigerwerte mit den Nährstoffkonzentrationen der auf den DBF beprobten Blätter aus der Krone an. So zeigten die Ca-Konzentrationen in Buchenblättern eine Beziehung zu den mittleren Reaktionswerten der Krautschicht an (Abb. 3.51). Obwohl dieser Zusammenhang lediglich bestätigt, dass Kalkbuchenwälder im Vergleich zu anderen Buchenwäldern sowohl höhere Calciumblattkonzentrationen als auch viele Kalkzeiger besitzen, können solche Analysen wertvolle Erkenntnisse liefern. Sie bestätigen einerseits den bioindikativen Wert und die Qualität der erhobenen Daten und können, über die Zeit wiederholt, Aussagen über veränderte ökologische Bedingungen zulassen.

Auch die N:K-Nährstoffrelation in den Buchenblättern zeigte eine Beziehung zur Ökologie des Standorts (Abb. 3.51). So gingen hohe mittlere Zeigerwerte der Krautschicht mit höheren N:K-Werten einher, was auf eine Stickstoffübersversorgung und mögliche Nährstoffimbilanzen dieser Standorte hinweist. Es erweist sich somit, dass beide Methoden, die Beschreibung der Vegetationsveränderungen bzw. Verschiebungen von Zeigerwerten über die Zeit und die Nährstoffanalysen von Blättern sich sinnvoll ergänzen und zur Bioindikation von Umweltveränderungen geeignet sind.



**Abbildung 3.51.** Zusammenhang der mittleren Calciumkonzentrationen in Buchenblättern mit den mittleren R-Zeigerwerten (links) und Beziehung der N:K Nährstoffverhältnisse mit mittleren N-Zeigerwerten (rechts).

## 4. Diskussion

### 4.1. Methodische Probleme beim Vergleich der Vegetationsaufnahmen langjähriger Wald-Dauerbeobachtungsflächen

Die allgemeinen Probleme beim Vergleich von Vegetationsaufnahmen langjähriger Dauerbeobachtungsflächen wurden bereits im Projektbericht 2 am Beispiel der Grünland-Dauerbeobachtungsflächen ausführlich dargestellt und diskutiert. Die Probleme bei den Wald-Dauerbeobachtungsflächen sind im Wesentlichen die gleichen. An dieser Stelle soll auf einige Kriterien und methodische Probleme eingegangen werden, die für die Wald-DBF besonders relevant sind.

#### *Frühlings- und Sommeraufnahmen der Dauerbeobachtungsflächen*

Sowohl bei den Gesamtaufnahmen, als auch bei der Aufnahme der Sukzessionsquadrate wurden Frühlings- und Sommeraufnahmen an den Dauerbeobachtungsflächen angefertigt. Obwohl solche Aufnahmen die zeitlichen Aspekte in den Beständen gut dokumentieren, scheint der Aufwand nur bedingt im Verhältnis zur Auswertbarkeit der Daten zu stehen. Die Frühlingsaufnahmen unterscheiden sich im Arteninventar oft nur in wenigen Arten von den Sommeraufnahmen und sind sehr stark von Deckungsschwankungen auf Grund unterschiedlicher Witterungsbedingungen der Aufnahmejahre abhängig. Bis zum Sommer haben sich diese Unterschiede dann (außer in extremen Jahren) oft nivelliert.

#### *Die Gesamtaufnahmen der Dauerbeobachtungsflächen (Braun-Blanquet-Skala)*

Aufgrund der groben Braun-Blanquet-Skala zur Deckungsschätzung und der zeitlich großen Abstände zwischen den Aufnahmen (1987 (nur einzelne DBF vorhanden), 1992, 2001, 2007 (nur Intensiv-DBF)) ist ein Vergleich der mittleren Zeigerwerte nicht besonders sinnvoll und aussagekräftig. Die Gesamtaufnahmen der Dauerbeobachtungsflächen (TB Botanik) nach Braun-Blanquet sollten in den gleichen Jahren wie die Aufnahme der Sukzessionsquadrate erfolgen. Sie dokumentieren das weitere Umfeld der Sukzessionsquadrate und liefern damit einen wichtigen Beitrag für die Interpretation der Gesamtentwicklung auf der DBF. Wenn möglich sollte die Aufnahme mit einer feineren Schätzskala (z.B. nach Londo) durchgeführt werden.

#### *Die Sukzessionsquadrate der Dauerbeobachtungsflächen (Prozentskala)*

Die Vegetationsaufnahmen der Sukzessionsquadrate stellen die wesentliche Grundlage für eine Auswertung in Beziehung zu den Veränderungen der atmosphärischen Deposition und des Klimas dar.

Eine gemeinsame Aufnahme aller Sukzessionsquadrate, wie sie im Jahr 1995 durchgeführt wurde, scheint nicht sinnvoll, da diese Daten weder direkt mit den Aufnahmen der Kernzonen nach Braun-Blanquet, noch mit den Sukzessionsquadraten verglichen werden können. Auch ein Vergleich mit über die



Sukzessionsquadrate gebildeten Mittelwerten ist nur bedingt sinnvoll (siehe Projektbericht 2 zum Grünland).

Aus praktischen Gründen wurde die Aufnahme der DBF oft auf 2 Jahre verteilt (1985/1986, 1987/1988, 1990/1991, 1992/1993). Diese Aufteilung erschwert den Vergleich über längere Zeiträume, da hierdurch z.T. klimatisch sehr unterschiedliche Jahre kombiniert werden.

Besonders problematisch ist aber vor allem die Flächengröße der Sukzessionsquadrate. Sie liegt mit jeweils 4 m<sup>2</sup> sehr weit unterhalb der für Vegetationsaufnahmen im Wald empfohlenen Mindestgröße von 100 – 500 m<sup>2</sup> (z.B. Dierssen 1990). Sie sind deshalb nicht geeignet, das Arteninventar der Gesellschaften ausreichend abzubilden. Insbesondere in den oft artenarmen Waldgesellschaften können dadurch Stichprobeneffekte entstehen, die die mittleren Zeigerwerte stark beeinflussen (siehe hierzu auch Ewald 2003, VDI 2008). Vor allem in Gesellschaften, die von Dominanzbeständen (Fazies) sich klonal vermehrender Arten bestimmt werden (*Allium ursinum*, *Mercurialis perennis*, *Galium odoratum*, etc.), ist die Auswahl einer so kleinen Fläche unzureichend. Selbst die aufsummierte Fläche aller Sukzessionsquadrate einer Wald-DBF liegt weit unterhalb der empfohlenen Mindestgröße für Vegetationsaufnahmen im Wald.

Für den Vergleich der Vegetationsaufnahmen aus verschiedenen Jahren sind auch die z.T. erheblichen Unterschiede in den Aufnahmedaten der Sukzessionsquadrate problematisch (siehe Tab. 2.7).

#### 4.2. Der Einfluß der Strauch- und Baumschicht auf die Vegetationsentwicklung der Krautschicht

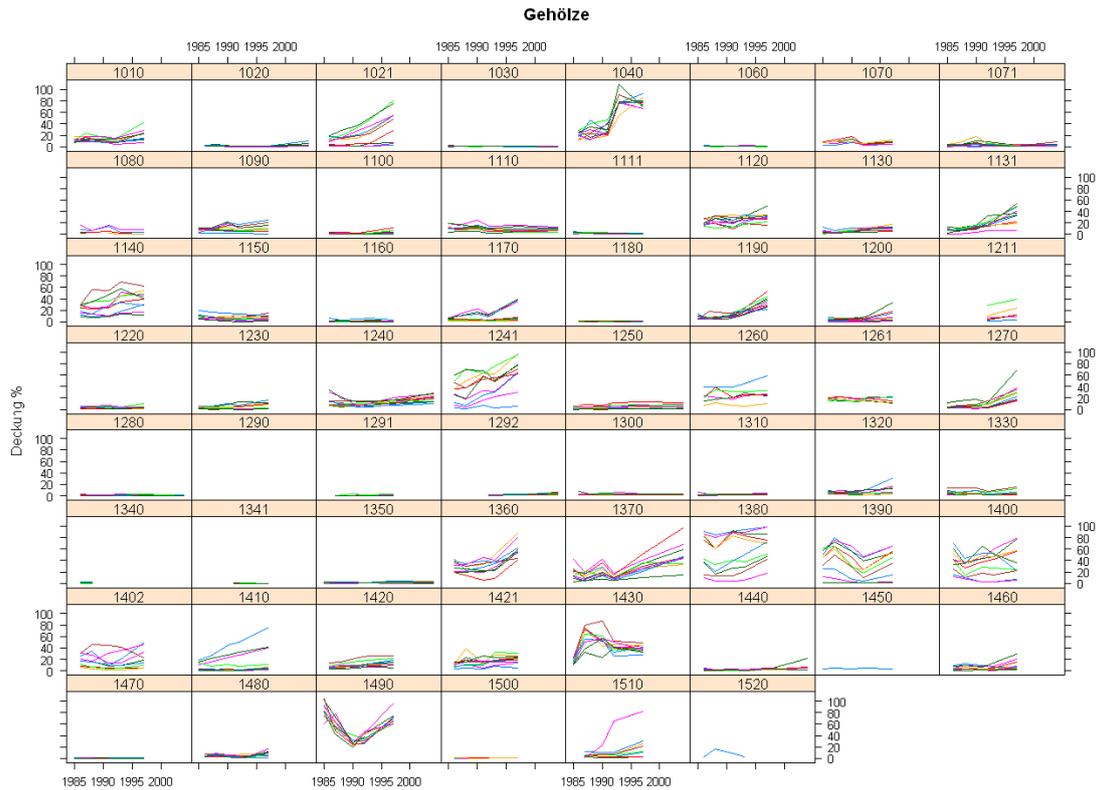
Bei der Analyse der Vegetationsentwicklung auf den Sukzessionsquadraten der Dauerbeobachtungsflächen wurde deutlich, dass sich Baum- und Straucharten in vielen DBF aussähen, keimen und etablieren. Dies gilt insbesondere für DBF mit einem veränderten Lichtklima (Auflichtung der Baumschicht, Lichteinfall durch Windwurfflächen in unmittelbarer Nähe der DBF).

Auf Grund der sich über die Zeit etablierenden Strauchschicht wurde ab 1997 bei der Aufnahme der Sukzessionsquadrate die Strauchschicht auch gesondert aufgenommen. Besonders stark ist die zubeobachtende Deckungszunahme bei Buche, Bergahorn und Esche (siehe auch Anlage 5, auf CD).

