

Beobachtung der Vegetation von 1985 bis 2007

 Datengrundlage für die Analyse der Vegetationsentwicklung auf Wald- und Grünland-Dauerbeobachtungsflächen in Baden-Württemberg

ID U14-M30-J07

Seit 1985 wird die Vegetation an Wald- und Grünlandstandorten wiederholt untersucht (Abbildung 1). Die Ergebnisse werden im Fachdokumentendienst FADO Umweltbeobachtung der LUBW veröffentlicht. Neben diesem einführenden Bericht zu den Datengrundlagen (ab Seite 1) erscheinen in loser Folge methoden- und nutzungsspezifische Ergebnisberichte sowie übergreifende Analysen (Tabelle 1).

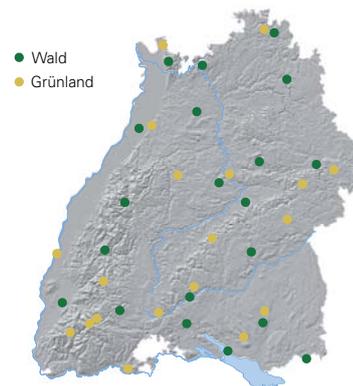


Abbildung 1: Verteilung der Intensivstandorte der Biologischen Dauerbeobachtung, Stand 2010

Seit Beginn der Dauerbeobachtung stellen vegetationskundliche Aufnahmen der Wald- und Grünlandvegetation die Basis der Untersuchungen auf den Dauerbeobachtungsflächen dar. Pflanzengemeinschaften sind „offene Systeme“ aus Populationen verschiedener Arten, die untereinander und mit ihrem Standort in einem „dynamischen Gleichgewicht“ stehen. Als solche spiegeln sie Veränderungen in ihrer Umwelt wider. Die Hauptursachen der Veränderung der natürlichen Flora und Vegetation sind: 1. der Wandel und die Aufgabe traditioneller Nutzungsformen, 2. die Schadstoffbelastung und Eutrophierung unserer Umwelt durch Deposition luftgetragener Stoffe sowie 3. der Wandel des Klimas.

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

HAUPTTITEL	ID UMWELTBEOBACHTUNG
Beobachtung der Vegetation von 1985 bis 2007 (<i>dieses Dokument</i>)	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	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



Der folgende einführende Bericht beinhaltet:

- Informationen zu den naturräumlichen Grundlagen und zur Entwicklung von Wald- und Grünland in Baden-Württemberg,
- Informationen über die für die Vegetationsentwicklung bedeutsamen Umweltgradienten und ihre raumzeitlichen Trends,
- Informationen zu den raumzeitlichen Trends der atmosphärischen Depositionen und des Klimas,
- die Darstellung und Bewertung des bisher vorliegenden Datenmaterials,
- erste Betrachtungen zur räumlichen und vegetationsökologischen Repräsentanz der Dauerbeobachtungsflächen und
- erste exemplarische Ergebnisse zur Auswertung der Grünland-Dauerbeobachtungsflächen.

IMPRESSUM

HERAUSGEBER	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe, www.lubw.baden-wuerttemberg.de
BEARBEITUNG	Dr. Ingo Holz, Dr. Jürgen Franzaring & 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.
AUFTRAGGEBER	LUBW, Referat Medienübergreifende Umweltbeobachtung, Klimawandel; Projekt ID WV163-1 Kontakt: Dr. Jürgen Zipperle, Juergen.Zipperle@lubw.bwl.de , Tel 0721/5600-1635
BEZUG	http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/ ID Umweltbeobachtung U14-M30-J07
STAND	Dezember 2007, Internetausgabe Oktober 2011

Nachdruck und Verteilung für kommerzielle Zwecke – auch auszugsweise – ist nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Naturräumliche Grundlagen	4
2.1 Geologie, Relief, Boden	4
2.2 Klima	5
2.3 ‚Naturräumliche Gliederung‘ und ‚Ökologische Raumgliederung‘	5
3. Wald und Grünland in Baden-Württemberg	7
3.1 Wald- und Grünlandvegetation	7
3.2 Raum-zeitliche Trends der Wald- und Grünlandverbreitung	12
3.3 Für Vegetationsentwicklung und pflanzliche Produktivität bedeutsame Umweltgradienten	15
4. Raum-zeitliche Trends atmosphärischer Depositionen in Baden-Württemberg	20
5. Raum-zeitliche Trends des Klimas in Baden-Württemberg	26
6. Verteilung der Wald- und Grünland-Dauerbeobachtungsflächen in Baden-Württemberg	30
6.1 Wald-Dauerbeobachtungsflächen	30
6.1.1 Geographische und Naturräumliche Repräsentanz	30
6.1.2 Vegetationsökologische Repräsentanz	33
6.2 Grünland-Dauerbeobachtungsflächen	34
6.2.1 Geographische und Naturräumliche Repräsentanz	34
6.2.2 Vegetationsökologische Repräsentanz	35
7. Übersicht über die Vegetations- und Standortdaten aus dem Ökologischen Wirkungskataster Baden-Württemberg	37
7.1 Übersicht über die vorhandenen Vegetationsdaten	37
7.1.1 Darstellung der Aufnahmemethoden	37
7.1.2 Übersicht über die vorhandenen Vegetationsaufnahmen	38
7.1.3 Datenformate und Dateibezeichnungen	43
7.1.4 Gesamtartenlisten – Biologische und Ökologische Merkmale der vorhandenen Arten	44

7.1.5	Überprüfung der Datenqualität	46
7.2	Übersicht über die vorhandenen Standortdaten	46
7.3	Datenauswertung	47
8.	Erste Ergebnisse der Auswertung der Grünland-Dauerbeobachtungsflächen	48
8.1	Ordination der Grünland-Dauerbeobachtungsflächen	48
8.2	Beispiel DBF 2030 Falkenhalde	53
9.	Weitere Datengrundlagen	56
10.	Literatur	61
11.	Anhang	64

Verzeichnis der Abkürzungen

AOT40	Accumulated ozone dose over a threshold of 40 ppb
BW	Baden-Württemberg
CORINE	Coordinated Information on the European Environment
DBF	Dauerbeobachtungsfläche(n)
DCA	Detrended Correspondence Analysis
DHM	Digitales Höhenmodell
EUNIS	European Nature Information System
FACE	Free air carbon dioxide enrichment
FVA	Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Freiburg
GIS	Geographisches Informationssystem
GV	Großvieheinheit
HBEFA	Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs
KLARA	Projekt Klimawandel – Auswirkungen, Risiken, Anpassung
KLIWA	Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft
LUBW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz BW
MLR	Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum BW
MTB	Messtischblatt (= TK 25)
MUB	medienübergreifenden Umweltbeobachtung
NMDS	Non-Metric Multidimensional Scaling
NMVOC	Non methane volatile organic compounds
NPP	Nettoprimärproduktionsrate
ÖKWI	Ökologisches Wirkungskataster
OTC	Open Top Chamber
pnV	Potenzielle natürliche Vegetation
RGR	Relative Wachstumsrate von Pflanzen
RIPS	Räumliche Informations- und Planungssystem
SLA	Spezifische Blattfläche von Pflanzenarten
STALA	Statistisches Landesamt Baden-Württemberg
TK25	Topographische Karte 1:25.000 (= MTB)
UDO	Umwelt Datenbanken Online-Auskunft der LUBW
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe

1. Einleitung

Das Ökologische Wirkungskataster Baden-Württemberg

„Baden-Württemberg ist ein hoch industrialisiertes, intensiv genutztes und dicht besiedeltes Land. Zur Wahrung eines attraktiven Lebensumfeldes sowie zur Schaffung gesunder Arbeits- und Standortbedingungen ist es auf eine **nachhaltige Entwicklung und die Reduzierung von Umweltbelastungen** angewiesen.

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. Im ÖKWI werden Wirkungen von Umweltbelastungen mit Hilfe von Bioindikatoren (Pflanzen, Tiere) erfasst und bewertet. Damit werden **Zeitreihen zum Zustand des Naturhaushaltes** sowie eine **räumliche Differenzierung der Belastungssituation** erarbeitet“ (LfU 2005).

Medienübergreifende Umweltbeobachtung: Atmosphärische Depositionen und Klimawandel

Im Zusammenhang mit Themen wie Waldsterben, Saurer Regen und Bodenversauerung in den 1980er Jahren ins Leben gerufen, lag der Schwerpunkt der Arbeiten im ÖKWI auf der Ermittlung und Bewertung der Wirkung von anorganischen Schadstoffen (z.B. SO₂, NO_x, Schwermetalle) auf Ökosysteme. Erst später nahmen ökotoxikologische Fragestellungen größeren Raum ein und das Untersuchungsprogramm wurde auf organische Schadstoffe ausgedehnt.

In Zukunft soll die Verknüpfung von biologischen, chemisch-physikalischen und Meta-Daten aus verschiedenen, sektoralen Messnetzen noch stärker berücksichtigt werden als bisher, um eine integrative, medienübergreifende Datenauswertung zu gewährleisten. Als Ausgangspunkt stellt das ÖKWI einen tragenden Baustein beim Aufbau der „**medienübergreifenden Umweltbeobachtung**“ (MUB) dar (Gebhardt et al. 2003).

Die MUB widmet sich aktuell drei Schwerpunktthemen:

- den Anreicherungen und Wirkungen chemischer Stoffe in der Umwelt
- den Wirkungen von Klimaveränderungen
- den Auswirkungen neuer Technologien

Während die Einträge von Schadstoffen in den letzten Jahren an Bedeutung verloren haben, stehen neuerdings besonders Klimaveränderungen im Fokus der Umweltforschung und -politik. Im Rahmen des Projekts KLARA wurden die Klimaszenarien für den Raum Baden-Württemberg bereits mehrfach verfeinert. Über die ökosystemaren Wirkungen der Klimaveränderungen besteht aber meist noch Unklarheit. So ist bislang noch nicht geklärt, ob und wie sich die seit den 1990er Jahren beobachteten Klimaveränderungen bereits in der Vegetation manifestiert

haben und ob sich heute schon raum-zeitliche Trends in ihrer Entwicklung erkennen lassen.

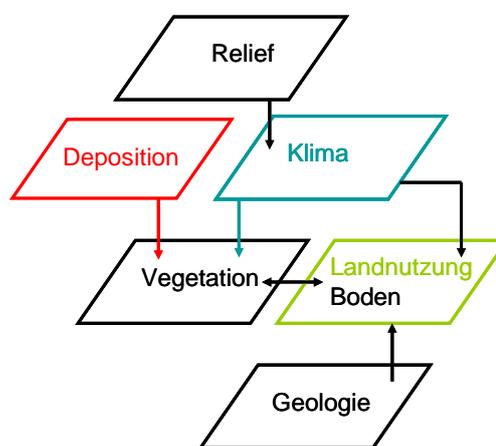
Ein wichtiger Aspekt ist auch der Schutz der Biodiversität. Die ‚Nationale Biodiversitätsstrategie‘ (BMU 2007) sieht das Monitoring von Veränderungen der biologischen Vielfalt und deren Ursachen (z.B. Immissionen und Klimawandel) vor.