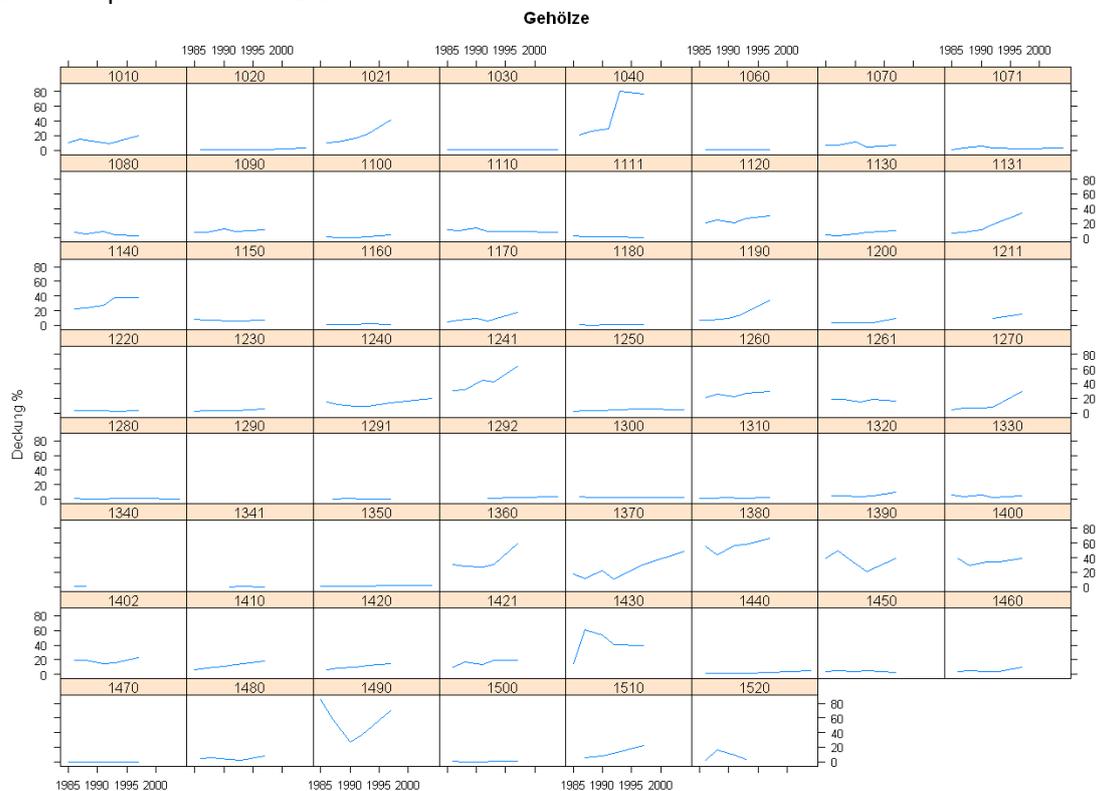
Abb. 4.1 und 4.2 zeigen die Summe der Deckung der Gehölzarten in der Kraut- und Strauchschicht der DBF in den einzelnen Sukzessionsquadraten und als Mittel über diese. An einigen DBF (z.B. 1040 und 1430) ist eine starke Zunahme der Sträucher zu beobachten, während andere (z.B. 1450) über den gesamten Zeitraum fast strauchfrei bleiben. Auffallende Schwankungen zeigt z.B. die DBF 1490. Auffallend sind auch die oft großen Unterschiede zwischen den Sukzessionsquadraten.

Eine zunehmende Strauchschicht führt ihrerseits oft zu einer Beschattung der Krautschicht. Diese Beschattung kann zu erheblichen Deckungsänderungen der Krautarten führen (Lichtkonkurrenz). Außerdem kann sich bei zunehmender Beschattung auch das Mikroklima für die Krautschicht verändern.

Auch eine Veränderung der Beschattung durch die Baumschicht (stärkerer Kronenschluß, Ausdunklung) kann erhebliche Auswirkungen auf das Licht- und Mikroklima in der Krautschicht haben.



**Abbildung 4.1.** Entwicklung der Deckung der Gehölzarten (verholzende Arten) in der Kraut- und Strauchschicht der DBF. Die farbigen Linien stellen die Deckung in den einzelnen Sukzessionsquadraten einer DBF dar.



**Abbildung 4.2.** Entwicklung der Deckung der Gehölzarten (verholzende Arten) in der Kraut- und Strauchschicht der DBF. Mittelwert über alle Sukzessionsquadrate einer DBF.

### 4.3 Deckungsänderungen ausgewählter Arten

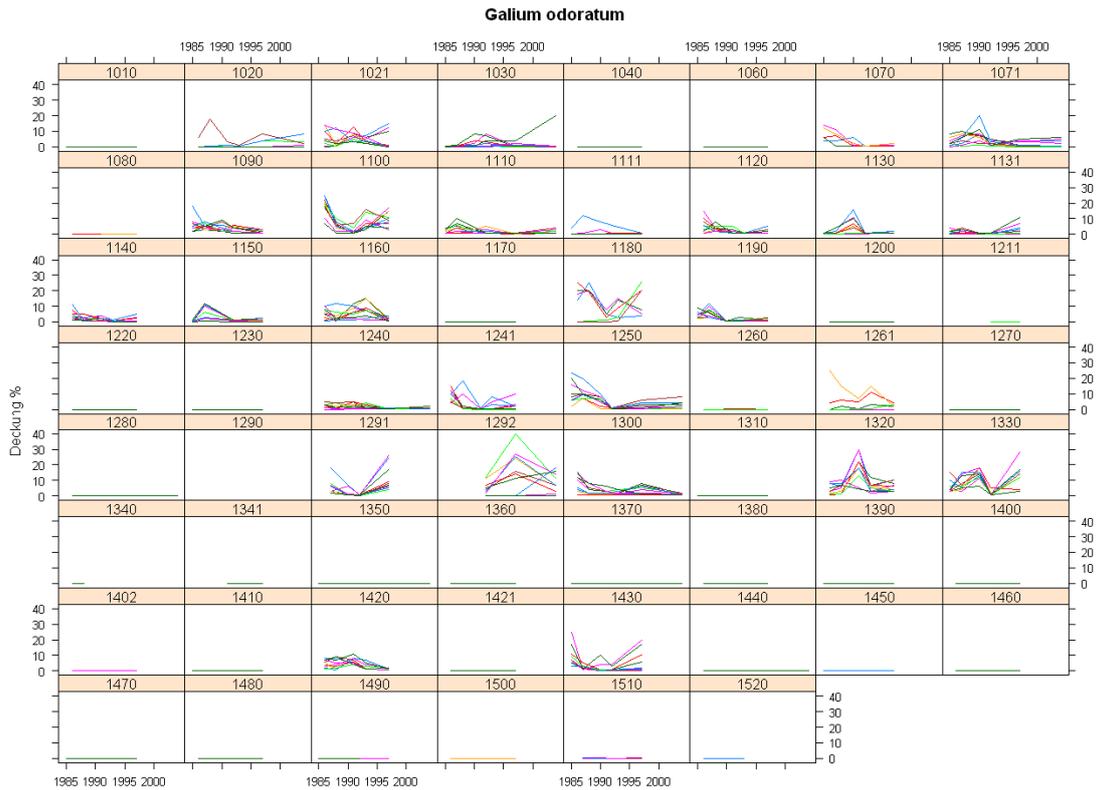
In den Gutachten zu den Aufnahmen der Wald-DBF aus den Jahren 1997 und 2004 (Thomas & Thomas-Kübler 1998, 2005) wurden Deckungsänderungen ausgewählter Arten dargestellt und diskutiert. Für einige dieser Arten wurden auch hier Graphiken angefertigt, die in Anlage 5 zu diesem Projektbericht (auf CD) zusammengestellt wurden. Exemplarisch werden hier die Abbildungen zum Waldmeister (*Galium odoratum*) und zum Efeu (*Hedera helix*) wiedergegeben (Abb. 4.2 und 4.3). In Anlage 5 werden auch *Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Milium effusum*, *Oxalis acetosella*, *Rosa arvensis*, *Viola reichenbachiana* dargestellt.

Der Efeu (*Hedera helix*) ist eine Art mit ozeanischem Verbreitungsschwerpunkt. Seine Zunahme wird oft mit den rezenten Veränderungen des Klimas (insbesondere mildere Winter) in Verbindung gebracht. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Laurophyllisierung (Dierschke 2005) und meint damit den Prozess der Ausbreitung immergrüner Laubgehölze in laubwerfenden Wäldern. Insgesamt zeigt der Efeu tatsächlich in einigen DBF eine starke Zunahme der Deckung von 1992 bis 1997. Auch auf drei der im Jahr 2004 nochmals aufgenommenen DBF setzt sich dieser Trend fort. In anderen DBF sind jedoch starke Deckungsschwankungen oder gar gegenläufige Entwicklungen zu beobachten.

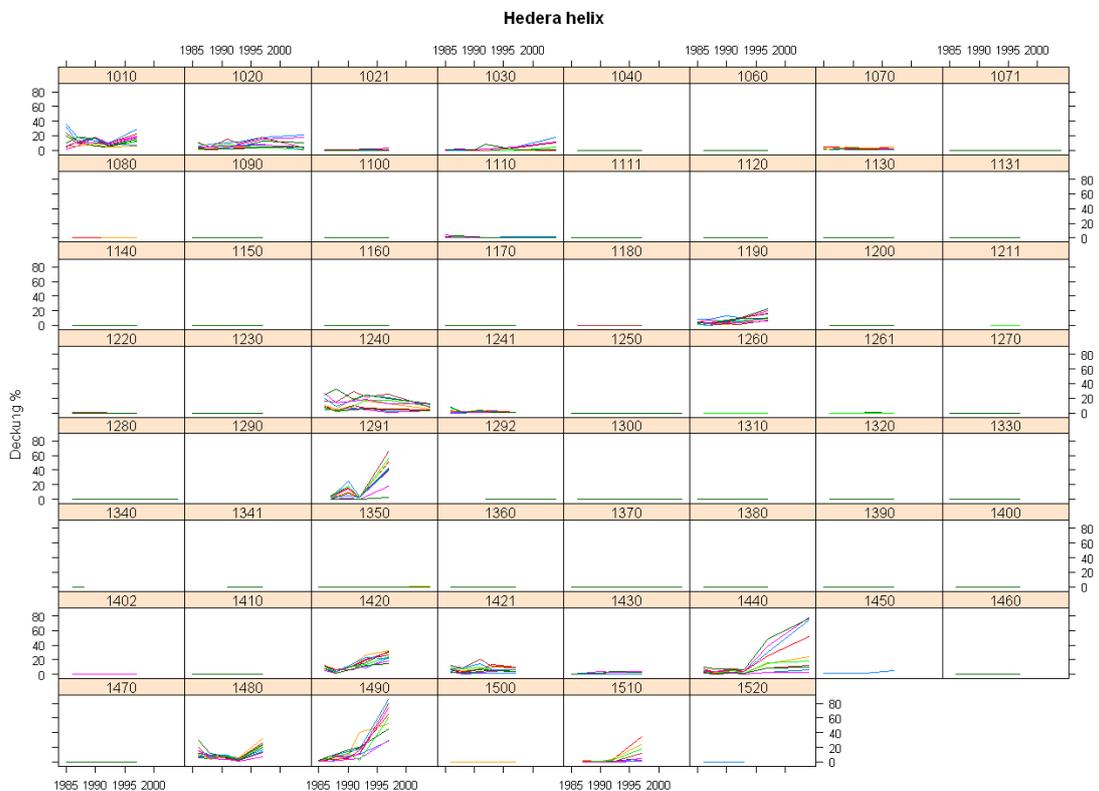
Als Ursache für die Deckungsveränderungen beim Efeu können neben den milderen Wintern aber auch lokale Veränderungen des Licht- und Mikroklimas eine große Rolle spielen. Dafür spricht z.B. die oft stark unterschiedliche Entwicklung in den verschiedenen Sukzessionsquadraten einer DBF. Auffallend ist auch, dass die starke Zunahme von *Hedera* gerade an Standorten zu beobachten ist, die durch starke Eingriffe beeinträchtigt wurden (z.B. das *Carpinetum* auf DBF 1440).