Dauerbeobachtung der Vegetationsentwicklung in Wald- und Grünlandökosystemen

Pflanzengemeinschaften sind „offene Systeme“ aus Populationen verschiedener Arten, die untereinander und mit ihrem Standort in einem dynamischen Gleichgewicht stehen. Als solche spiegeln Sie Veränderungen in Ihrer Umwelt wieder.

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 (anthropogene) Wandel des Klimas



Seit Beginn des ÖKWI stellen vegetationskundliche Aufnahmen der Wald- und Grünlandvegetation die Basis der Untersuchungen auf den Dauerbeobachtungsflächen dar. Ziel ist die Erkennung langfristiger, immissions- und klimabedingter Veränderungen der Vegetationsdecke. Dazu werden auf den baden-württembergischen Dauerbeobachtungsflächen seit über 20 Jahren Veränderungen der Vegetation und der stofflichen Belastungen fortschreitend dokumentiert.

Ziel des Projektes

Bei dem durch die LUBW geförderten Projekt geht es um die Auswertung der an den baden-württembergischen Dauerbeobachtungsflächen des ÖKWI (30 Wald- und 19 Grünlandstandorte) erhobenen Vegetationsdaten mit modernen, multivariaten, statistischen Verfahren und deren Verknüpfung mit in der Nähe zu den 49 Flächen erhobenen Klima- und Immissionsdaten. Ziel des Projektes ist es:

- Vegetationsveränderungen darzustellen und zu belegen,
- ihre räumliche Repräsentanz zu beurteilen

- und schließlich die Ursachen der über die Zeit erfolgten Veränderungen zu ermitteln und in ihrer relativen Bedeutung zu gewichten.

Der vorliegende **erste Projektbericht** beinhaltet:

- allgemeine Informationen zu den Naturräumlichen Grundlagen und zur Entwicklung von Wald- und Grünland in Baden-Württemberg,
- Informationen über die für die Vegetationsentwicklung bedeutsamen Umweltgradienten und ihre raum-zeitlichen Trends,
- Informationen zu den raum-zeitlichen Trends der atmosphärischen Depositionen und des Klimas,
- die Darstellung des bisher vorliegenden Datenmaterials (insbesondere der Vegetations- und Standortdaten aus dem ÖKWI) und die Bewertung seiner Qualität,
- erste Betrachtungen zur räumlichen und vegetationsökologischen Repräsentanz der Dauerbeobachtungsflächen,
- erste exemplarische Ergebnisse zur Auswertung der Grünland-Dauerbeobachtungsflächen und
- eine Zusammenstellung des noch benötigten Datenmaterials.

Der erste Projektbericht soll einen ersten Überblick über die Thematik liefern und als Arbeits- und Diskussionsgrundlage für den weiteren Projektverlauf dienen.

2. Naturräumliche Grundlagen

In diesem Kapitel soll ein kurzer Überblick über die naturräumlichen Bedingungen in Baden-Württemberg gegeben werden, soweit sie für das Projekt von Bedeutung sind. Die Darstellung erfolgt in knapper Form mit Hilfe von Karten (meist im Anhang), Tabellen und Abbildungen und dem Verweis auf die einschlägige Literatur.

Das Naturraumpotential (naturräumliche Grundlagen) des Landes wird bei der Erstellung von Adaptationsstrategien im Rahmen des Klimawandels eine große Rolle spielen und bei der Planung (Raumordnung, Land-, Forst-, Wasserwirtschaft) gebührend berücksichtigt werden müssen.

2.1 Geologie, Relief, Boden

Abb. 1 gibt einen Überblick über den geologischen Aufbau (Schichtlagerung und Stratigraphie) von Baden-Württemberg, das sich durch eine starke geologische Gliederung auszeichnet. Eine detaillierte Karte zur Geologie von Baden-Württemberg findet sich im Anhang (11.1 Kartenanhang, Karte 1). Einen umfassenden Überblick über die Geologie von Baden-Württemberg geben Geyer & Gwinner (1986).

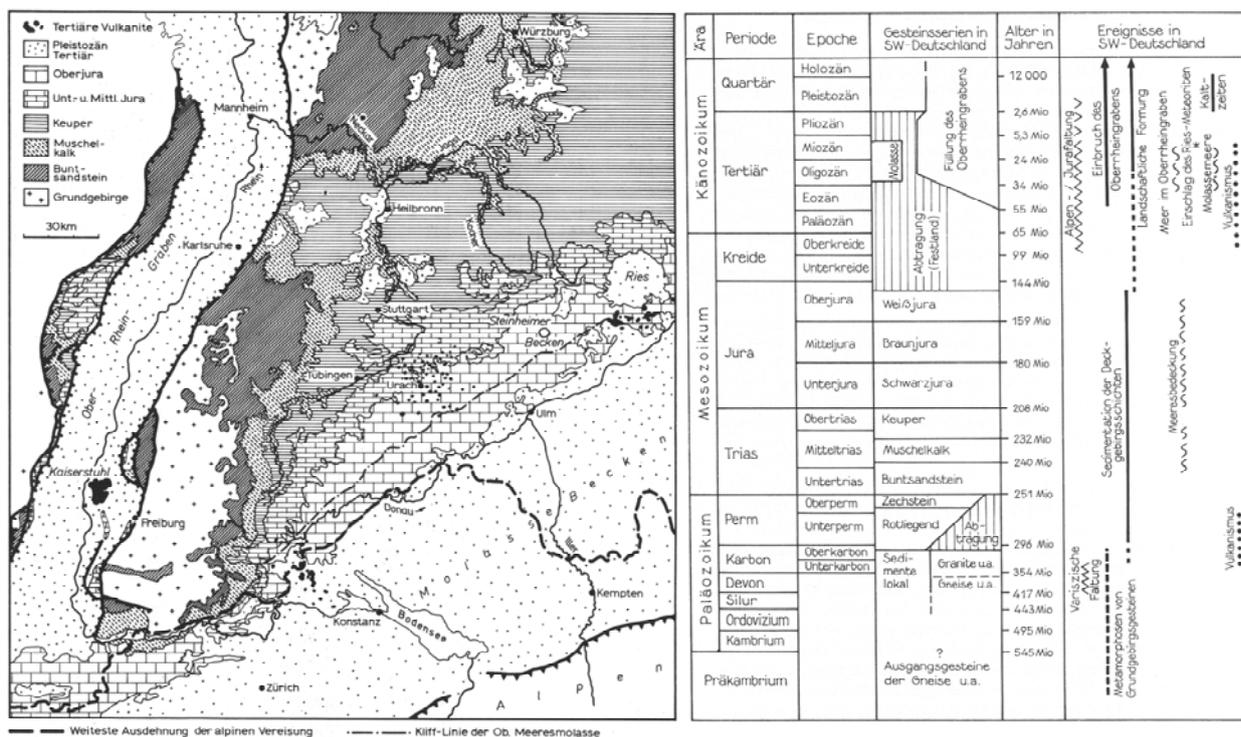


Abbildung 2.1. Geologie von Baden-Württemberg. Quelle: Geyer & Gwinner (1986)

Der geologische Bau bildet die Basis für die starke orographische Gliederung des Landes (Karte 2, im Anhang). Das differenzierte Relief (Höchste Erhebung: Feldberg im Schwarzwald 1.493 m üNN, Tiefster Punkt: Rheinpegel Mannheim 85 m üNN) und die Geologie haben ihrerseits einen großen Einfluss auf die klimatischen, hydrologischen und edaphischen Bedingungen.

Eine Übersicht über die Böden von Baden-Württemberg gibt Karte 3 im Kartenanhang. Einen umfassenden Überblick über die Böden von Baden-Württemberg gibt der ‚Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg‘ (MU & LfU 2004).

2.2 Klima

Eine umfassende Darstellung des Klimas findet sich im ‚Klimaatlas des Landes Baden-Württemberg‘, den die LUBW im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg und in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Wetterdienst 2006 aktualisiert hat (DWD & LUBW 2006). Der neue Klimaatlas enthält über 130 Karten zu verschiedenen meteorologischen Elementen im Maßstab 1:1.250.000. Exemplarisch wird im Anhang die ‚Karte der Mittleren Jahrestemperaturen‘ (Periode 1971 – 2000) wiedergegeben (Karte 4, im Kartenanhang). In einer Reihe textlicher Beschreibungen werden im Klimaatlas die Karten, die Datengrundlagen und die methodischen Vorgehensweisen zur Kartenerstellung erläutert.

Da die Witterung von Jahr zu Jahr variiert, ist zur Bestimmung klimatologisch aussagekräftiger Werte eine Mittelbildung über einen längeren Zeitraum notwendig. Zurzeit ist von der Weltorganisation für Meteorologie die Periode 1961 – 1990 als Referenzzeitraum festgelegt. Um die **klimatischen Trends der letzten Jahre** zu erfassen, wird jedoch häufig auch bereits die Periode 1971 – 2000 verwendet. Diese bildet auch die Grundlage für die Darstellungen im Klimaatlas von Baden-Württemberg.

Für Baden-Württemberg stehen für diesen Zeitraum Daten von etwa 90 Klimastationen sowie 450 Niederschlagsmessstationen zur Verfügung (DWD & LUBW 2006).

Die von DWD & LUBW im Klimaatlas von Baden-Württemberg bereitgestellten Informationen spielen eine wichtige Rolle für die Interpretation räumlicher und zeitlicher Trends der Vegetationsentwicklung im Untersuchungszeitraum. Sie müssen jedoch durch Informationen zum konkreten Witterungsverlauf an den einzelnen DBF (bzw. in ihrer unmittelbaren Nähe) ergänzt werden.

2.3 „Naturräumliche Gliederung“ und „Ökologische Raumgliederung“

Die aus der großen Reliefenergie und der geologischen Vielfalt resultierende hohe Diversität der baden-württembergischen Landschaften in Verbindung mit einer hohen Industrialisierungsrate, Bevölkerungs- und Verkehrsdichte des Landes erfordert eine aufwändige und regional differenzierte Umweltbeobachtung. Veränderungen (z.B. durch Schadstoffbelastungen und Landschaftsverbrauch) müssen deshalb in möglichst allen charakteristischen Ökosystemen und Landschaften erfasst werden.

Die Auswahl der Dauerbeobachtungsflächen des ÖKWI zu Beginn der 80er Jahre erfolgte mit Hilfe der naturräumlichen Gliederung von Baden-Württemberg nach Meynen & Schmithüsen (1962) (Karte 5, im Anhang), ausgehend von der Annahme, dass die Dauerbeobachtungsflächen repräsentativ für die Raumeinheiten sind, d.h. innerhalb einer Raumeinheit weitgehend homogene Bedingungen hinsichtlich der

naturräumlichen Eigenschaften herrschen. Dies sollte die Extrapolation der auf den Dauerbeobachtungsflächen gewonnenen Untersuchungsergebnisse auf die gesamte Fläche der Raumeinheit ermöglichen.

Im Jahr 2002 wurde im Rahmen eines F&E-Vorhabens des LUBW zur medienübergreifenden Umweltbeobachtung (Schröder et al. 2002) eine neue Gliederung der Landschaft von Baden-Württemberg in ökologische Raumeinheiten vorgelegt. Die vorgelegte ökologische Raumgliederung Baden-Württembergs verwendet objektive Kriterien für die Gliederung der Landschaft in Teilräume. Diese Teilräume sollen hinsichtlich ihrer ökologischen Merkmale homogen sein und damit Rückschlüsse auf den Stoffhaushalt des betrachteten Raumausschnittes gestatten.