Beim Waldmeister (*Galium odoratum*, Abb. 4.3) zeichnen sich in einzelnen Flächen deutliche Abnahmen ab. Da aber in anderen Flächen nur Schwankungen zu beobachten sind, ist auch diese Entwicklungstendenz nicht abzusichern. Auffallend ist auch hier die z.T. gegenläufige Entwicklung in den Sukzessionsquadraten der gleichen DBF. Deckungsänderungen des Waldmeisters können ihren Grund in Deckungsänderungen der Strauchschicht, Auflichtungen der Baumkrone, Kalkungsmaßnahmen, oberflächlicher Bodenversauerung und anderen Faktoren haben.

Die Veränderungen bei Flattergras, Wald-Sauerklee, Kriechender Rose und Wald-Veilchen lassen nur wenige landesweit parallel verlaufende Entwicklungen erkennen. Geringe Deckungswerte des Wald-Sauerklees können auch auf extreme Trockenheit zum Zeitpunkt der Sommeraufnahme zurückzuführen sein (z.B. im Jahr 2004).



**Abbildung 4.3.** Entwicklung der Deckung von Waldmeister (*Galium odoratum*) in der Krautschicht der DBF. Die farbigen Linien stellen die Deckung in den einzelnen Sukzessionsquardaten einer DBF dar.



**Abbildung 4.4.** Entwicklung der Deckung von Efeu (*Hedera helix*) in der Krautschicht der DBF. Die farbigen Linien stellen die Deckung in den einzelnen Sukzessionsquardaten einer DBF dar.

#### 4.4 Gesamtübersicht über die Vegetationsentwicklung der Wald-Dauerbeobachtungsflächen zwischen 1985 und 2004

Abb. 4.5 und Abb. 4.6 zeigen eine Ordination aller Wald-DBF aus allen Aufnahmejahren mit Hilfe einer DCA. Hierzu wurden für die jeweiligen Aufnahmejahre Mittelwerte der Deckung einer Art über alle Sukzessionsquadrate berechnet, d.h. alle Sukzessionsquadrate eines Jahres wurden als eine Aufnahme aufgefasst. Die Pfeile stellen sogenannte „Sukzessionsvektoren“ der DBF's dar. Die Fläche, die eine DBF einnimmt, wurde grau unterlegt, diese Fläche ist die sogenannte „Hülle“ der DBF. In Abb. 4.6 wurden zusätzlich die Isolinien der mittleren Ellenberg-R-Werte eingetragen. Die Abbildungen zeigen die starke Differenzierung der Vegetation auf den DBF durch die Bodenreaktion. Die bodensäueren Standorte finden sich im rechten Bereich der Abbildung.

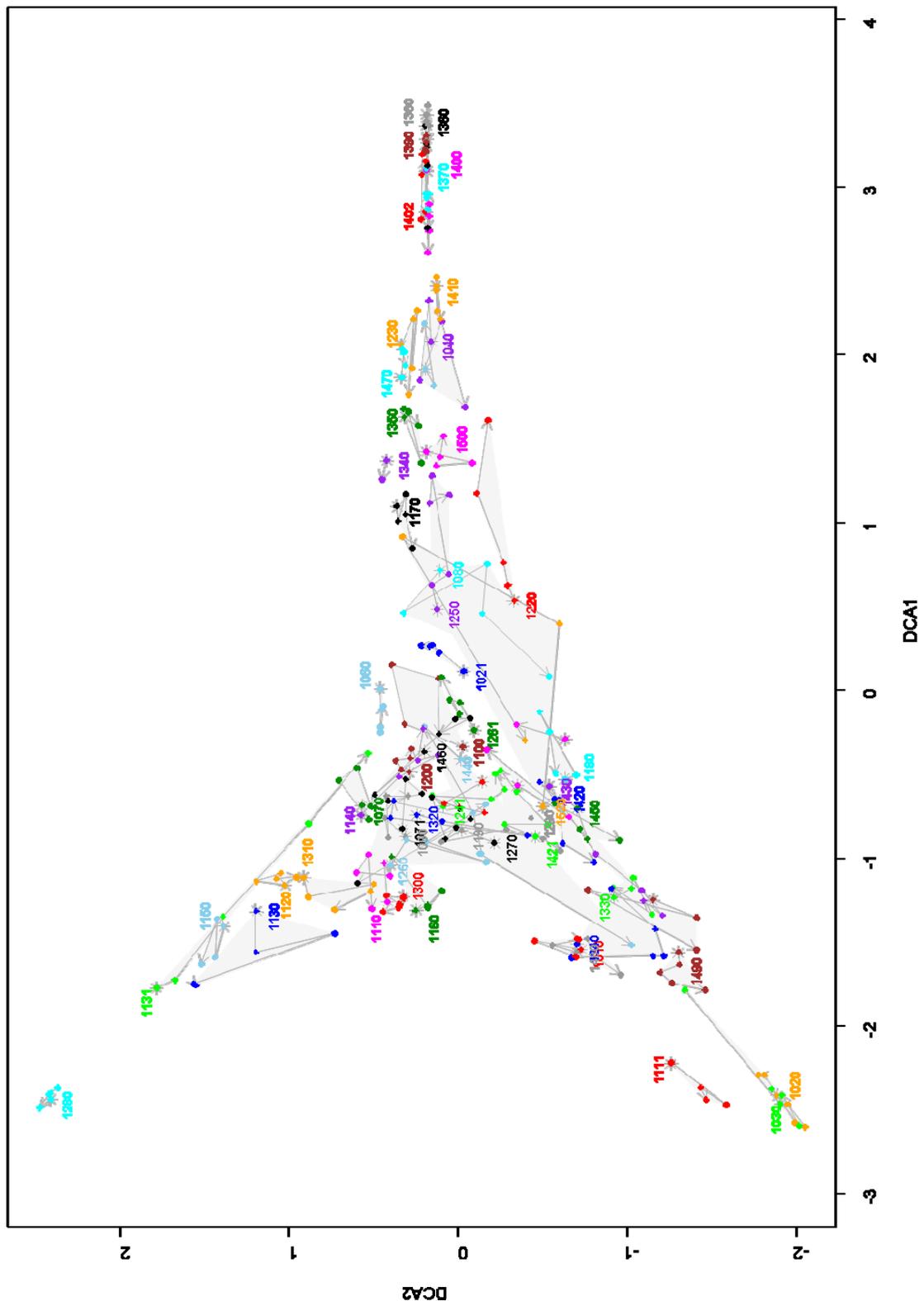
Das Ziel dieser Abbildungen ist es, das Ausmaß der Veränderungen in der Artenzusammensetzung der DBF vergleichend darzustellen. Die Größe der Hülle einer DBF kann dabei als ein Maß für die Stärke der floristischen Veränderungen im Laufe der Zeit angesehen werden. Bei der Mehrzahl der DBF sind diese Veränderungen sehr gering bis gering (z.B. DBF 1060, 1280, 1470 oder 1500). Viele der DBF mit einer kleinen Hülle zeigen unregelmäßig verlaufende Sukzessionsvektoren. Es handelt sich hierbei um geringe Veränderungen, die durch die unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkte, geringfügige zufällige Populationschwankungen der Arten oder methodisch (Schätzfehler) bedingt sein können.

Zeigt aber die Veränderung einen deutlichen Trend in die gleiche Richtung, so ist die Hülle langgezogen (schmal) und der Sukzessionsvektor in eine bestimmte Richtung zeigend (z.B. DBF 1131, 1220). Sehr starke Veränderungen in die gleiche Richtung zeigt die DBF 1131 Münsingen.

DBF deren Arteninventar und Zusammensetzung über die Zeit größere Veränderungen erfuhren, weisen in der Ordination große Hüllen auf. Beispiele hierfür sind DBF 1080, 1130 oder 1220.

Besonders starke Veränderungen in ihrer Artenzusammensetzung zeigen die DBF 1520 Weinheim und 1440 Freiburg. Bei beiden Standorten handelt es sich um Eichen-Hainbuchenwälder (*Stellario-Carpinetum*) mit starken Eingriffen in die Standortbedingungen (Veränderung des Wasserhaushaltes, Nutzungsänderungen, Auflichtung der Bestände).

Die DCA bestätigt eindrucksvoll, dass es auf einigen DBF in den letzten Jahren eine deutliche Dynamik in der Vegetationszusammensetzung und damit in der Ökologie der Standorte gegeben haben muß, während andere DBF eine viel geringere Dynamik aufweisen.



**Abbildung 4.5.** Ordination aller Wald-DBF aus allen Aufnahmejahren mit Hilfe einer DCA (Standardeinstellungen, downweighting of rare species). Für die jeweiligen Aufnahmejahre wurden Mittelwerte der Deckung einer Art über alle Sukzessionsquadrate berechnet. Die Pfeile stellen die sogenannten Sukzessionsvektoren der DBF's dar. Die Fläche, die eine DBF einnimmt, wurde grau unterlegt (Hülle der DBF). Das erste Aufnahmejahr (in der Regel 1985/86) wurde mit einem grauen Stern gekennzeichnet. Auf das letzte Aufnahmejahr zeigt die Pfeilspitze des Sukzessionsvektors.





#### 4.5 Der Einfluß atmosphärischer Depositionen auf die Entwicklung der Waldvegetation

Zum passiven Monitoring und zur allgemeinen Umweltbeobachtung herangezogene Bioindikatoren (Arten und Gesellschaften) werden gleichzeitig durch viele Faktoren beeinflusst und nur in seltenen Fällen ist eine direkte Beziehung zwischen Ursachen und Wirkung möglich ist (Traxler 1997, Arndt, Nobel & Schweizer 1987). Beim passiven Monitoring von Waldvegetation an Dauerbeobachtungsflächen sind grundsätzlich folgende Einflüsse atmosphärischer Depositionen zu erwarten:

##### *Veränderungen der Elementgehalte in den Arten*

Die in den Blattproben der Wald-Dauerbeobachtungsflächen gemessenen Elementkonzentrationen wurden in Kapitel 3.4 ausführlich dargestellt und diskutiert (siehe auch Anlage 4, auf CD). Besonders auffällige Entwicklungstendenzen sind:

- 1) der Rückgang der Bleikonzentrationen und
- 2) die Erhöhung der Stickstoffkonzentrationen.

##### *Direkte Schädigungen von Arten über die Luft oder durch die Akkumulation von Schadstoffen im Boden*

Direkte Schädigungen von Arten der Wald-Dauerbeobachtungsflächen über die Luft oder durch die Akkumulation von Schadstoffen im Boden liessen sich aus dem vorliegenden Datenmaterial nicht ableiten.

##### *Veränderungen der Standortbedingungen (Nährstoffverhältnisse, Bodenreaktion), die die Vitalität und Konkurrenzkraft von Arten beeinflussen und sich in der Artenzusammensetzung (Arteninventar, Deckung) des Standortes widerspiegeln*

An allen Standorten der Wald-Dauerbeobachtungsflächen waren im Beobachtungszeitraum mehr oder weniger starke Veränderungen der Artenzusammensetzung zu beobachten.