Grundlage der ökologischen Raumgliederung von Baden-Württemberg sind die potentielle natürliche Vegetation, die Höhe m ü. NN, die klimatischen Parameter Lufttemperatur, Niederschlag, Verdunstung und Globalstrahlung sowie die Bodenart und –gründigkeit.

3. Wald und Grünland in Baden-Württemberg

3.1 Wald- und Grünlandvegetation

Im Gegensatz zu Geologie, Boden und Klima liegt zur aktuellen (realen) und potentiellen natürlichen Vegetation von Baden-Württemberg keine aktuelle, landesweite Darstellung in Text und/oder Karte vor.

Die potentielle natürliche Vegetation von Baden-Württemberg wurde von Müller & Oberdorfer (1974) im Maßstab 1:900.000 dargestellt. Die Karte wurde 1990 unverändert in den Maßstab 1:600.000 übertragen (LfU 1992).

Einen Überblick über die in Süddeutschland (+/- Baden-Württemberg & Bayern) vorkommenden Pflanzengesellschaften gibt Oberdorfer (1992-1993). Es kann davon ausgegangen werden, dass die meisten dieser Pflanzengesellschaften in Baden-Württemberg vorkommen, lediglich wenige alpine oder besonders kontinentale Gesellschaften sind auf Bayern beschränkt. Eine Liste der Pflanzengesellschaften von Baden-Württemberg wurde bisher nicht veröffentlicht. Auch liegen für die Pflanzengesellschaften von Baden-Württemberg keine Gefährdungseinstufungen (Rote Liste) vor.

3.1.1 Wald

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 (Verkehr, Tourismus, ...) umgewandelt hat, ist Mitteleuropa auch heute noch zu etwa einem Drittel von Wald bedeckt.

Aber auch auf diesem Drittel 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 mitteleuropäischen Wälder in vielen Fällen in ihrer aktuellen (Baum- und) Krautschicht das natürliche Standortpotential wieder.

Abb. 2.2 gibt einen schematischen Überblick über die Verteilung der Baumarten und Waldgesellschaften in einem Ökogramm unter submontanen, gemäßigt-subozeanischen Klimabedingungen.

Als Bestandteil der potentiellen natürlichen Vegetation (pnV) kommt den Wäldern eine besondere Bedeutung bei der Darstellung und Beurteilung des Standortpotentials zu.

Die potentielle natürliche Vegetation (pnV) ist diejenige Vegetation die sich ohne den Einfluss des Menschen als natürliche, dem Standort entsprechende Vegetation einstellen würde. Sie ist nicht das Ergebnis einer langandauernden Sukzession, sondern wird als sich schlagartig, unter den aktuellen Standortbedingungen

einstellend gedacht. Sie spiegelt nicht nur die von Natur aus vorhandenen Standortfaktoren, sondern auch nicht mehr rückgängig zu machende Eigenschaften wider, die auf menschliche Einflüsse zurückgehen (z.B. Meloration).

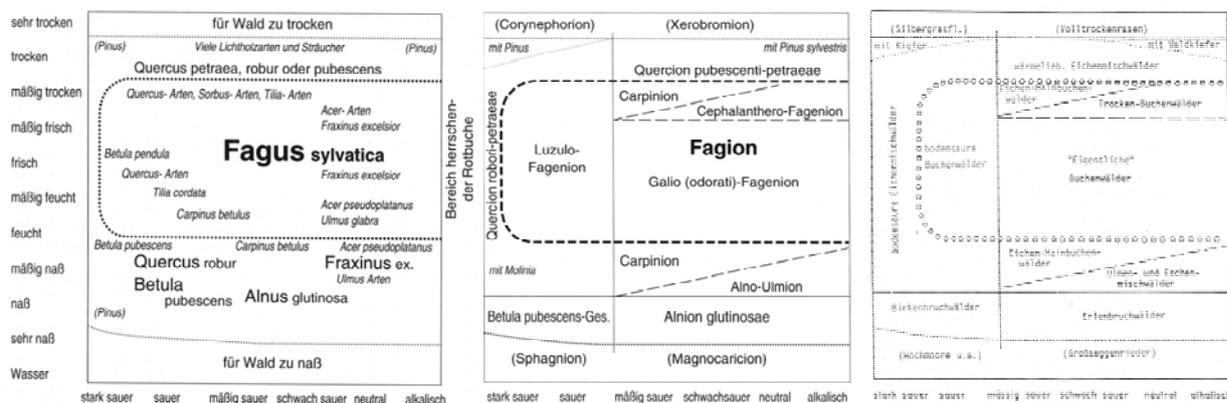


Abb. 2.2. Ökogramm der submontanen, gemäßigt-subozeanischen Waldgesellschaften Mitteleuropas (nach Ellenberg 1996)

Den Gesellschaften der pnV können die sich unter bestimmten Landnutzungsformen einstellenden „Ersatz- und Kontaktgesellschaften“ (z.B. Grünlandgesellschaften, siehe Kap. 3.1.2) gegenüber gestellt werden.

Vegetationskundliche Gliederung der Waldgesellschaften

Die folgende Liste gibt einen Überblick über die Klassen und Ordnungen der Wald- und Gebüschgesellschaften Süddeutschlands (nach Oberdorfer 1992b):

- I. Klasse: Salicetea purpurea**
Ordn. Salicetalia purpurea (Weidengebüsche und -wälder) (in BW sicherlich nur: Verband Salicion albae)
- II. Klasse: Alnetea glutinosae**
Ordn. Alnetalia glutinosae (Erlen- und Moorbirkenwälder, Grauweidengebüsche)
- III. Klasse: Pulsatillo-Pinetalia**
Ordn. Pulsatillo-Pinetalia sylvestris (Subkont. Küchenschellen-Kiefernwälder, Kiefern-Steppenwäldern)
- IV. Klasse: Erico-Pinetea**
Ordn. Erico-Pinetalia (Schneeheide-Kiefernwälder und Alpenrosen-Latschengebüsch)
- V. Klasse: Vaccinio-Piceetea** (Boreal-alpine Nadelwälder und Zwergstrauch-Gesellschaften)
Ordn. Piceetalia abietis (Boreal-alpine Nadelwälder und subalpine Zwergstrauch-Gesellschaften)
Ordn. Loiseleurio-Vaccinietalia (Arktisch-alpine Zwergstrauch-Gesellschaften)
- VI. Klasse: Querco-Fagetea** (Buchen- und sommergrüne Eichenwälder Europas)
Ordn. Prunetalia spinosae (Hecken und Gebüsch, Schlehengesellschaften)
Ordn. Quercetalia robori-petraeae (Eichen-Birkenwälder)
Ordn. Quercetalia pubescenti-petraeae (Xeroterme, submediterrane Flaumeichen-Wälder und subkontinentale Eichen-Steppenwälder)
Ordn. Fagetalia sylvaticae (Mesophytische, buchenwaldartige Laubwälder Europas)

Insgesamt werden von Oberdorfer (1992b) für die Wald- und Gebüschgesellschaften Süddeutschland 93 verschiedene Assoziationen (Pflanzengesellschaften) beschrieben. Der größte Teil davon kommt auch in Baden-Württemberg vor.

Die Zugehörigkeit der DBF zu beschriebenen Pflanzengesellschaften soll im Rahmen des Projektes untersucht und damit ihre vegetationsökologische Repräsentanz für Baden-Württemberg ermittelt werden (siehe Kap. 6).

3.1.2 Grünland

Grasland, also alle (großflächig,) von Gräsern (*Poaceen*) und Grasartigen (*Cyperaceen*, *Juncaceen*) dominierte Vegetationstypen Baden-Württembergs (mit Ausnahme der waldfreien Moore) gehören zur „anthropogenen Vegetation“, d.h. es ist erst durch den Menschen entstanden und bedarf zu seiner Erhaltung oder Wiederherstellung gezielter Eingriffe in die Pflanzendecke (Mahd, Beweidung, Brand, etc., siehe z.B. Briemle et al. 1991). Kleinflächige, ‚natürlicherweise‘ von Gräsern und Kräutern dominierte Vegetationstypen findet man lediglich an wenigen extrem nassen oder trockenen Standorten (Uferröhrichte, Felsrasen, etc.), sowie kurz- und mittelfristig an Störstellen (Flussufer, Bergrutsche, etc).

Als Ersatzgesellschaften der natürlichen Waldvegetation findet man Grünlandvegetation unter sehr unterschiedlichen Standortbedingungen (Abb. 2.3).



Abbildung 2.3. Ökogramme der Wald- und Grünlandvegetation der gemäßigt-subozeanischen, submontanen Stufe Mitteleuropas (nach Ellenberg 1996)

Im Gegensatz zur potentiellen natürlichen Vegetation (pnV) spiegeln die anthropogenen ‚Ersatz- und Kontaktgesellschaften‘ nicht nur die natürlichen Standortbedingungen, sondern auch Art und Intensität der anthropogenen Nutzung wieder. Dierschke & Briemle (2002) geben einen schematischen Überblick über die Intensitätstufen der Graslandnutzung (Abb. 2.4) sowie über verschiedene Graslandgesellschaften in einem Feuchtigkeits-Intensitäts-Ökogramm (Abb. 2.5).

Von den 870 gefährdeten Pflanzenarten Deutschlands haben fast 500 ihren Wuchsort auf extensivem Grünland (Briemle in Oppermann & Gujer 2003). In erster Linie findet man sie in Trocken- und Halbtrockenrasen sowie Feucht- und Nasswiesen.

Extensive bis mäßig intensive Nutzung fördert die Artenvielfalt. Je intensiver Grünland bewirtschaftet wird, desto mehr verarmt es im Allgemeinen an Arten (Pflanzen und Tiere). Extensiv genutzte Grünlandtypen zählen zu den am meisten gefährdeten Vegetationsformen. Unter dem Druck einer kostengünstigen und qualitativ anspruchsvollen Futtererzeugung sind heute viele Dauergrünlandflächen floristisch verarmt. Als nutzungsgeprägte Vegetationstypen stellen viele Graslandgesellschaften heute ein kulturhistorisches Relikt ehemaliger Nutzungsformen dar. Die Erhaltung dieser anthropogenen Ersatzgesellschaften erfordert in der Regel eine aufwendige Pflege (Briemle et al. 1991).