Der größte Teil der Veränderungen geht dabei vermutlich auf natürliche Sukzessionsprozesse in der Strauchschicht zurück. Eine weitere wichtige Rolle spielt die Veränderung des Lichtklimas in den DBF. Ursachen für die Veränderungen des Lichtklimas sind:

- 1) Auflichtungen der Baumkrone (z.B. zur Stürme, Windwurf)
- 2) seitlicher Lichteinfall durch Windwurfflächen in unmittelbarer Nähe der DBF
- 3) Ausdunklung durch stärkeren Kronenschluß in der Baumschicht
- 4) Ausdunklung der Krautschicht durch eine zunehmende Strauchschicht

Veränderungen im Lichtklima wirken sich in der Regel auch direkt auf das Mikroklima im Bestand aus.

Zwei Faktoren stehen bei der Beurteilung von durch atmosphärische Depositionen verursachten Veränderungen im Vordergrund: 1. die Bodenreaktion und 2. die Nährstoffverhältnisse (vor allem Stickstoff).

Die untersuchten Dauerbeobachtungsflächen zeigen eine starke Differenzierung ihrer Vegetation entlang eines Gradienten der **Bodenreaktion**. Die zeitlichen Trends der mittleren Ellenberg-(Boden-)Reaktionszahl an den verschiedenen DBF sind aber sehr unterschiedlich und lassen kaum eine Verallgemeinerung zu (Abb. 3.13). Die Standorte mit einer mittleren Reaktionszahl sind diejenigen, bei denen am ehesten mit einem Einfluß anthropogener Depositionen auf die Bodenreaktion gerechnet werden kann (Versauerung).

Auffallend sind die starken Deckungsschwankungen einiger Krautarten (z.B. *Galium odoratum* und *Oxalis acetosella*), die in Zusammenhang mit oberflächlichen Veränderungen der Bodenreaktion gebracht werden könnten. Aber erstens lässt sich in diesen Veränderungen kein allgemeiner Trend erkennen, zweitens sind die beobachteten Deckungsschwankungen in den Sukzessionsquadraten der gleichen DBF z.T. gegenläufig und drittens können diese Deckungsschwankungen ihre Ursache auch in einem veränderten Licht- und Mikroklima der DBF haben.

Für mit der Zeit bei einigen DBF ansteigende Reaktionszahlen sind prinzipiell zwei Gründe vorstellbar. Zum einen könnte hierfür der Rückgang der Säureeinträge verantwortlich sein. Auch die vielerorts erfolgten Waldschutzkalkungen könnten zu einer besseren Basenversorgung beigetragen haben. Es ist schwer zu beurteilen, welchen Einfluß großflächige Waldschutzkalkungen tatsächlich auf die Vegetation der DBF's hatten.

Auch die zeitlichen Trends der mittleren Ellenberg-**Nährstoffzahl** an den verschiedenen DBF sind sehr unterschiedlich und lassen kaum eine Verallgemeinerung zu (Abb. 3.14). Der offensichtliche Trend einer Zunahme der Stickstoffkonzentrationen in Blattproben der Buche zeigt aber, dass der Stickstoff in diesen Waldökosystemen tatsächlich in verstärktem Maße zur Verfügung stehen muß. Sollte dieser Trend anhalten, so könnte sich die voranschreitende Eutrophierung mittelfristig vermutlich auf die Artenzusammensetzung einiger Bestände auswirken.

Veränderungen der N-Zeigerwerte über die Zeit können prinzipiell mit der Veränderung der N-Depositionen in Zusammenhang stehen. Ebenfalls denkbar wären aber auch Veränderungen des Nährstoffhaushaltes mit der Alterung der Bestände oder durch die Auflichtung der Bestände (Windwurf). Auch Veränderungen des Mikroklimas der Bestände durch eine zunehmende Strauchschicht könnten sich indirekt auf den Nährstoffhaushalt einer DBF auswirken.

Schließlich könnten auch die höheren Temperaturen zur Verstärkung der N-Mineralisation beitragen; geringere Niederschläge dagegen dürften sich nachteilig auf die Mineralisation auswirken.



## 5. Literatur

- Anshelm, F. & Th. Gauger (2002): Mapping of ecosystem specific long-term trends in deposition loads and concentrations of air pollutants in Germany and their comparison with Critical Loads and Critical Levels Exceedances. Final report 299 42 210 on behalf of Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt), Berlin. Institut für Navigation der Universität Stuttgart (INS). Stuttgart. 108 S.
- Arndt, U., Nobel, W., Schweizer, B. (1987). Bioindikatoren - Möglichkeiten, Grenzen und neue Erkenntnisse.- Ulmer, Stuttgart.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)(2007): Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt.- Paderborn.
- Bolte, A. Schröck, H.-W. & J. Block (2006): Pflanzenartenvielfalt der Wälder in Deutschland - Beitrag der forstlichen Umweltbeobachtung zu ihrer Erfassung und Bewertung. Agrobiodiversität 27: 214-234.
- Dierschke, H. (2005): Laurophyllisation – auch eine Erscheinung im nördlichen Mitteleuropa? Zur aktuellen Ausbreitung von *Hedera helix* in sommergrünen Laubwäldern.- Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft 17: 151-168
- Dierschke, H. (2007): Pflanzengesellschaften des Extensiv- und Kulturgraslandes in seiner bundesweiten Bedeutung für den Naturschutz.- Naturschutz und Biologische Vielfalt 43: 49-65.
- Dierssen, K. (1990): Einführung in die Pflanzensoziologie.- Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- Duvigneaud, P., Denaeyer-De Smet, S. (1970) : Phytogeochemie des groupes écosociologiques forestiers de Haute-Belgique. Oecologia Plantarum 5, 1-32.
- Ellenberg, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen.- 5. Auflage, Ulmer Verlag, Stuttgart-Hohenheim.
- Ellenberg, H., Weber, E.H., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulissen, D. (2001): Zeigerwerte der Pflanzen in Mitteleuropa, Scripta Geobotanica XVIII, 262 S., 3. Auflage. Verlag Erich Goltze, Göttingen.
- Ewald, J. (2003): The sensitivity of Ellenberg indicator values to the completeness of vegetation relevés.- Basic and Applied Ecology 4: 507-513.
- Flückiger, W. und Braun, S. (2002): Critical Limits for nutrient concentrations and ratios for forest trees - a comment. In: Empirical Critical Loads for Nitrogen, eds. SAEFL, Berne, 273-280.
- Flückiger, W. und Braun, S. (2004). Wie geht es unserem Wald? Ergebnisse aus Dauerbeobachtungsflächen von 1984 bis 2004, Bericht 2. Institut für Angewandte Pflanzenbiologie, Schönenbuch, 68 S.
- FVA Freiburg (2008): Waldzustandsbericht 2008 der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg.- Freiburg, 60 S.
- Gauger, Th., Haenel, H.-D., Rösemann, C., Dämmgen, U., Bleeker, A., Erisman, J.W., Vermeulen, A.T., Schaap, M., Timmermanns, R.M.A., Buijltjes, P.J.H., Duyzer, J.H., Nagel, H.-D., Becker, R., Kraft, P., Schlutow, A., Schütze, G., Weigelt-Kirchner, R. & F. Anshelm (2007): Erfüllung der Zielvorgaben der UNECE-Luftreinhaltekonvention (Wirkungen): ICP Modelling & Mapping NFC; Schwermetalle (Critical Loads, Depositions); Stickstoff und Säure (Deposition); Stickstoff (Wirkung); Materialkorrosion; kritische Ozonflüsse – Teil 1: Deposition Loads: Methoden, Modellierung und Kartierungsergebnisse, Trends. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Teil 2: Wirkungen und Risikoabschätzungen: Critical Loads, Biodiversität, Dynamische Modellierung, Critical Levels Überschreitungen, Materialkorrosion. Institut für Agrarökologie



- (FAL-AOE), Braunschweig. Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben im Auftrag des BMU/UBA, FE-Nr. 204 63 252.
- Härdtle, W., Ewald, J. & N. Hölzel (2004): Wälder des Tieflandes und der Mittelgebirge.- Stuttgart-Hohenheim.
- Hutter, C.-P., Blessing, K. & U. Kozina (1995): Wälder, Hecken und Gehölze. Biotope erkennen, bestimmen, schützen.- Weitbrecht, Stuttgart.
- Höhne, H. (1962): Vergleichende Untersuchungen über den Mineralstoff- und Stickstoffgehalt sowie Trockensubstanzproduktion von Waldbodenpflanzen. Archiv für Forstwesen 11, 1085-1141.
- ICP Forests (2004): The Condition of Forests in Europe. 2004 Executive Report, 52 pp. <http://www.icp-forests.org/pdf/ER2004.pdf>
- ICP Forests (2007): International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Part IV. Sampling and Analysis of Needles and Leaves. <http://www.icp-forests.org/pdf/manual4.pdf>
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (1998): Geowissenschaftliche Übersichtskarten von Baden-Württemberg 1:350.000.- CD Rom.
- LfU (Landesamt für Umweltschutz Baden-Württemberg) (1991): Methoden der Wirkungserhebung in Wald-Dauerbeobachtungsflächen – Schwerpunkt Botanik.- Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 64: 1-228.
- LfU (Landesamt für Umweltschutz Baden-Württemberg) (1995): Methoden zur Wirkungserhebung – Ein Methodenhandbuch.- 2. Auflage, Karlsruhe, 78 S.
- LfU (Landesamt für Umweltschutz Baden-Württemberg) (2005): Signale aus der Natur. 20 Jahre biologische Umweltbeobachtung.- Karlsruhe.
- Luyssaert, S., Raitio, H., Mertens, J. Lust, N. (2002): Sampling procedure for the analysis of deciduous trees. Journal of Environmental Monitoring 4: 858-864.
- Meynen & Schmithüsen (1962): Handbuch zur naturräumlichen Gliederung Deutschlands.- Bad Godesberg, Bd. 1 u. 2, 1339 S.
- Oberdorfer, E. (1992) (Hrsg.): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV: Wälder und Gebüsche.- 2 Bände (Textband, Tabellenband), 2. Auflage, Gustav Fischer, Stuttgart.
- RIPS (2007): Daten aus dem Räumlichen Informations- und Planungssystem (RIPS) der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), 28.11.2007, <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>.
- Thomas, P. & M. Kübler-Thomas (1998): Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg - Sukzessions- und Vitalitätsuntersuchungen an den Wald-Dauerbeobachtungsflächen 1997.- Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz, 193 S. + 59 Tabellen (Anlage).
- Thomas, P. & M. Kübler-Thomas (2005): Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg – Aufnahme der Wald-Dauerbeobachtungsflächen 2004.- Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz, 84 S. + 12 Tabellen (Anlage).
- Traxler, A. (1997): Handbuch des vegetationsökologischen Monitorings.- Teil A: Methoden, Umweltbundesamt Wien.
- VDI (Verein Deutscher Ingenieure) (2008): Vegetation als Indikator für Stickstoffeinträge - Bewertung der Stickstoffverfügbarkeit durch Ellenberg-Zeigerwerte der Waldbodenvegetation.- VDI Richtlinie 3959 vom Dez/2008.



## 6. Anhang

	Seite
<b>Anhang 1:</b>	
Gesamtartenliste der Walddauerbeobachtungsflächen (Arten der Sukzessionsquadrate, ohne Aufnahme 1995)	127
<b>Anhang 2:</b>	
Beurteilung der Wald-DBF in Bezug auf ihre Aussagekraft bei der Berechnung von mittleren Zeigerwerten (und deren Trends) sowie bei der Analyse der Vegetationsentwicklung mit Hilfe multivariater Verfahren (Ordination)	131

## Anhang 1:

 Gesamtartenliste der Walddauerbeobachtungsflächen  
 (Arten der Sukzessionsquadrate, ohne Aufnahme 1995)

Stand: 31.10.2008

229	Kraut/Gras/Farn (Kr)
27	Strauch (Str)
82	Moose (M)
0	Flechten (F)
338	Summe

Checklist	Gruppe	Name	Checklist	Gruppe	Name
Abie.alb	Kr	<i>Abies alba</i> Mill.	Brac.sal	M	<i>Brachythecium salebrosum</i> (F. Weber & D. Mohr) Schimp.
Abie.alS	Str	<i>Abies alba</i> Mill.	Brac.syl	Kr	<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.
Acer.cam	Kr	<i>Acer campestre</i> L.	Brac.vel	M	<i>Brachythecium velutinum</i> (Hedw.) Schimp.
Acer.caS	Str	<i>Acer campestre</i> L.	Brom.ben	Kr	<i>Bromus benekenii</i> (Lange) Trimen
Acer.pla	Kr	<i>Acer platanoides</i> L.	Brom.ram	Kr	<i>Bromus ramosus</i> Huds.
Acer.plS	Str	<i>Acer platanoides</i> L.	Bryu.spe	M	<i>Bryum spec.</i>
Acer.pse	Kr	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Cala.aru	Kr	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth
Acer.psS	Str	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Cala.epi	Kr	<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth
Acer.spe	Kr	<i>Acer spec.</i>	Caly.fis	M	<i>Calypogeia fissa</i> (L.) Raddi
Acon.vul	Kr	<i>Aconitum lycoctonum</i> subsp. <i>vulparia</i> (Rchb. ex Spreng.) Nyman	Caly.nee	M	<i>Calypogeia neesiana</i> (C. Massal. & Carestia) Müll. Frib.
Acta.spi	Kr	<i>Actaea spicata</i> L.	Camp.	M	cf. <i>Campylopus</i>
Adox.mos	Kr	<i>Adoxa moschatellina</i> L.	Camp.fle	M	<i>Campylopus flexuosus</i> (Hedw.) Brid.
Aego.pod	Kr	<i>Aegopodium podagraria</i> L.	Camp.per	Kr	<i>Campanula persicifolia</i> L.
Agri.eup	Kr	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	Camp.pyr	M	<i>Campylopus pyriformis</i> (Schultz) Brid.
Agro.sto	Kr	<i>Agrostis stolonifera</i> agg.	Camp.tra	Kr	<i>Campanula trachelium</i> L.
Agro.ten	Kr	<i>Agrostis capillaris</i> L.	Card.pra	Kr	<i>Cardamine pratensis</i> agg.
Ajug.rep	Kr	<i>Ajuga reptans</i> L.	Care.alb	Kr	<i>Carex alba</i> Scop.
Alli.pet	Kr	<i>Alliaria petiolata</i> (M. Bieb.) Cavara & Grande	Care.bri	Kr	<i>Carex brizoides</i> L.
Alli.urs	Kr	<i>Allium ursinum</i> L.	Care.dig	Kr	<i>Carex digitata</i> L.
Anem.nem	Kr	<i>Anemone nemorosa</i> L.	Care.fla	Kr	<i>Carex flacca</i> Schreb.
Anem.ran	Kr	<i>Anemone ranunculoides</i> L.	Care.lep	Kr	<i>Carex ovalis</i> Good.
Ange.syl	Kr	<i>Angelica sylvestris</i> L.	Care.mon	Kr	<i>Carex montana</i> L.
Anom.att	M	<i>Anomodon attenuatus</i> (Hedw.) Huebener	Care.mur	Kr	<i>Carex muricata</i> agg.
Arum.mac	Kr	<i>Arum maculatum</i> agg.	Care.pal	Kr	<i>Carex pallescens</i> L.
Arun.sp.	Kr	<i>Aruncus spec.</i>	Care.pio	Kr	<i>Carex pilosa</i> Scop.
Asar.eur	Kr	<i>Asarum europaeum</i> L.	Care.piu	Kr	<i>Carex pilulifera</i> L.
Athy.fil	Kr	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	Care.rem	Kr	<i>Carex remota</i> L.
Atri.und	M	<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv	Care.spe	Kr	<i>Carex spec.</i>
Atro.bel	Kr	<i>Atropa bella-donna</i> L.	Care.syl	Kr	<i>Carex sylvatica</i> Huds.
Aven.fle	Kr	<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	Care.umb	Kr	<i>Carex umbrosa</i> Host
Bazz.tri	M	<i>Bazzania trilobata</i> (L.) Gray	Carp.beS	Str	<i>Carpinus betulus</i> L.
Betu.pen	Kr	<i>Betula pendula</i> Roth	Carp.bet	Kr	<i>Carpinus betulus</i> L.
Blec.spi	Kr	<i>Blechnum spicant</i> (L.) Roth	Cast.sat	Kr	<i>Castanea sativa</i> Mill.
Brac.pin	Kr	<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P. Beauv.	Ceph.	Kr	cf. <i>Cephalanthera</i>
Brac.ref	M	<i>Brachythecium reflexum</i> (Starke) Schimp.	Ceph.bic	M	<i>Cephalozia bicuspidata</i> (L.) Dumort.
Brac.rut	M	<i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) Schimp.	Ceph.dam	Kr	<i>Cephalanthera damasonium</i> (Mill.) Druce
			Ceph.spe	Kr	<i>Cephalanthera spec.</i>
			Cera.hol	Kr	<i>Cerastium holosteoides</i> Fr.



Circ.alp	Kr	<i>Circaea alpina</i> L.	Fest.spe	Kr	<i>Festuca spec.</i>
Circ.lut	Kr	<i>Circaea lutetiana</i> L.	Fiss.bry	M	<i>Fissidens bryoides</i> Hedw.
Cirr.pil	M	<i>Cirriphyllum piliferum</i> (Hedw.) Grout	Fiss.tax	M	<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw.
Cirs.arv	Kr	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Frag.ves	Kr	<i>Fragaria vesca</i> L.
Cirs.pal	Kr	<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.	Fran.aln	Kr	<i>Frangula alnus</i> Mill.
Cirs.spe	Kr	<i>Cirsium spec.</i>	Frax.exc	Kr	<i>Fraxinus excelsior</i> L.
Clem.vit	Kr	<i>Clematis vitalba</i> L.	Frax.exS	Str	<i>Fraxinus excelsior</i> L.
Conv.maj	Kr	<i>Convallaria majalis</i> L.	Gale.tet	Kr	<i>Galeopsis tetrahit</i> L.
Corn.san	Kr	<i>Cornus sanguinea</i> L.	Gali.apa	Kr	<i>Galium aparine</i> L.
Corn.saS	Str	<i>Cornus sanguinea</i> L.	Gali.har	Kr	<i>Galium saxatile</i> L.
Cory.ave	Kr	<i>Corylus avellana</i> L.	Gali.odo	Kr	<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.
Cory.avS	Str	<i>Corylus avellana</i> L.	Gali.rot	Kr	<i>Galium rotundifolium</i> L.
Crat.	Kr	<i>cf. Crataegus</i>	Gali.syl	Kr	<i>Galium sylvaticum</i> agg.
Crat.lae	Kr	<i>Crataegus laevigata</i> (Poir.) DC.	Gera.rob	Kr	<i>Geranium robertianum</i> L.
Crat.mon	Kr	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Gera.spe	Kr	<i>Geranium spec.</i>
Crat.moS	Str	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Geum.urb	Kr	<i>Geum urbanum</i> L.
Cten.mol	M	<i>Ctenidium molluscum</i> (Hedw.) Mitt.	Glec.hed	Kr	<i>Glechoma hederacea</i> L.
Cyti.sco	Kr	<i>Cytisus scoparius</i> (L.) Link	Hede.hel	Kr	<i>Hedera helix</i> L.
Dact.pol	Kr	<i>Dactylis polygama</i> Horv.	Hell.foe	Kr	<i>Helleborus foetidus</i> L.
Daph.meS	Str	<i>Daphne mezereum</i> L.	Hepa.nob	Kr	<i>Hepatica nobilis</i> Schreb.
Daph.mez	Kr	<i>Daphne mezereum</i> L.	Hera.sph	Kr	<i>Heracleum sphondylium</i> L.
Dent.bul	Kr	<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Crantz	Hete.het	M	<i>Heterocladium heteropterum</i> Schimp.
Desc.ces	Kr	<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv.	Hier.lac	Kr	<i>Hieracium lachenalii</i> C. C. Gmel.
Dicr.den	M	<i>Dicranodontium denudatum</i> (Brid.) E. Britton	Hier.syl	Kr	<i>Hieracium murorum</i> L.
Dicr.het	M	<i>Dicranella heteromalla</i> (Hedw.) Schimp.	Hord.eur	Kr	<i>Hordelymus europaeus</i> (L.) Jessen ex Harz
Dicr.sco	M	<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	Humu.lup	Kr	<i>Humulus lupulus</i> L.
Digi.pur	Kr	<i>Digitalis purpurea</i> L.	Hylo.spl	M	<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Schimp.
Ditr.	M	<i>cf. Ditrichum</i>	Hype.hir	Kr	<i>Hypericum hirsutum</i> L.
Dryo.car	Kr	<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H. P. Fuchs	Hypn.cup	M	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.
Dryo.dil	Kr	<i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray	Ilex.aqS	Str	<i>Ilex aquifolium</i> L.
Dryo.fil	Kr	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	Ilex.aqu	Kr	<i>Ilex aquifolium</i> L.
Dryo.spe	Kr	<i>Dryopteris spec.</i>	Impa.nol	Kr	<i>Impatiens noli-tangere</i> L.
Epil.ang	Kr	<i>Epilobium angustifolium</i> L.	Impa.par	Kr	<i>Impatiens parviflora</i> DC.
Epil.mon	Kr	<i>Epilobium montanum</i> L.	Isop.ele	M	<i>Pseudotaxiphyllum elegans</i> (Brid.) Z. Iwats.
Epil.spe	Kr	<i>Epilobium spec.</i>	Isot.alo	M	<i>Isothecium alopecuroides</i> (Dubois) Isov.
Epip.hel	Kr	<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz	Isot.myo	M	<i>Isothecium myosuroides</i> Brid.
Epip.spe	Kr	<i>Epipactis spec.</i>	Jugl.reg	Kr	<i>Juglans regia</i> L.
Equi.hye	Kr	<i>Equisetum hyemale</i> L.	Junc.eff	Kr	<i>Juncus effusus</i> L.
Euon.eur	Kr	<i>Euonymus europaea</i> L.	Junc.spe	Kr	<i>Juncus spec.</i>
Euph.amy	Kr	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	juvPteri	Kr	<i>juveniler</i> Farn
Euph.spe	Kr	<i>Euphorbia spec.</i>	Lami.gal	Kr	<i>Lamium galeobdolon</i> (L.) L.
Eurh.	M	<i>cf. Eurhynchium</i>	Lari.dec	Kr	<i>Larix decidua</i> Mill.
Eurh.ang	M	<i>Eurhynchium angustirete</i> (Broth.) T.J. Kop.	Lath.lin	Kr	<i>Lathyrus linifolius</i> (Reichard) Bässler
Eurh.hia	M	<i>Eurhynchium hians</i> (Hedw.) Sande Lac.	Lath.ver	Kr	<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.
Eurh.pra	M	<i>Eurhynchium praelongum</i> (Hedw.) Schimp.	Lepi.rep	M	<i>Lepidozia reptans</i> (L.) Dumort.
Eurh.str	M	<i>Eurhynchium striatum</i> (Hedw.) Schimp.	Leuc.gla	M	<i>Leucobrum glaucum</i> (Hedw.) Ångstr.
Eurh.swa	M	<i>Eurhynchium swartzii</i> (Turner) Curn.	Ligu.vul	Kr	<i>Ligustrum vulgare</i> L.
Fagu.syl	Kr	<i>Fagus sylvatica</i> L.	Ligu.vuS	Str	<i>Ligustrum vulgare</i> L.
Fagu.syS	Str	<i>Fagus sylvatica</i> L.	Lili.mar	Kr	<i>Lilium martagon</i> L.
Fest.alt	Kr	<i>Festuca altissima</i> All.	List.cor	Kr	<i>Listera cordata</i> (L.) R. Br.
Fest.gig	Kr	<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.	Loni.per	Kr	<i>Lonicera periclymenum</i> L.
Fest.het	Kr	<i>Festuca heterophylla</i> Lam.	Loni.peS	Str	<i>Lonicera periclymenum</i> L.