	Nutzungs- einfluss	Wiese	Weide	N-Dün- gung Trophie	Narbenpflege	Bestandesstruktur und Nutzungstyp
0 Brache	-	-	-	ver- schieden	-	meist dichte, oft höher- wüchsige, relativ arten- arme, zur Dominanzbil- dung neigende Bestände; starke Streu- bildung (je nach Ausgangsbestand verschieden)
1 extensiv	sehr gering	unregel- mäßiger Sommer- schnitt oder regelmäßiger Herbstschnitt	Triftweide	oligotroph	-	produktionsschwache, lockere, oft sehr arten- reiche Bestände (Magerrasen, Streu- wiesen, magere Heuwiesen)
2 halbex- tensiv	gering bis mäßig	ein Schnitt im Juli, evtl. Nachweide	Stand- oder Koppel- weide	0-50 kg schwach mesotroph	auf Weiden gele- gentliche Nach- mahd	mäßig wüchsige, dichte- rere Bestände, oft sehr artenreich (magere Ausbildungen von Heu- wiesen und Weiden)
3 halbin- tensiv	mittel	2 Schnitte im Juni und August/Sept. Herbstweide	Umtriebs- weide auf größeren Flächen	50-150 kg mesotroph	auf Weiden peri- odische Nach- mahd, Walzen von Moorböden	ertragreiche, hoch- wüchsige, mäßig arten- reiche Heuwiesen und Fettweiden
4 intensiv	hoch	3 bis 4 Schnitte ab Ende April	z. T. portio- nierte Umtriebs- weide	150-300 kg eutroph	gelegentliche Übersaat, Walzen, Abschleppen	sehr produktive, hoch- wüchsig-dichte, relativ artenarme Bestände (Mehrschnitt-Silage- wiesen, Mähweiden)
5 sehr intensiv	sehr hoch	> 4 Schnitte ab Ende April	Portions- weide	> 300 kg hyper- troph	gelegentliche Nachsaat, Umbruch mit Neueinsaat, Walzen, Schleppen, Unkrautbe- kämpfung	hochproduktive, dichte, sehr artenarme Bestände (Vielschnitt- Silagewiesen, Mähweiden, z. T. Ackerfutterflächen)

Abbildung 2.4. Intensitätsstufen der Graslandnutzung (aus Dierschke & Briemle 2002)

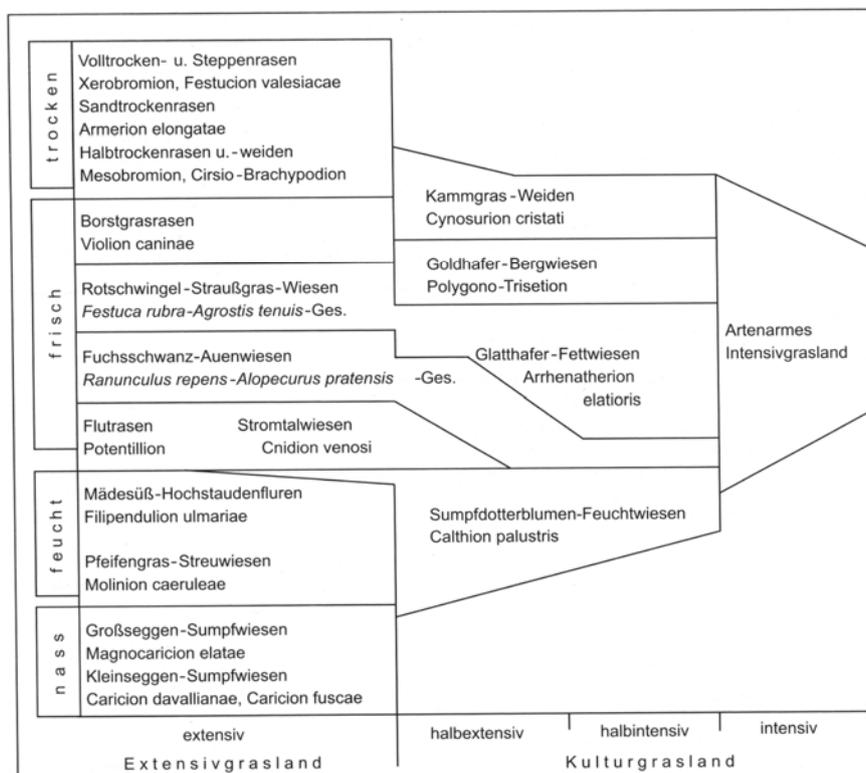


Abbildung 2.5. Graslandtypen in einem Feuchtigkeits-Intensitäts-Ökogramm (aus Dierschke & Briemle 2002)

Vegetationskundliche Gliederung der Grasland-Vegetation

Die folgende Liste gibt einen Überblick über die Grasland-Vegetation Süddeutschlands und dieser nahestehender Pflanzengesellschaften (*kursiv*) (nach Oberdorfer 1992a, 1993a, 1993b):

I. Klasse: Sedo-Scleranthetea

(Mauerpfeffer-Triften, Sandrasen, Felsgrus- und Felsband-Gesellschaften)

Ordn.: *Thero-Airetalia* (Kleinschmielen-Rasen)

Ordn.: *Corynephorretalia* (Silbergras-reiche Pionierfluren und Sandrasen)

Ordn.: *Sedo-Scleranthetalia* (Felsgrus- und Felsband-Gesellschaften)

II. Klasse: Festuco-Brometea

(Trocken- und Steppenrasen, Halbtrockenrasen, basiphile Magerrasen der planaren bis hochmontanen Stufe)

Ordn.: *Festucetalia valesiaca* (Kontinentale Steppenrasen, ...)

Ordn.: *Brometalia erecti* (Submediterrane Trocken- und Halbtrockenrasen)

III. Klasse: Seslerietea variae

(Alpine Kalkmagerrasen)

Ordn.: *Seslerietalia variae* (Blaugras- und Rostseggen-Fluren)

IV. Klasse: Nardo-Callunetea

(Europäische Borstgras-Triften und -Heiden)

Ordn.: *Nardetalia* (Borstgras-Rasen)

Ordn.: *Vaccinio-Genistetalia* (Heidekraut-Heiden, Suboz. Zwergstrauch-Heiden)

V. Klasse: Agropyretea intermedii-repens

(Halbruderale Pionier-Trockenrasen)

Ordn.: *Agropyretalia intermedii-repens* (Halbruderale Trocken- und Halbtrockenrasen)

VI. Klasse: Plantaginetea majoris

(Trittpflanzen-Gesellschaften)

Ordn.: *Plantaginetalia majoris* (Trittpflanzen-Gesellschaften)

VII. Klasse: Agrostietea stoloniferae

(Kriechstraußgras-Rasen, Flutrasen)

Ordn.: *Agrostietalia stoloniferae* (Gänsefingerkraut-Weißstraußgras-Rasen, Kriechrasen-Gesellschaften)

VIII. Klasse: Molinio-Arrhenatheretea

(Wirtschaftsgrünland, Futter- und Streuwiesen, Fettwiesen, Fettweiden, nasse Staudenfluren, Naß- und Riedwiesen)

Ordn.: *Molinietalia caeruleae* (Nasse Staudenfluren, Naß- und Riedwiesen)

Ordn.: *Arrhenatheretalia* (Fettwiesen, Fettweiden, Parkrasen)

Außerdem:

Klasse: *Phragmitetea* (Röhrichte und Großseggen-Gesellschaften)

Klasse: *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* (Flach- und Zwischemoore)

Als **Grasland-Vegetation i.e.S.** kann man die Gesellschaften der Klassen **Festuco-Brometea** (Trocken- und Steppenrasen, Halbtrockenrasen, basiphile Magerrasen der planaren bis hochmontanen Stufe), **Seslerietea variae** (Alpine Kalkmagerrasen), **Molinio-Arrhenatheretea** (Wirtschaftsgrünland, Futter- und Streuwiesen, Fettwiesen, Fettweiden, nasse Staudenfluren, Naß- und Riedwiesen), sowie der Ordnungen **Corynephorretalia** (Silbergras-reiche Pionierfluren und Sandrasen), **Nardetalia** (Borstgras-Rasen). Nach Oberdorfer (1992, 1993a, 1993b) umfasst diese Grasland-Vegetation i.e.S. 64 verschiedene Assoziationen (Pflanzengesellschaften), von denen der größte Teil in Baden-Württemberg vorkommt.

Die Zugehörigkeit der DBF zu beschriebenen Pflanzengesellschaften soll im Rahmen des Projektes untersucht und damit ihre vegetationsökologische Repräsentanz für Baden-Württemberg ermittelt werden (siehe Kap. 6).

3.2 Raum-zeitliche Trends der Wald- und Grünlandverbreitung

In diesem Kapitel soll ein Überblick über die räumliche Verteilung von Wald- und Grünland in Baden-Württemberg gegeben werden. Soweit Datenmaterial hierzu vorliegt, sollen bereits zeitliche Trends dargestellt werden, die auch für die DBF relevant sein können.

3.2.1 Wald

Etwa 38 % der Landesfläche von Baden-Württemberg werden von Wald eingenommen (STALA-Internet, Bodenfläche in Baden-Württemberg nach Art der tatsächlichen Nutzung, Stand: 31.12.2004). Abb. 3.1 gibt einen Überblick über die Verteilung von Laub-, Misch- und Nadelwald in Baden-Württemberg im Jahr 2000 (CORINE Land Cover 2000). Die CORINE Land Cover (2000) Daten geben die dominante Landnutzungsform in einem Raster von 100 x 100 m wieder.

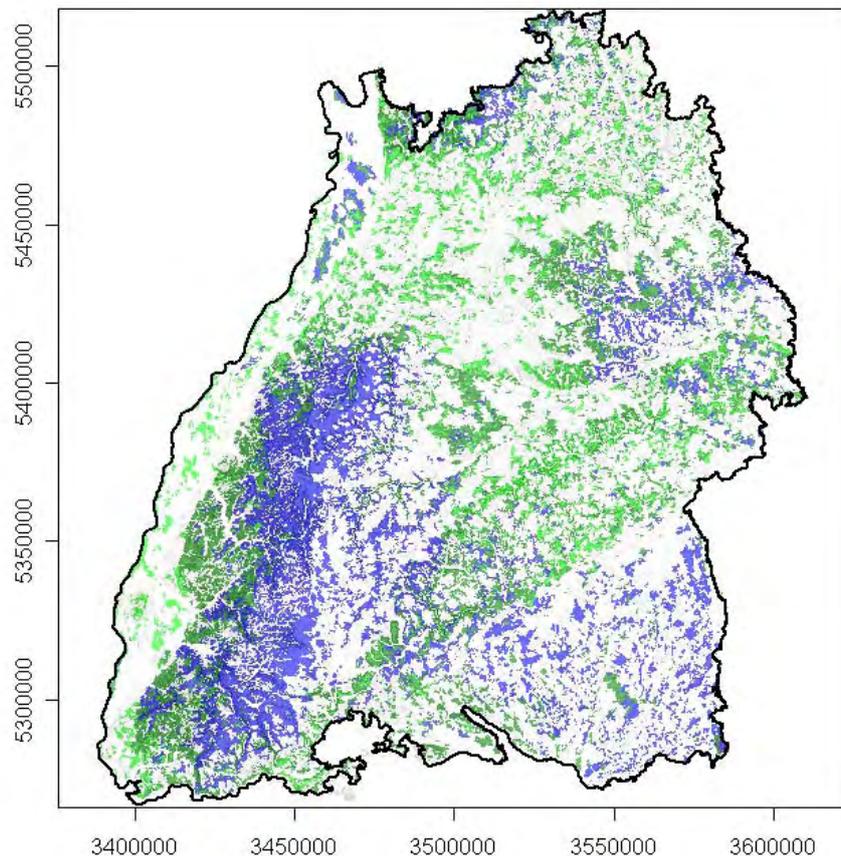


Abbildung 3.1. Verbreitung von Laub- (hellgrün), Misch- (dunkelgrün) und Nadelwald (blau) in Baden-Württemberg. Quelle: CORINE Land Cover 2000, Raster-Auflösung: 100 x 100 m.

3.2.2 Grünland

Neben Wald (bzw. Forst) und Ackerland ist das Grünland die dritte große Landnutzungsform in Baden-Württemberg. Für die nachfolgenden Betrachtungen zur

Verbreitung des Grünlandes in Baden-Württemberg wurden umfangreiche Datensätze des Statistischen Landesamts BW (STALA) für die Gemeinden und Kreise des Landes besorgt und ausgewertet. Um Aussagen zur Höhenverteilung der jeweiligen statistischen Größen zu machen, wurden zunächst mittleren Gemeindehöhen ermittelt. Hierzu wurde das 100 x 100 m digitale Höhenmodell (DHM) des Landes BW mit den Gemeindepolygonen verschnitten und für jedes der Polygone die mittlere Höhe über NN, die Maxima und Minima sowie die Standardabweichungen von der mittleren Höhe bestimmt.

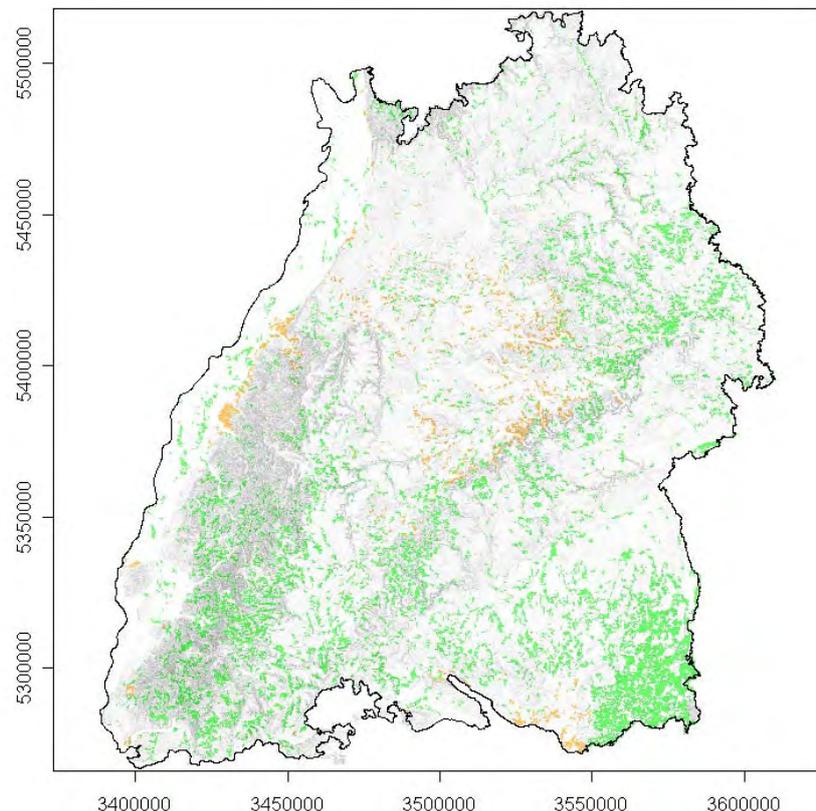


Abbildung 3.2. Verbreitung von Grünland in Baden-Württemberg (Wiesen und Weiden - grün, Obst- und Beerenobstbestände - orange). Quelle: CORINE Land Cover 2000, Raster-Auflösung: 100 x 100 m.

Grünland macht etwa 18% der Bodenfläche von Baden-Württemberg aus, während Acker 28% und Wald 38% der Landesfläche einnehmen (STALA-Internet, Bodenfläche in Baden-Württemberg nach Art der tatsächlichen Nutzung, Stand: 31.12.2004). Abb. 3.2 gibt einen Überblick über die Landnutzungsformen „Wiesen und Weiden“ und „Obst- und Beerenbestände“ (häufig Streuobstwiesen) in Baden-Württemberg im Jahr 2000 (CORINE Land Cover 2000). Bei der räumlichen Verteilung dieser Landnutzungsarten und innerhalb dieser gibt es große Unterschiede. Vor allem im Schwarzwald und im Allgäu gibt es viele Gemeinden mit hohen Grünlandanteilen an der Bodenfläche von bis zu 75 %. Weitere Grünland reiche Gemeinden befinden sich in einem Streifen von der Südwestalb über das Albvorland bis zu den Keuperwaldbergen (siehe Abb. 3.2 und Abb. 3.3 (links) bezogen auf Gemeinden).

Betrachtet man die Entwicklung der Dauergrünlandfläche der letzten 25 Jahre, so ist landesweit ein Rückgang der Gesamtfläche von über 10% zu verzeichnen (Tab. 3.1). Der Rückgang fand regional differenziert (Abb. 3.3) vor allem in den 1980er Jahren statt, während in den 1990er Jahren nur noch wenig Grünland verloren ging. Die verloren gegangenen Flächen dürften hauptsächlich den Kategorien Brachland und Siedlungsfläche zugeschlagen worden sein. Größte Veränderungen fanden im Nordosten von Baden-Württemberg und in Oberschwaben statt.

Bei den Veränderungen der Nutzungsformen des Dauergrünlandes fällt auf, dass die Flächenanteile der Dauerwiesen und –weiden stark zurück gegangen sind, während die Fläche der Mähweiden in den letzten 25 Jahren stark zunahm. Letzteres dürfte an der verstärkten Nutzung der Silage liegen.

Tabelle 3.1. Entwicklung der Grünlandfläche in Baden-Württemberg zwischen 1979 und 2005 nach Nutzungstypen und Veränderungen der Flächenanteile gegenüber dem Bezugsjahr 1979. Datengrundlage: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg.

Jahr	Gesamtfläche Grünland	Dauerwiesen	Mähweiden	Dauerweiden	Hutungen und Streuwiesen
1979	628.280	507.048	53.192	57.921	10.119
1991	572.087 -9 %	458.050 -10 %	48.765 -8 %	50.021 -14 %	15.251 51 %
2005	560.240 -11 %	389.553 -23 %	109.515 106 %	39.591 -32 %	21.580 113 %

Aus den großflächigen Nutzungsänderungen (z.B. Brachfallen von Grünland, Aufgabe von Beweidung, Verbuschung, verminderter Einsatz von Mineral- und Wirtschaftsdüngern) resultieren mitunter starke Änderungen der floristischen Zusammensetzung des Dauergrünlands.

Solche Nutzungseffekte müssen prinzipiell auch bei der Bewertung von Vegetationsveränderungen auf den Dauerbeobachtungsflächen berücksichtigt werden. Es sollen daher im weiteren Verlauf des Projekts Informationen zur Bedeutung der Nutzungspraxis einbezogen werden und z.B. auch die Ergebnisse von durch das MLR geförderten langjährigen Versuchen zu Grünlandbrachen (Offenhaltungsversuche, Schreiber et al. 2006) berücksichtigt werden. Weitere wichtige Hintergrundinformationen zu den Effekten von Nährstoffdeposition und Klimawandel auf mageres Grünland Baden-Württembergs können aus den langjährigen Versuchen der LVVG Aulendorf (Briemle 2006a, b) gezogen werden.

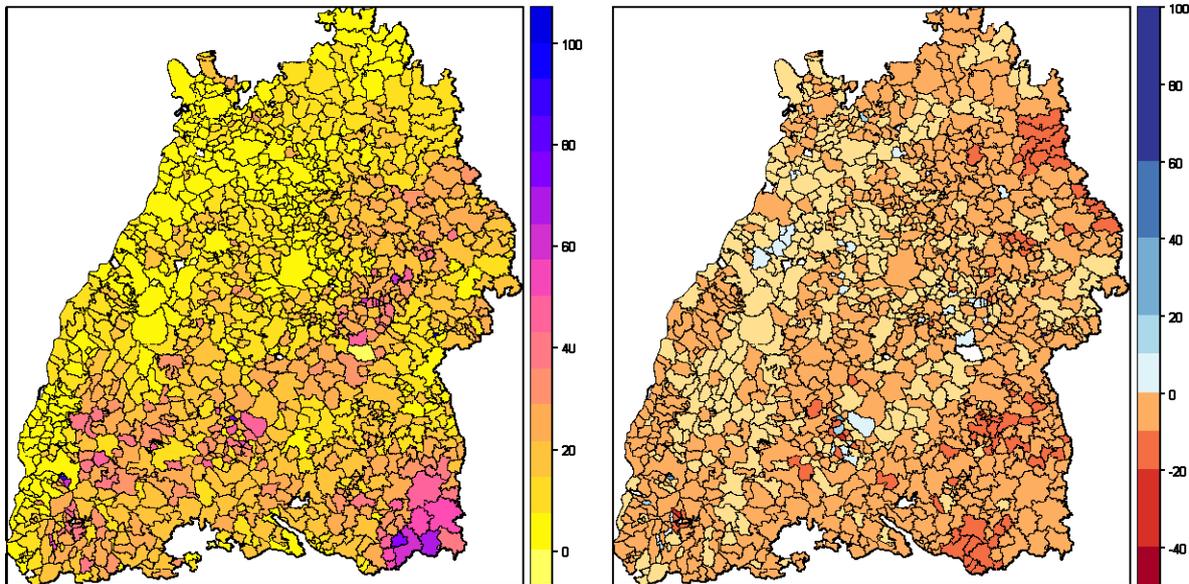


Abbildung 3.3. Anteile (%) des Grünlandes an der Fläche der 1110 Gemeinden Baden-Württembergs im Jahr 2005 (links) und Veränderungen der Grünlandfläche in Prozent zwischen 1979 und 2005 (rechts). Datengrundlage: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg.

3.3 Für Vegetationsentwicklung und pflanzliche Produktivität bedeutsame Umweltgradienten

Bei der Untersuchung von Vegetationsveränderungen und ihrer Ursachen ist es notwendig, die das Pflanzenwachstum prägenden Umweltfaktoren und ihre möglicherweise ablaufenden raum-zeitlichen Änderungen zu betrachten.

Die folgende Analyse erschien uns daher bereits vor dem Vorhandensein und der Berücksichtigung aller Daten (Klima und Immissionen) sinnvoll, um die in Baden-Württemberg beobachteten umweltrelevanten Trends in ihrer Gesamtheit zu erfassen. Im Verlaufe des Projekts sollen die jeweiligen Umweltparameter mit den Vegetationsdaten verknüpft werden, um ortsspezifische Aussagen zu den auf den DBF beobachteten Vegetationsveränderungen zu machen. Die Betrachtung der sich ändernden Umweltbedingungen soll sich etwa auf die letzten 25 Jahre erstrecken.

Die **Jahresmitteltemperaturen** sinken mit der Höhe in Baden-Württemberg linear (R^2 0.89) um ca. 0,5 °C pro 100 m (s. Abb. 3.4).