Loni.xyl	Kr	<i>Lonicera xylosteum</i> L.	Poa.ann	Kr	<i>Poa annua</i> L.
Loni.xyS	Str	<i>Lonicera xylosteum</i> L.	Poa.cha	Kr	<i>Poa chaixii</i> Vill.
Loph.bid	M	<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.	Poa.nem	Kr	<i>Poa nemoralis</i> L.
Loph.cus	M	<i>Lophocolea bidentata</i> var. <i>rivularis</i> (Raddi) Schiffn.	Poa.spe	Kr	<i>Poa spec.</i>
Loph.het	M	<i>Lophocolea heterophylla</i> (Schrad.) Dumort.	Pogo.alo	M	<i>Pogonatum aloides</i> (Hedw.) P. Beauv.
Luzu.luz	Kr	<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilm.	Pogo.urn	M	<i>Pogonatum urnigerum</i> (Hedw.) P. Beauv.
Luzu.mul	Kr	<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	Pohl.lut	M	<i>Pohlia lutescens</i> (Limpr.) H. Lindb.
Luzu.pil	Kr	<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	Pohl.nut	M	<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb.
Luzu.syl	Kr	<i>Luzula sylvatica</i> (Huds.) Gaudin	Poly.com	M	<i>Polytrichum commune</i> Hedw.
Lycy.ann	Kr	<i>Lycopodium annotinum</i> L.	Poly.for	M	<i>Polytrichum formosum</i> Hedw.
Lysi.nem	Kr	<i>Lysimachia nemorum</i> L.	Poly.mul	Kr	<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.
Maia.bif	Kr	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schmidt	Poly.ver	Kr	<i>Polygonatum verticillatum</i> (L.) All.
Mela.pra	Kr	<i>Melampyrum pratense</i> L.	Popu.alb	Kr	<i>Populus alba</i> L.
Meli.nut	Kr	<i>Melica nutans</i> L.	Pore.pla	M	<i>Porella platyphylla</i> (L.) Pfeiff.
Meli.uni	Kr	<i>Melica uniflora</i> Retz.	Pote.ste	Kr	<i>Potentilla sterilis</i> (L.) Garcke
Merc.per	Kr	<i>Mercurialis perennis</i> L.	Pren.pur	Kr	<i>Prenanthes purpurea</i> L.
Metz.fur	M	<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Dumort.	Prim.ela	Kr	<i>Primula elatior</i> (L.) Hill
Mili.eff	Kr	<i>Milium effusum</i> L.	Prun.avi	Kr	<i>Prunus avium</i> L.
Mniu.	M	cf. <i>Mnium</i>	Prun.avS	Str	<i>Prunus avium</i> L.
Mniu.hor	M	<i>Mnium hornum</i> Hedw.	Prun.mah	Kr	<i>Prunus mahaleb</i> L.
Mniu.ste	M	<i>Mnium stellare</i> Hedw.	Prun.pad	Kr	<i>Prunus padus</i> L.
Moeh.tri	Kr	<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.	Prun.ser	Kr	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.
Myce.mur	Kr	<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort.	Prun.seS	Str	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.
Myos.spe	Kr	<i>Myosotis spec.</i>	Prun.spe	Kr	<i>Prunus spec.</i>
Nowe.cur	M	<i>Nowellia curvifolia</i> (Dicks.) Mitt.	Prun.spi	Kr	<i>Prunus spinosa</i> L.
Orob.spe	Kr	<i>Orobanche spec.</i>	Pseu.men	Kr	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco
Orth.	M	cf. <i>Orthotrichum</i>	Pter.aqu	Kr	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn
Orth.mon	M	<i>Dicranum montanum</i> Hedw.	Ptil.cri	M	<i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not.
Oxal.ace	Kr	<i>Oxalis acetosella</i> L.	Pulm.obs	Kr	<i>Pulmonaria obscura</i> Dumort.
Para.lon	M	<i>Paraleucobryum longifolium</i> (Hedw.) Loeske	Pulm.off	Kr	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.
Pari.qua	Kr	<i>Paris quadrifolia</i> L.	Quer.peS	Str	<i>Quercus petraea</i> Liebl.
Phyt.spi	Kr	<i>Phyteuma spicatum</i> L.	Quer.pet	Kr	<i>Quercus petraea</i> Liebl.
Pice.abi	Kr	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	Quer.rob	Kr	<i>Quercus robur</i> L.
Pice.abS	Str	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	Quer.rub	Kr	<i>Quercus rubra</i> L.
Pinu.syl	Kr	<i>Pinus sylvestris</i> L.	Quer.spe	Kr	<i>Quercus spec.</i>
Plag.aff	M	<i>Plagiomnium affine</i> (Blandow) T.J. Kop.	Ranu.aur	Kr	<i>Ranunculus auricomus</i> agg.
Plag.asp	M	<i>Plagiochila asplenioides</i> (L.) Dumort.	Ranu.fic	Kr	<i>Ranunculus ficaria</i> L.
Plag.cur	M	<i>Plagiothecium laetum</i> var. <i>curvifolium</i> (Limpr.) Mastr. & Sauer	Ranu.rep	Kr	<i>Ranunculus repens</i> L.
Plag.den	M	<i>Plagiothecium denticulatum</i> (Hedw.) Schimp.	Ranu.spe	Kr	<i>Ranunculus spec.</i>
Plag.lae	M	<i>Plagiothecium laetum</i> Schimp.	Rhiz.pun	M	<i>Rhizomnium punctatum</i> (Hedw.) T.J. Kop.
Plag.nem	M	<i>Plagiothecium nemorale</i> (Mitt.) A. Jaeger	Rhyt.lor	M	<i>Rhytidiadelphus loreus</i> (Hedw.) Warnst.
Plag.por	M	<i>Plagiochila porelloides</i> (Nees) Lindenb.	Rhyt.tri	M	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> (Hedw.) Warnst.
Plag.suc	M	<i>Plagiothecium succulentum</i> (Wilson) Lindb.	Ribe.alp	Kr	<i>Ribes alpinum</i> L.
Plat.rep	M	<i>Platygyrium repens</i> (Brid.) Schimp.	Ribe.rub	Kr	<i>Ribes rubrum</i> L.
Plat.spe	Kr	<i>Platanthera spec.</i>	Ribe.uva	Kr	<i>Ribes uva-crispa</i> L.
Pleu.sch	M	<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.	Robi.pse	Kr	<i>Robinia pseudacacia</i> L.
Plmn.und	M	<i>Plagiomnium undulatum</i> (Hedw.) T.J. Kop.	Rosa.arS	Str	<i>Rosa arvensis</i> Huds.
Plth.und	M	<i>Plagiothecium undulatum</i> (Hedw.) Schimp.	Rosa.arv	Kr	<i>Rosa arvensis</i> Huds.
Poa.	Kr	cf. <i>Poa</i>	Rubu.cae	Kr	<i>Rubus caesius</i> L.
			Rubu.fru	Kr	<i>Rubus fruticosus</i> agg.
			Rubu.ida	Kr	<i>Rubus idaeus</i> L.
			Rubu.spe	Kr	<i>Rubus spec.</i>



Rume.spe	Kr	<i>Rumex spec.</i>	Stel.med	Kr	<i>Stellaria media agg.</i>
Sali.	Kr	<i>cf. Salix</i>	Tana.cor	Kr	<i>Tanacetum corymbosum</i> (L.) Sch. Bip.
Sali.cap	Kr	<i>Salix caprea</i> L.	Tara.off	Kr	<i>Taraxacum officinale agg.</i>
Samb.nig	Kr	<i>Sambucus nigra</i> L.	Tara.spe	Kr	<i>Taraxacum spec.</i>
Samb.rac	Kr	<i>Sambucus racemosa</i> L.	Tetr.pel	M	<i>Tetraphis pellucida</i> Hedw.
Samb.spe	Kr	<i>Sambucus spec.</i>	Thui.tam	M	<i>Thuidium tamariscinum</i> (Hedw.) Schimp.
Sani.eur	Kr	<i>Sanicula europaea</i> L.	Tili.cor	Kr	<i>Tilia cordata</i> Mill.
Sani.unc	M	<i>Sanionia uncinata</i> (Hedw.) Loeske	Tili.coS	Str	<i>Tilia cordata</i> Mill.
Schi.apo	M	<i>Schistidium apocarpum</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.	Tili.pla	Kr	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.
Scle.pur	M	<i>Scleropodium purum</i> (Hedw.) Limpr.	Tili.plS	Str	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.
Scro.nod	Kr	<i>Scrophularia nodosa</i> L.	Tili.spe	Kr	<i>Tilia spec.</i>
Sene.fuc	Kr	<i>Senecio ovatus</i> (P. Gaertn., B. Mey. & Scherb.) Willd.	Ulmu.gla	Kr	<i>Ulmus glabra</i> Huds.
Sene.nem	Kr	<i>Senecio hercynicus</i> Herborg	Ulmu.glS	Str	<i>Ulmus glabra</i> Huds.
Shar.sel	M	<i>Herzogiella seligeri</i> (Brid.) Z. Iwats.	Urti.dio	Kr	<i>Urtica dioica</i> L.
Soli.gig	Kr	<i>Solidago gigantea</i> Aiton	Vacc.myr	Kr	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.
Soli.vir	Kr	<i>Solidago virgaurea subsp. virgaurea</i> L.	Vacc.vit	Kr	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.
Sonc.spe	Kr	<i>Sonchus spec.</i>	Vero.cha	Kr	<i>Veronica chamaedrys</i> L.
Sorb.ari	Kr	<i>Sorbus aria agg.</i>	Vero.off	Kr	<i>Veronica officinalis</i> L.
Sorb.arS	Str	<i>Sorbus aria agg.</i>	Vibu.lan	Kr	<i>Viburnum lantana</i> L.
Sorb.auc	Kr	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	Vibu.laS	Str	<i>Viburnum lantana</i> L.
Sorb.auS	Str	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	Vibu.opS	Str	<i>Viburnum opulus</i> L.
Sorb.tor	Kr	<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz	Vibu.opu	Kr	<i>Viburnum opulus</i> L.
Spha.gir	M	<i>Sphagnum girgensohnii</i> Russow	Vibu.spe	Kr	<i>Viburnum spec.</i>
Spha.nem	M	<i>Sphagnum capillifolium</i> (Ehrh.) Hedw.	Vici.sep	Kr	<i>Vicia spec.</i>
Sphe.min	M	<i>Anastrophyllum minutum</i> (Schreb.) R.M. Schust.	Vinc.min	Kr	<i>Vinca minor</i> L.
Stac.syl	Kr	<i>Stachys sylvatica</i> L.	Viol.hir	Kr	<i>Viola hirta</i> L.
Stel.als	Kr	<i>Stellaria alsine</i> Grimm	Viol.rei	Kr	<i>Viola reichenbachiana</i> Boreau
Stel.hol	Kr	<i>Stellaria holostea</i> L.	Viol.riv	Kr	<i>Viola riviniana</i> Rchb.
			Viol.spe	Kr	<i>Viola spec.</i>