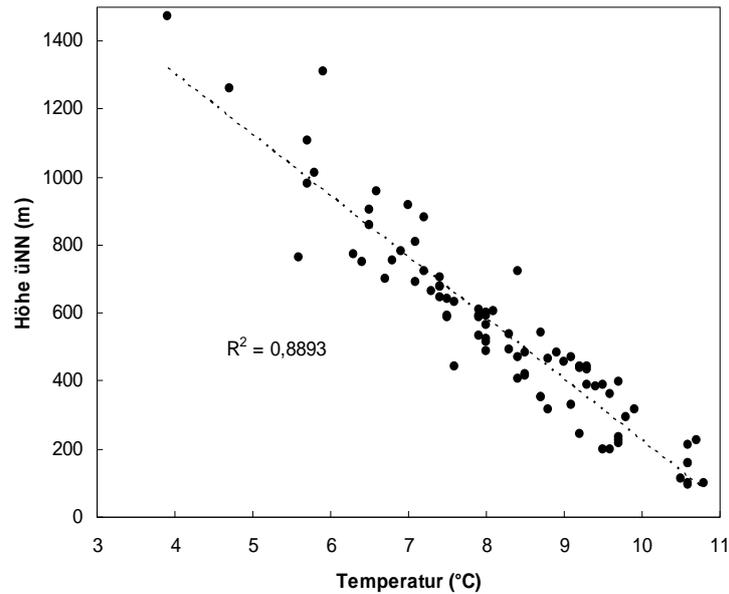


Abbildung 3.4. Temperaturabnahme mit zunehmender Höhe an den 84 Standorten von LUBW Dauerbeobachtungsflächen (65 Wald, 19 Grünland). Datengrundlage: Modellierter mittlere Jahresmitteltemperaturen der Periode 1971-2000, DWD & LUBW (2006), RIPS (2007).

Mit den niedrigeren Jahresmitteltemperaturen in höheren Lagen verkürzt sich allgemein die Vegetationsdauer, was die Produktivität der Ökosysteme und deren Zusammensetzung (z.B. weniger Wärme liebende Arten in montanen Lagen) prägt. Bei der Betrachtung zukünftiger Klimaerwärmungen ist zu klären, ob die bisherigen Temperatur- und Feuchtigkeitshöhengradienten insgesamt erhalten bleiben. Bei Veränderungen des Temperaturgradienten dürften sich langfristig in den unterschiedlichen Höhenstufen unterschiedliche Wanderungstendenzen z.B. Wärme liebender Arten in höhere Lagen ergeben.

Mit einem Anstieg der Höhe um 100 m steigt die mittlere jährliche **Niederschlagssumme** in Baden-Württemberg im Mittel linear um 85 mm an. 52% der Variation des Gebietsniederschlags erklären sich allein durch die unterschiedliche Höhenlage, während der Rest der Niederschlagsvarianz auf orographische Besonderheiten (z.B. Regenschatten im Lee von Gebirgszügen) zurückgehen dürfte.

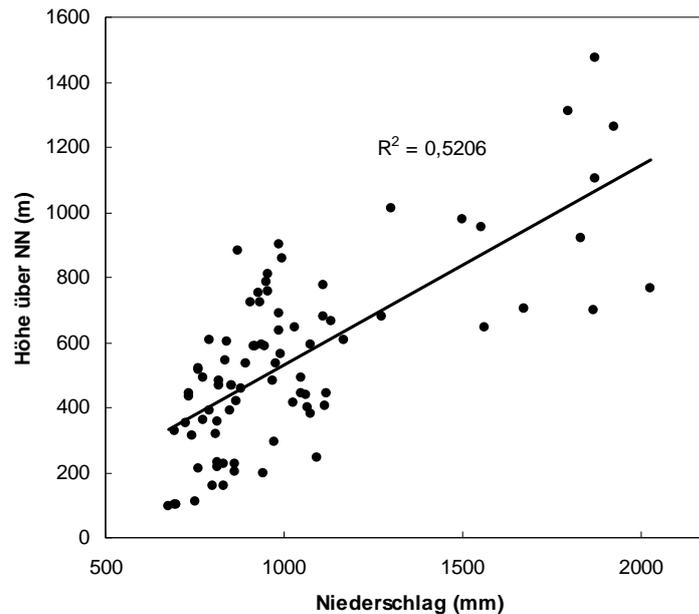


Abbildung 3.5. Zunahme des Jahresniederschlages mit zunehmender Höhe an den 84 Standorten von LUBW Dauerbeobachtungsflächen (65 Wald, 19 Grünland). Datengrundlage: Modellierter mittlerer jährlicher Niederschlag der Periode 1971-2000, DWD & LUBW (2006), RIPS (2007).

Unabhängig vom geologischen Material gibt es entlang von Höhengradienten klimatisch induzierte Veränderungen der **Bodenbildungsprozesse und Standortbedingungen**, die mit den raum-zeitlichen Modifikationen durch das Klima bzw. dessen Änderungen, Stoffdepositionen und Landnutzungsänderungen interagieren.

Die **Grünland DBF** repräsentieren einen Höhengradienten von über 1000 m und ein Großteil der Varianz von Bodeneigenschaften wird allein durch die Höhenlage dieser Stationen erklärt. So steigt mit der Höhe der Gehalt an organischer Substanz bei gleichzeitig verringerten Trockensubstanzgehalten (Abb. 3.6). Während ersteres durch die geringen Temperaturen und gehemmten Mineralisationsprozesse in Berglagen erklärt werden kann, sind höhere Wassergehalte in den Böden der montanen Region eine Folge von Steigungsregen und herabgesetzter Verdunstung. Gleichzeitig ist die Tendenz zu erkennen, dass Böden der Bergregionen wegen der Anhäufung nicht abgebauter Huminsäuren und der verstärkten Auswaschung von Kationen im Vergleich zu tieferen Lagen niedrigere pH-Werte aufweisen (Daten nicht gezeigt). Letzteres wird jedoch stark von dem jeweiligen geologischen Ausgangsmaterial überprägt, z.B. dadurch dass sich mit der Schwäbischen Alb ein kalkreiches Gebiet in SW-NE Richtung erstreckt oder der Schwarzwald mit sauren Ausgangsgesteinen im SW. Auch die Nährstoffgehalte N, P und K der Böden der Grünland-DBF zeigen nur einen schwachen Zusammenhang mit der mittleren Höhe der Flächen über NN.

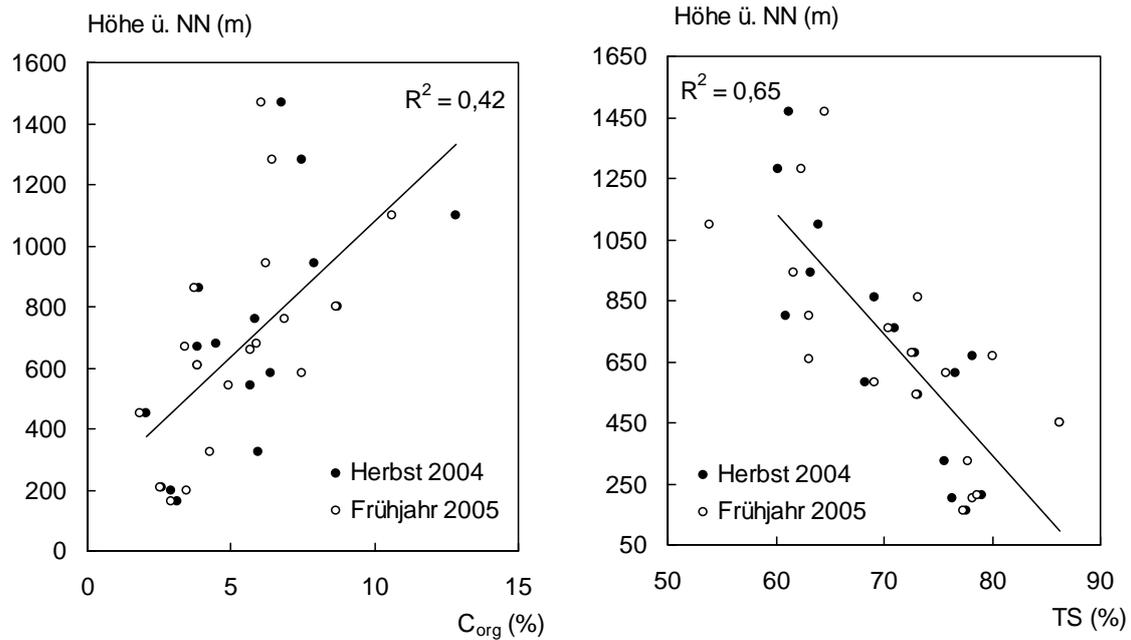


Abbildung 3.6. Beziehung der an den Gründlanddauerbeobachtungsflächen ermittelten Gehalte organischen Kohlenstoffs (C_{org} , links) und Trockensubstanzgehalte (TS, rechts) zur mittleren Höhe der Stationen. Die Daten stammen aus Untersuchungen zur Bodenbiologie der Grünland DBF des Instituts für Bodenkunde der Universität Hohenheim (AG Prof. Kandeler) und beziehen sich auf im Herbst 2004 und im Frühjahr 2005 durchgeführte Untersuchungen (Benter et al. 2006).

Für die Betrachtung von Vegetationsveränderungen ist es sinnvoll zu analysieren, ob und inwieweit der regional und nach Höhenstufen unterschiedliche Einfluss von Klimaänderungen mit den ablaufenden Bodenbildungsprozessen interagiert. So ist prinzipiell anzunehmen, dass eine Temperaturerhöhung in den höheren Lagen die Mineralisation fördern (Kolb 2000, Herbst 2000) und es zu verstärkten Emissionen beispielsweise der Treibhausgase Lachgas (N_2O) und Methan (CH_4) kommen wird. Gleichzeitig ist denkbar, dass die höheren Temperaturen und die verlängerten Vegetationsperioden in den höheren Lagen allmählich zur Steigerung der Nettoprimärproduktion (NPP) führen werden, während in den tieferen Lagen bei verringerten Niederschlägen und höheren Temperaturen eine Versteppung einsetzen kann. Dies ginge möglicherweise mit einer verringerten NPP und einer verstärkten Anreicherung organischer Substanz im Boden (Kohlenstoffsequestrierung) einher. Gleichzeitig werden einige der bisher in der Vegetation vorhandenen Arten klimatisch ungünstigere Bedingungen vorfinden und durch solche Arten verdrängt, die besser an die neuen Bedingungen angepasst sind.

Allmählich in der Vegetation ablaufende Verschiebungen der Konkurrenz- und Dominanzverhältnisse sind jedoch nur schwer identifizierbar. Es wird sich im Verlauf des Projekts zeigen, ob sich solche Veränderungen auf den DBF nachweisen lassen bzw. welche DBF stärkste Veränderungen über die Zeit erfuhren und was die Ursachen für diese sein können.

Die **pflanzliche Produktion** (landwirtschaftliche Erträge, Holzproduktion und Biomasseproduktion des Grünlands) wird nicht nur von den edaphischen Eigenschaften, den Nährstoffvorräten und der jeweiligen Landnutzung bestimmt. Klimatische Einflüsse auf das Pflanzenwachstum sind über den Raum und die Zeit, aber auch entlang von Höhengradienten, hochvariabel. Dementsprechend wirken

sich extreme Witterungsverhältnisse wie die des Jahres 2003 über den Raum und entlang von Höhengradienten unterschiedlich stark aus. Abb. 3.7 zeigt die Reduktion der Wiesenerträge im Jahre 2003 gegenüber dem langjährigen Mittel 1975-2006. Höchste Ertragsreduktionen ergaben sich im Nordosten von Baden-Württemberg und in den niederen Lagen, während auf der Schwäbischen Alb, in Oberschwaben und in höheren Lagen nur moderate Ertragseinbußen verzeichnet wurden.