Anhang 2:

Beurteilung der Wald-DBF in Bezug auf ihre Aussagekraft bei der Berechnung von mittleren Zeigerwerten (und deren Trends) sowie bei der Analyse der Vegetationsentwicklung mit Hilfe multivariater Verfahren (Ordination)

Erläuterungen im Kapitel 3.1.1.4

**Wald-DBF Sommeraufnahmen der Sukzessionsquadrate**

Eignung: gut > mittel > bedingt > schlecht > sehr schlecht

DBF	Jahr	n	Alle	Kr+Str	Strauch	Kraut	Moos	Eignung	Eignung 2
<b>1010</b>	1985	10	23	20	0	20	3	mittel	gut
1010	1987	10	30	27	0	27	3	gut	
1010	1990	10	19	18	0	18	1	mittel	
1010	1992	10	28	25	0	25	3	gut	
1010	1997	10	29	27	5	22	2	gut	
<b>1020</b>	1986	10	8	7	0	7	1	schlecht	schlecht
1020	1988	10	5	5	0	5	0	sehr schlecht	
1020	1991	10	5	5	0	5	0	sehr schlecht	
1020	1993	10	6	6	0	6	0	schlecht	
1020	1997	10	8	8	0	8	0	schlecht	
1020	2004	10	9	9	1	8	0	schlecht	
<b>1021</b>	1986	10	12	10	0	10	2	schlecht	schlecht
1021	1988	10	8	7	0	7	1	schlecht	
1021	1991	10	12	10	0	10	2	schlecht	
1021	1993	10	11	10	0	10	1	schlecht	
1021	1997	10	11	10	1	9	1	schlecht	
<b>1030</b>	1985	10	6	6	0	6	0	schlecht	schlecht
1030	1987	10	9	9	0	9	0	schlecht	
1030	1990	10	7	7	0	7	0	schlecht	
1030	1992	10	9	8	0	8	1	schlecht	
1030	1997	10	8	8	0	8	0	schlecht	
1030	2004	10	13	11	2	9	2	schlecht	
<b>1040</b>	1986	10	23	11	0	11	12	bedingt	schlecht
1040	1988	10	21	10	0	10	11	schlecht	
1040	1991	10	26	13	0	13	13	bedingt	
1040	1993	10	22	10	0	10	12	schlecht	
1040	1997	10	23	9	1	8	14	schlecht	
<b>1060</b>	1986	10	12	9	0	9	3	schlecht	schlecht
1060	1988	10	8	7	0	7	1	schlecht	
1060	1991	10	10	7	0	7	3	schlecht	
1060	1993	10	10	8	0	8	2	schlecht	
1060	1997	10	13	8	0	8	5	schlecht	
<b>1070</b>	1985	5	38	29	0	29	9	gut	gut
1070	1987	5	45	37	0	37	8	gut	
1070	1990	5	39	32	0	32	7	gut	
1070	1992	5	44	37	0	37	7	gut	
1070	1997	5	43	35	1	34	8	gut	
<b>1071</b>	1985	10	11	9	0	9	2	schlecht	bedingt
1071	1987	10	22	18	0	18	4	mittel	

Übersicht	
<b>Eignung</b>	
sehr schlecht	23
schlecht	83
bedingt	62
mittel	64
gut	71
<b>Summe</b>	<b>303</b>
<b>Eignung 2</b>	
sehr schlecht	4
schlecht	17
bedingt	15
mittel	13
gut	13
<b>Summe</b>	<b>62</b>



1071	1990	10	19	16	0	16	3	mittel	
1071	1992	10	18	16	0	16	2	mittel	
1071	1997	10	15	14	1	13	1	bedingt	
1071	2004	10	17	16	1	15	1	bedingt	
<b>1080</b>	1986	4	23	20	0	20	3	mittel	bedingt
1080	1988	4	15	12	0	12	3	bedingt	
1080	1991	4	18	15	0	15	3	bedingt	
1080	1993	4	20	18	0	18	2	mittel	
1080	1997	4	14	13	0	13	1	bedingt	
<b>1090</b>	1985	10	19	17	0	17	2	mittel	mittel
1090	1987	10	30	27	0	27	3	gut	
1090	1990	10	20	17	0	17	3	mittel	
1090	1992	10	24	22	0	22	2	gut	
1090	1997	10	19	17	0	17	2	mittel	
<b>1100</b>	1986	10	18	16	0	16	2	mittel	mittel
1100	1988	10	16	13	0	13	3	bedingt	
1100	1991	10	20	17	0	17	3	mittel	
1100	1993	10	19	16	0	16	3	mittel	
1100	1997	10	18	17	1	16	1	mittel	
<b>1110</b>	1985	10	20	20	0	20	0	mittel	gut
1110	1987	10	21	21	0	21	0	gut	
1110	1990	9	23	23	0	23	0	gut	
1110	1992	10	25	25	0	25	0	gut	
1110	1997	10	23	23	0	23	0	gut	
1110	2004	10	25	25	1	24	0	gut	
<b>1111</b>	1985	10	14	12	0	12	2	bedingt	bedingt
1111	1987	10	15	15	0	15	0	bedingt	
1111	1990	10	11	11	0	11	0	bedingt	
1111	1992	10	16	16	0	16	0	mittel	
1111	1997	10	13	13	0	13	0	bedingt	
<b>1120</b>	1986	10	24	24	0	24	0	gut	gut
1120	1988	10	25	25	0	25	0	gut	
1120	1991	10	23	23	0	23	0	gut	
1120	1993	10	26	26	0	26	0	gut	
1120	1997	10	29	29	3	26	0	gut	
<b>1130</b>	1985	10	18	18	0	18	0	mittel	mittel
1130	1987	10	19	19	0	19	0	mittel	
1130	1990	10	17	17	0	17	0	mittel	
1130	1992	10	21	21	0	21	0	gut	
1130	1997	10	25	22	3	19	3	mittel	
<b>1131</b>	1985	10	14	12	0	12	2	bedingt	bedingt
1131	1987	10	14	14	0	14	0	bedingt	
1131	1990	10	14	14	0	14	0	bedingt	
1131	1992	10	13	13	0	13	0	bedingt	
1131	1997	10	22	18	3	15	4	bedingt	
<b>1140</b>	1986	10	19	15	0	15	4	bedingt	bedingt
1140	1988	10	14	12	0	12	2	bedingt	
1140	1991	10	18	16	0	16	2	mittel	
1140	1993	10	16	16	0	16	0	mittel	
1140	1997	10	19	17	4	13	2	bedingt	
<b>1150</b>	1985	10	15	15	0	15	0	bedingt	mittel
1150	1987	10	20	20	0	20	0	mittel	
1150	1992	10	20	19	0	19	1	mittel	
1150	1997	10	20	18	0	18	2	mittel	
<b>1160</b>	1986	10	36	34	0	34	2	gut	gut
1160	1988	10	32	32	0	32	0	gut	
1160	1991	10	34	34	0	34	0	gut	



1160	1993	10	33	33	0	33	0	gut	
1160	1997	10	30	29	0	29	1	gut	
<b>1170</b>	1985	10	26	14	0	14	12	bedingt	bedingt
1170	1987	10	35	17	0	17	18	mittel	
1170	1990	10	23	10	0	10	13	schlecht	
1170	1992	10	26	12	0	12	14	bedingt	
1170	1997	10	31	14	1	13	17	bedingt	
<b>1180</b>	1986	7	12	12	0	12	0	bedingt	bedingt
1180	1988	7	12	12	0	12	0	bedingt	
1180	1991	7	14	13	0	13	1	bedingt	
1180	1993	7	12	12	0	12	0	bedingt	
1180	1997	6	12	12	0	12	0	bedingt	
<b>1190</b>	1985	10	19	17	0	17	2	mittel	mittel
1190	1987	9	20	20	0	20	0	mittel	
1190	1990	10	16	16	0	16	0	mittel	
1190	1992	10	20	20	0	20	0	mittel	
1190	1997	10	23	21	4	17	2	mittel	
<b>1200</b>	1986	10	19	16	0	16	3	mittel	bedingt
1200	1988	10	8	7	0	7	1	schlecht	
1200	1991	10	16	12	0	12	4	bedingt	
1200	1993	10	16	11	0	11	5	bedingt	
1200	1997	10	17	11	2	9	6	schlecht	
<b>1211</b>	1992	6	12	8	0	8	4	schlecht	schlecht
1211	1997	10	17	11	2	9	6	schlecht	
<b>1220</b>	1986	10	14	14	0	14	0	bedingt	bedingt
1220	1988	10	12	12	0	12	0	bedingt	
1220	1991	10	13	13	0	13	0	bedingt	
1220	1993	10	9	9	0	9	0	schlecht	
1220	1997	9	9	9	0	9	0	schlecht	
<b>1230</b>	1985	10	12	9	0	9	3	schlecht	schlecht
1230	1987	10	13	10	0	10	3	schlecht	
1230	1990	10	12	9	0	9	3	schlecht	
1230	1992	10	12	9	0	9	3	schlecht	
1230	1997	10	16	9	1	8	7	schlecht	
<b>1240</b>	1986	10	16	16	0	16	0	mittel	mittel
1240	1988	10	16	16	0	16	0	mittel	
1240	1991	10	18	18	0	18	0	mittel	
1240	1993	10	19	18	0	18	1	mittel	
1240	1997	10	23	23	5	18	0	mittel	
1240	2004	10	24	24	5	19	0	mittel	
<b>1241</b>	1986	10	24	18	0	18	6	mittel	mittel
1241	1988	10	13	13	0	13	0	bedingt	
1241	1991	10	28	23	0	23	5	gut	
1241	1993	10	22	19	0	19	3	mittel	
1241	1997	10	21	18	3	15	3	bedingt	
<b>1250</b>	1985	10	39	30	0	30	9	gut	gut
1250	1987	10	55	44	0	44	11	gut	
1250	1990	10	42	35	0	35	7	gut	
1250	1992	10	45	36	0	36	9	gut	
1250	1997	10	44	34	1	33	10	gut	
1250	2004	10	43	33	1	32	10	gut	
<b>1260</b>	1986	6	21	21	0	21	0	gut	mittel
1260	1988	4	15	15	0	15	0	bedingt	
1260	1991	6	18	18	0	18	0	mittel	
1260	1993	6	21	20	0	20	1	mittel	
1260	1997	6	22	18	3	15	4	bedingt	
<b>1261</b>	1986	6	34	25	0	25	9	gut	gut



1261	1988	6	33	24	0	24	9	gut	
1261	1991	6	26	21	0	21	5	gut	
1261	1993	6	27	23	0	23	4	gut	
1261	1997	6	27	21	0	21	6	gut	
<b>1270</b>	1985	10	16	16	0	16	0	mittel	gut
1270	1987	10	19	19	0	19	0	mittel	
1270	1990	10	22	22	0	22	0	gut	
1270	1992	10	23	22	0	22	1	gut	
1270	1997	10	27	27	3	24	0	gut	
<b>1280</b>	1986	10	13	13	0	13	0	bedingt	schlecht
1280	1988	10	6	6	0	6	0	schlecht	
1280	1991	10	8	8	0	8	0	schlecht	
1280	1993	10	14	13	0	13	1	bedingt	
1280	1997	10	10	9	0	9	1	schlecht	
1280	2004	10	6	6	0	6	0	schlecht	
<b>1290</b>	1985	10	24	19	0	19	5	mittel	mittel
<b>1291</b>	1987	10	11	11	0	11	0	bedingt	bedingt
1291	1990	10	12	12	0	12	0	bedingt	
1291	1992	10	10	10	0	10	0	schlecht	
1291	1997	10	17	17	1	16	0	mittel	
<b>1292</b>	1992	10	15	10	0	10	5	schlecht	bedingt
1292	1997	10	17	13	0	13	4	bedingt	
1292	2004	10	20	17	0	17	3	mittel	
<b>1300</b>	1986	10	33	30	0	30	3	gut	gut
1300	1988	10	27	27	0	27	0	gut	
1300	1991	10	34	34	0	34	0	gut	
1300	1993	10	30	30	0	30	0	gut	
1300	1997	10	29	29	0	29	0	gut	
1300	2004	10	32	32	0	32	0	gut	
<b>1310</b>	1985	10	23	23	0	23	0	gut	gut
1310	1987	10	29	29	0	29	0	gut	
1310	1990	10	31	31	0	31	0	gut	
1310	1992	10	32	32	0	32	0	gut	
1310	1997	10	35	34	0	34	1	gut	
<b>1320</b>	1986	10	16	15	0	15	1	bedingt	bedingt
1320	1988	10	14	13	0	13	1	bedingt	
1320	1991	8	13	12	0	12	1	bedingt	
1320	1993	10	23	19	0	19	4	mittel	
1320	1997	10	30	26	3	23	4	gut	
<b>1330</b>	1985	10	18	18	0	18	0	mittel	bedingt
1330	1987	10	14	14	0	14	0	bedingt	
1330	1990	10	14	14	0	14	0	bedingt	
1330	1992	10	10	10	0	10	0	schlecht	
1330	1997	10	11	11	2	9	0	schlecht	
<b>1340</b>	1986	10	10	7	0	7	3	schlecht	schlecht
1340	1988	10	10	6	0	6	4	schlecht	
<b>1341</b>	1991	10	12	6	0	6	6	schlecht	sehr schlecht
1341	1993	10	10	5	0	5	5	sehr schlecht	
1341	1997	9	9	4	0	4	5	sehr schlecht	
<b>1350</b>	1985	9	8	4	0	4	4	sehr schlecht	schlecht
1350	1987	10	5	5	0	5	0	sehr schlecht	
1350	1990	10	10	7	0	7	3	schlecht	
1350	1992	10	9	8	0	8	1	schlecht	
1350	1997	10	8	8	0	8	0	schlecht	
1350	2004	10	13	10	1	9	3	schlecht	
<b>1360</b>	1986	10	16	7	0	7	9	schlecht	schlecht
1360	1988	8	19	9	0	9	10	schlecht	



1360	1991	8	17	9	0	9	8	schlecht	
1360	1993	8	16	9	0	9	7	schlecht	
1360	1997	9	27	13	3	10	14	schlecht	
<b>1370</b>	1985	10	24	7	0	7	17	schlecht	schlecht
1370	1987	10	26	8	0	8	18	schlecht	
1370	1990	9	13	7	0	7	6	schlecht	
1370	1992	10	22	9	0	9	13	schlecht	
1370	1997	10	27	11	2	9	16	schlecht	
1370	2004	10	25	10	2	8	15	schlecht	
<b>1380</b>	1986	10	20	9	0	9	11	schlecht	schlecht
1380	1988	10	20	10	0	10	10	schlecht	
1380	1991	10	14	9	0	9	5	schlecht	
1380	1993	10	16	9	0	9	7	schlecht	
1380	1997	10	17	11	3	8	6	schlecht	
<b>1390</b>	1985	10	9	3	0	3	6	sehr schlecht	sehr schlecht
1390	1987	10	9	3	0	3	6	sehr schlecht	
1390	1990	10	9	3	0	3	6	sehr schlecht	
1390	1992	10	8	3	0	3	5	sehr schlecht	
1390	1997	10	11	4	0	4	7	sehr schlecht	
<b>1400</b>	1986	10	23	8	0	8	15	schlecht	schlecht
1400	1988	8	20	8	0	8	12	schlecht	
1400	1991	10	21	10	0	10	11	schlecht	
1400	1993	10	23	13	0	13	10	bedingt	
1400	1997	10	28	17	2	15	11	bedingt	
<b>1402</b>	1986	9	19	14	0	14	5	bedingt	bedingt
1402	1988	9	19	13	0	13	6	bedingt	
1402	1991	9	16	10	0	10	6	schlecht	
1402	1993	9	18	12	0	12	6	bedingt	
1402	1997	9	20	13	1	12	7	bedingt	
<b>1410</b>	1985	10	14	6	0	6	8	schlecht	schlecht
1410	1987	10	21	10	0	10	11	schlecht	
1410	1990	10	16	7	0	7	9	schlecht	
1410	1992	9	18	10	0	10	8	schlecht	
1410	1997	10	28	16	0	16	12	mittel	
<b>1420</b>	1986	10	24	19	0	19	5	mittel	mittel
1420	1988	10	20	20	0	20	0	mittel	
1420	1991	10	19	18	0	18	1	mittel	
1420	1993	10	22	22	0	22	0	gut	
1420	1997	10	21	19	1	18	2	mittel	
<b>1421</b>	1986	10	11	8	0	8	3	schlecht	schlecht
1421	1988	10	10	10	0	10	0	schlecht	
1421	1991	10	10	9	0	9	1	schlecht	
1421	1993	10	8	7	0	7	1	schlecht	
1421	1997	10	8	7	0	7	1	schlecht	
<b>1430</b>	1985	10	18	17	0	17	1	mittel	mittel
1430	1987	10	24	22	0	22	2	gut	
1430	1990	10	16	15	0	15	1	bedingt	
1430	1992	10	17	16	0	16	1	mittel	
1430	1997	10	19	19	1	18	0	mittel	
<b>1440</b>	1986	10	29	22	0	22	7	gut	gut
1440	1988	10	23	18	0	18	5	mittel	
1440	1991	10	29	25	0	25	4	gut	
1440	1993	10	23	20	0	20	3	mittel	
1440	1997	10	30	25	0	25	5	gut	
1440	2004	10	30	26	2	24	4	gut	
<b>1450</b>	1985	1	8	8	0	8	0	schlecht	bedingt
1450	1987	1	14	14	0	14	0	bedingt	



1450	1990	1	12	12	0	12	0	bedingt	
1450	1992	1	13	13	0	13	0	bedingt	
1450	1997	1	11	11	0	11	0	bedingt	
<b>1460</b>	1986	10	27	18	0	18	9	mittel	mittel
1460	1988	10	27	18	0	18	9	mittel	
1460	1991	10	25	16	0	16	9	mittel	
1460	1993	10	21	15	0	15	6	bedingt	
1460	1997	10	29	22	0	22	7	gut	
<b>1470</b>	1985	10	11	3	0	3	8	sehr schlecht	sehr schlecht
1470	1987	10	9	4	0	4	5	sehr schlecht	
1470	1990	10	9	4	0	4	5	sehr schlecht	
1470	1992	10	6	4	0	4	2	sehr schlecht	
1470	1997	10	10	4	0	4	6	sehr schlecht	
<b>1480</b>	1986	10	33	27	0	27	6	gut	gut
1480	1988	10	34	28	0	28	6	gut	
1480	1991	10	29	25	0	25	4	gut	
1480	1993	10	30	27	0	27	3	gut	
1480	1997	10	36	32	4	28	4	gut	
<b>1490</b>	1985	10	16	13	0	13	3	bedingt	mittel
1490	1987	9	15	15	0	15	0	bedingt	
1490	1990	10	23	20	0	20	3	mittel	
1490	1992	10	22	19	0	19	3	mittel	
1490	1997	9	31	28	5	23	3	gut	
<b>1500</b>	1986	5	15	5	0	5	10	sehr schlecht	sehr schlecht
1500	1988	4	6	3	0	3	3	sehr schlecht	
1500	1991	5	10	4	0	4	6	sehr schlecht	
1500	1993	5	12	4	0	4	8	sehr schlecht	
1500	1997	5	12	5	1	4	7	sehr schlecht	
<b>1510</b>	1987	10	34	29	0	29	5	gut	gut
1510	1990	9	34	28	0	28	6	gut	
1510	1992	9	35	31	0	31	4	gut	
1510	1997	9	41	35	3	32	6	gut	
<b>1520</b>	1986	1	5	5	0	5	0	sehr schlecht	schlecht
1520	1988	1	4	4	0	4	0	sehr schlecht	
1520	1991	1	9	6	0	6	3	schlecht	
1520	1993	1	10	9	0	9	1	schlecht	



## 7. Anlagen

Alle Anlagen als PowerPoint-Dateien auf der dem Bericht beiliegenden CD

### **Anlage 1:**

Graphische Darstellung der Deckungswerte aller Arten  
in den Sukzessionsquadraten (Frühlingsaufnahmen)

Name der Datei: „WaldDBF\_Deckungswerte\_Fruehling.ppt“

### **Anlage 2:**

Graphische Darstellung der Deckungswerte aller Arten  
in den Sukzessionsquadraten (Sommeraufnahmen)

Name der Datei: „WaldDBF\_Deckungswerte\_Sommer.ppt“

### **Anlage 3:**

Ordinationen (DCA's) der Sukzessionsquadrate ausgewählter Wald-DBF  
(Sommeraufnahmen)

Name der Datei: „WaldDBF\_Ordinationen.ppt“

### **Anlage 4:**

Entwicklung der Elementkonzentrationen in Blattproben verschiedener Baumarten  
der Wald-Dauerbeobachtungsflächen in den Jahren 1985 bis 2004

Name der Datei: „WaldDBF\_Anorganik.ppt“

### **Anlage 5:**

Deckungsänderungen ausgewählter Arten in den Sukzessionsquadraten  
(Sommeraufnahmen)

Name der Datei: „WaldDBF\_Deckung\_Arten.ppt“