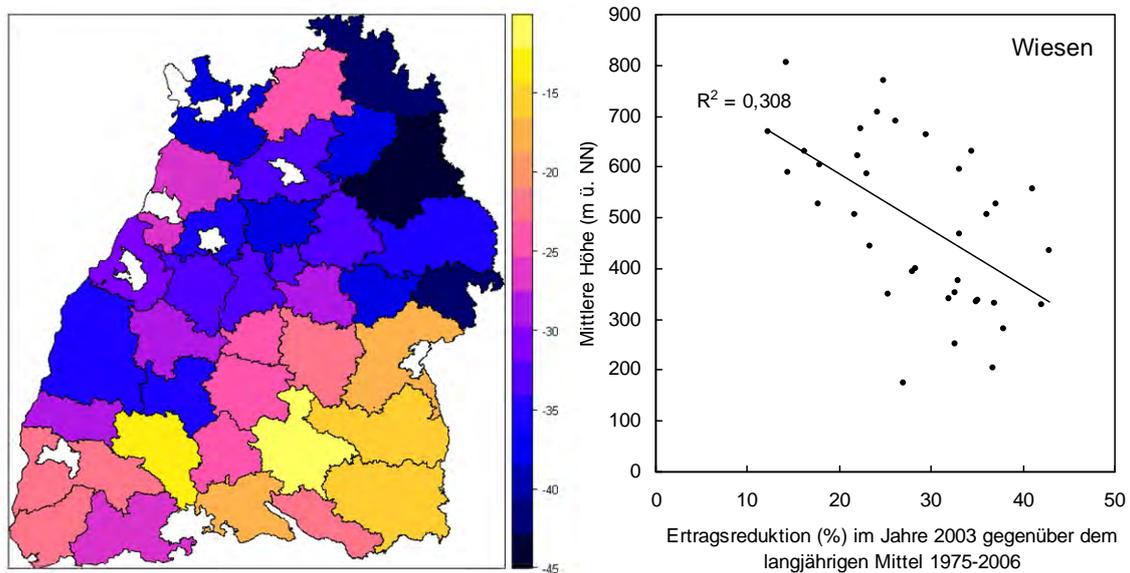


Abbildung 3.7. Ertragsreduktionen bei den Wiesen im Jahre 2003 gegenüber dem langjährigen Mittel. Dargestellt sind die in den Kreisen Baden-Württembergs aufgetretenen Ertragsverluste (links), sowie die Beziehung dieser zu den mittleren Höhen über NN der Kreise (rechts). Daten nach Statistisches Landesamt Baden-Württemberg.

Während die Ertragseinbußen landesweit im Jahre 2003 bei den Wiesen etwa 27% betragen, wurden beim Klee und Luzerneanbau lediglich Produktionseinbußen von jeweils 22% festgestellt. Dies deutet bereits darauf hin, dass unterschiedliche Grünlandarten unterschiedliche Klimasensitivitäten aufweisen, womit prinzipiell auch Verschiebungen in der Artenzusammensetzung anzunehmen sind.

Da die unterschiedlichen Grünlandgesellschaften eine unterschiedliche Klimasensitivität aufweisen, ist davon auszugehen, dass auch die Grünland-DBF im Jahre 2003 unter den extremen Witterungsbedingungen zu leiden hatten. Leider liegen keine Informationen zu den jährlichen Erträgen der Flächen vor, so dass Aussagen zu Produktivitätsunterschieden nicht vorgenommen werden können.

4. Raum-zeitliche Trends der Luftbeschaffenheit und der atmosphärischer Depositionen in Baden-Württemberg

Troposphärisches Ozon ist ein phytotoxischer Sekundärluftschadstoff, dessen nachteilige Wirkung in einer Vielzahl von kontrollierten Versuchen (Klimakammer, Gewächshaus, Open Top Kammer (OTC) und Freilandbegasungsanlagen (z.B. FACE) untersucht und dokumentiert wurde. Es ist unbestritten, dass verschiedene Pflanzenarten unterschiedlich z.B. mit Wachstumsdepressionen auf diesen Luftschadstoff reagieren, jedoch ist bislang nicht genügend geklärt, wie sich diese Wirkungen in der komplexen etablierten jeweiligen Standortvegetation darstellen. Allgemein ist anzunehmen, dass die wüchsigen, breitblättrigen krautigen Arten, deren Blätter oben im Bestand wachsen, höheren Ozondosen ausgesetzt sind als z.B. die langsamwüchsigen Grasartigen.

Eine Klassifizierung der ozonsensitiven Vegetation anhand des EUNIS-Systems sowie die Anwendung von Fluss-basierten Ansätzen zur Ozon-Schadensbilanz wird gegenwärtig durch das UN-ECE ICP Vegetation vorgenommen (Hayes et al. 2007). Trotz der gängigen Ansicht, troposphärisches Ozon bewirke bei landwirtschaftlichen Kulturen weltweit enorme Ernteverluste, findet man im Freiland nur selten eindeutig auf Ozon zurückzuführende Schadsymptome, vorzeitige Seneszenz und verringertes Wachstum.

Dennoch konnten oftmals mit Bioindikatoren (z.B. Tabak Bel W3 auch im Ökologischen Wirkungskataster des Landes BW, Weissklee) eindeutige Ozonschädigungsgradienten im Freiland nachgewiesen werden. Wegen der komplexen Chemie der Sekundärschadstoffbildung vor allem bezüglich des Vorhandenseins entsprechender Vorläufersubstanzen (NO_x , VOC) entstehen hierbei paradoxerweise Schädigungsgradienten mit höheren Ertragseinbußen in dünn besiedelten, ländlichen Regionen und nur geringen nachteiligen Wirkungen in urbanen Regionen (Gregg et al. 2003).

Neben den Stadt-Land-Gradienten existieren gleichzeitig aber auch entsprechende Höhengradienten: Ozon nimmt mit mittlerer Höhe über NN zu: in Baden-Württemberg ergibt sich pro 100 m ein Anstieg der mittleren O_3 -Konzentration von $5,6 \mu\text{g m}^{-3}$ (s. Abb. 4.1). In Stadtnähe ist die mittlere Ozonkonzentration geringer als auf dem Land (s.o.). Stadtferne, hoch gelegene Standorte zeichnen sich durch eine erhöhte Ozonwerte aus. Die mittleren Ozonkonzentrationen und die über die Vegetationsperiode akkumulierte Dosis (AOT40) haben in den letzten Jahren zugenommen, Spitzenkonzentrationen sind jedoch allgemein etwas zurückgegangen. Jüngste, noch über wenige Jahre laufende Untersuchungen an alpinen Rasengesellschaften der Schweiz zeigen aber bisher nur geringe Reaktionen dieser Gesellschaften auf erhöhte Ozonkonzentrationen. Offensichtlich sind aber bereits jetzt die starken Reaktionen auf erhöhte Stickstoffdepositionen (Bassin et al. 2007).

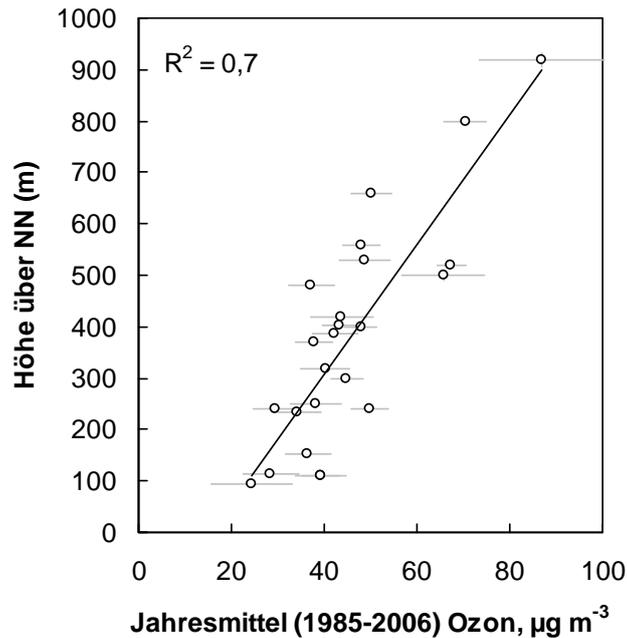


Abbildung 4.1. Anstieg der mittleren Ozonkonzentrationen mit der Höhe über dem Meeresspiegel an 24 Stationen des Immissionsmessnetzes der LUBW. Dargestellt ist die Lage der jeweiligen Station (x-Achse) über NN und der an dieser zwischen 1985 und 2006 gemessene Jahresmittelwert (y-Achse, Streubalken repräsentieren die Standardabweichungen über die Jahre). Daten zu Ozonkonzentrationen nach STALA (2005) und UDO über www.lubw.de

Neben Ozon gibt es aber auch bei anderen Komponenten NO_x , NMVOC, CO, SO_2 mitunter ausgesprochene Stadt-Land-Gradienten, jedoch sind die Konzentrationen dieser Primärschadstoffe und des CO_2 (s. unten) in Stadtnähe höher als auf dem Land. Beim Ammoniak, das vorwiegend aus der Tierhaltung stammt, gibt es regionale Schwerpunkte in Oberschwaben und im Hohenlohischen (Abb. 4.3 links).

Auch die **Stickstoffdeposition** zeigt ein Stadt-Land-Gefälle, jedoch kommt es wegen des Ferntransportes von stickstoffhaltigen Sekundärpartikeln und den höheren Niederschlagssummen in den Bergregionen (nasse und feuchte Deposition) insgesamt zu höheren Stoffeinträgen als in den niederen Lagen (Abb. 4.1). Es muss bei der später erfolgenden Interpretation möglicher Eutrophierungserscheinungen in den DBF allerdings auch berücksichtigt werden, dass die N-Deposition in Waldökosystemen mindestens doppelt so hoch wie in Freiland- bzw. Grünlandökosystemen ist und dass die kritischen Belastungsgrenzen (critical loads) für Ökosysteme mit unterschiedlichem Trophiestatus stark variieren.

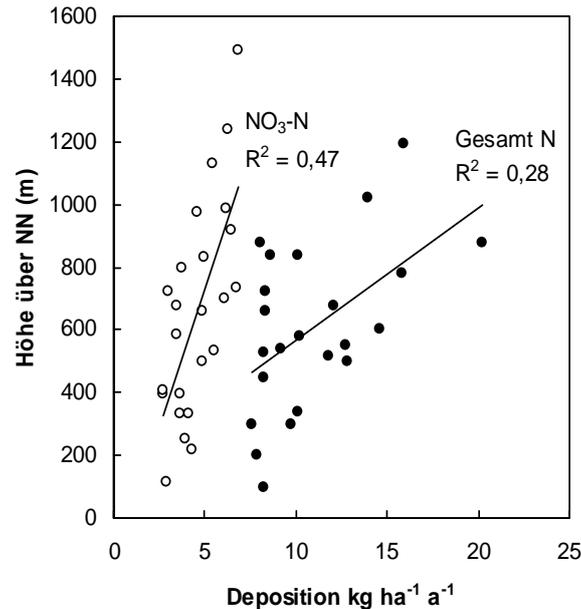


Abbildung 4.2. Anstieg der N-Deposition mit der mittleren Höhe über NN an verschiedenen Meßstellen in Baden-Württemberg. (●) Gesamt-N-Deposition ($\text{NH}_y + \text{NO}_x + \text{org. N}$) im Freiland (Mittel 1996-2006) nach Daten der FVA Freiburg. (○) $\text{NO}_3\text{-N}$ -Deposition im Freiland (1992-2005). Daten aus: UDO über www.lubw.de

Prinzipiell ist es auch denkbar, dass die unterschiedliche räumliche Verteilung der oxidierten und reduzierten N-Spezies im Land zu unterschiedlichen Effekten bei der Vegetation führt, da Pflanzenarten bezüglich ihrer Präferenz für Nitrat oder Ammonium (Nitratophyten oder Ammoniophyten) stark variieren. Das unterschiedliche Belastungsmuster in BW ergibt sich aus der räumlichen Anordnung der für die NO_x und NH_y -Emissionen verantwortlichen Quellen.

Die höchste Tierdichte (NH_3 -Emissionen) findet sich in Oberschwaben und im Hohenlohischen, während sehr hohe PKW-Dichten (NO_x -Emissionen) in der Mitte, im Nordwesten und entlang der Rheinschiene auftreten. Abbildung 4.3 zeigt die Anzahl der PKW bzw. Großvieheinheiten (GV) pro Hektar in den Gemeinden Baden-Württembergs. Bei einer mittleren Fahrleistung von 12700 km pro PKW und Jahr und einem mittleren Emissionsfaktor von 0,25 g NO_x pro km ergeben sich beispielsweise für Stuttgart (14 PKW pro ha) mittlere N-Belastungen von 22 kg N ha^{-1} , die allein aus dem PKW-Verkehr stammen. Hinzu kommen weitere Verkehrsbelastungen durch den Pendlerverkehr und die industriellen NO_x -Emissionen. In den besonders tierreichen (1,5 GV pro ha) Regionen Baden-Württembergs ergibt sich bei einer Emission von 30 kg Ammoniak pro GV und Jahr eine mittlere N-Belastung von $36,9 \text{ kg N ha}^{-1}$.

Es soll bei der Auswertung der DBF-Vegetationsdaten neben der Verknüpfung der Daten mit langjährigen Informationen zu den Nährstoffdepositionen (Messnetze der LUBW und der FVA) auch versucht werden, möglicherweise verifizierte N Belastungen mit lokalen Quellen (Autobahn, Tierstall, Industrieanlage) in Verbindung zu bringen. Hierzu sollen die Gemeinden, in denen die DBF liegen identifiziert und die darin vorkommenden N-Quellen betrachtet werden. Eine weitere Möglichkeit zur Betrachtung etwaiger Effekte von N-Depositionen besteht darin, die modellierten N-Depositionsdaten bzw. Überschreitungen der critical loads für jede der DBF

einzu beziehen. Hierzu wurden bereits Kontakte mit den zuständigen Behörden (FAL Braunschweig) aufgenommen.

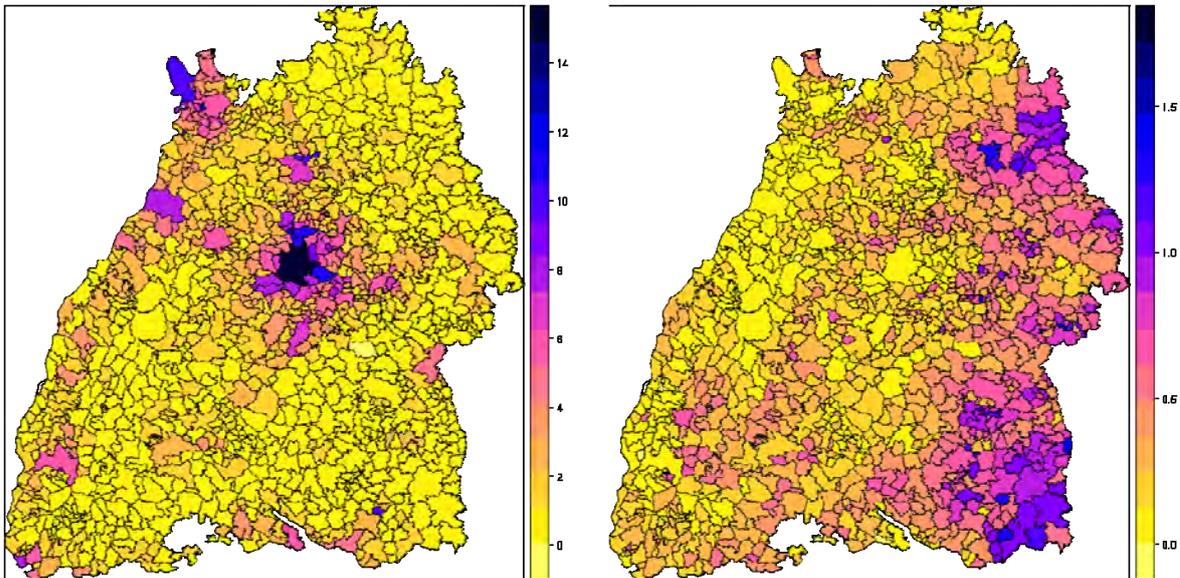


Abbildung 4.3. PKW- (links) und Tier-Dichte (rechts) in Anzahl bzw. GV pro ha in den Gemeinden Baden-Württembergs. Daten nach Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Bezugsjahr 2003.

Zeitreihen

Die Beschaffenheit der Atmosphäre hat sich in den letzten Jahren stark verändert und wird sich auch in Zukunft weiterhin ändern. Die Konzentrationen von SO_2 sind in Europa deutlich zurückgegangen, jedoch verharren die Immission Stickstoffdioxids und Ammoniaks auf hohem Niveau. Während die trockene und nasse Deposition der Nährstoffe SO_4^- , NO_3^- und NH_4^+ über die Versauerung und Eutrophierung von Ökosystemen das Pflanzenwachstum beeinflussen, gelangt Ozon ausschließlich über die Stomata in den pflanzlichen Stoffwechsel.

Sowohl beim Kohlendioxid als auch bei dem Sekundärluftschadstoff Ozon lässt sich weltweit und in Baden-Württemberg ein Anstieg der Konzentrationen erkennen (Abb. 4.4 und 4.5). Dieser Anstieg geht auf den verstärkten Einsatz von fossilen Brennstoffen zurück und beide Stoffe tragen zum Treibhauseffekt bei. Trotz des Anstiegs der langjährigen Mittel ist aber die Jahresdynamik der beiden Gase in Mitteleuropa gegenläufig: während das phytotoxische Ozon im Sommer hohe Konzentrationen erreicht, sind beim CO_2 die Konzentrationen im Winter im Mittel um ca. 20 ppm höher als im Sommer. Letzteres ist eine Folge der höheren Heizleistung in der kühlen Jahreszeit und der inaktiven Vegetation (fehlende C-Senke). Gleichzeitig ist auch das Stadt-Land-Gefälle der beiden Gase gegenläufig, denn CO_2 zeigt im dicht besiedelten Raum ca. 20-30 ppm höhere Konzentrationen und wesentlich weitere Amplituden als in abgelegenen Regionen (s. Vergleich Mannheim und Schauinsland, Abb. 4.4).

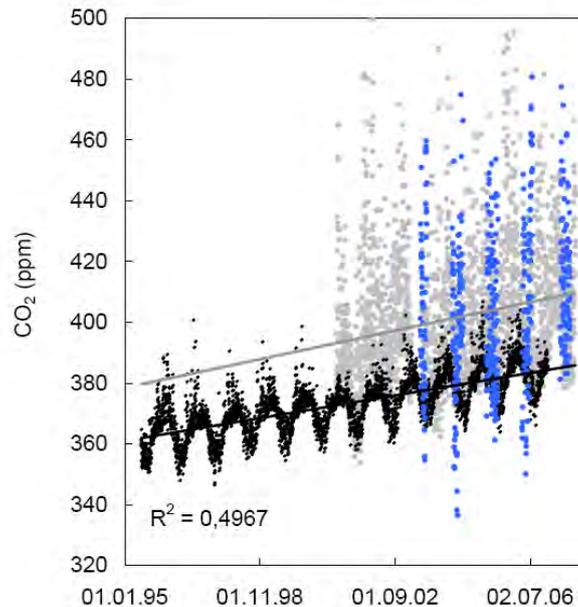


Abbildung 4.4. Entwicklung der mittleren täglichen CO₂-Konzentrationen in Baden-Württemberg seit 1995 an drei Stationen. (●) Daten der UBA-Hintergrundstation Schauinsland, (●) Daten der LUBW-Station Mannheim-Nord und (●) in Hohenheim im Sommer 2003-2007 erhobene CO₂-Konzentrationen.

Die unterschiedlichen raum-zeitlichen Gradienten der beiden Gase, aber auch der oben genannten Stoffe, dürften eine gewisse Relevanz für das Pflanzenwachstum in den unterschiedlichen Regionen haben. Während die mittleren Temperaturen der für das Vegetationswachstum bedeutsamen Monate März bis August keine Tendenzen zeigen, deutet sich bei den mittleren Ozonkonzentrationen (Jahresmittel) im Zeitraum von 1985 bis 2006 ein deutlicher Trend an. Diese Entwicklung folgt parallel zu den weiterhin global ansteigenden Konzentrationen der Ozonvorläufersubstanzen und dem Treibhausgas CO₂. Trotz der unterschiedlichen Jahres- und Tagesdynamik von CO₂ und O₃ zeigen nämlich beide Gase über die Jahre einen deutlichen Aufwärtstrend. Für die Vegetation kann die gegenläufige Tages- und Jahresdynamik der ansteigenden Konzentrationen von CO₂ und O₃ aber auch bedeuten, dass die höhere Verfügbarkeit von CO₂ zu geringeren Spaltöffnungsweiten der Pflanzen führt, so dass weniger Ozon durch die Pflanzen aufgenommen wird.

Auf die Zusammenhänge der Exposition von Pflanzen mit deren Eigenschaften und relativen Wachstumsraten (RGR) wurde bereits weiter oben hingewiesen. Bei der Auswertung der Vegetationsdaten soll auch darauf eingegangen werden, ob es sich bei den möglicherweise über die Zeit nachweisbaren Änderungen der Dominanzverhältnisse einzelner Arten um solche handelt, die als ozonsensitiv gelten. Es ist auch zu prüfen, welche funktionellen Eigenschaften die möglicherweise dominanter gewordenen Arten haben. So ist z.B. bei der Zunahme von Arten mit hoher RGR oder spezifischen Blattfläche (SLA) nicht auszuschließen, dass die Ursache dieser Änderung auf die düngende Wirkung ansteigender CO₂-Konzentrationen zurückgeht. Bei einem Rückgang solcher schnellwüchsigen Arten kann demgegenüber die Ursache eine verringerte Eutrophierung bzw. ein stärkerer Biomasseentzug der Flächen z.B. durch Pflegemaßnahmen sein. Letzteres deutet bereits darauf hin, dass bei der komplexen Wirkungsanalyse von Vegetationsveränderungen auch die über die Zeit variierenden Managementmaßnahmen einbezogen werden müssen. Um zeitliche und regionale Änderungen

des Pflanzenwachstums seit den 1980er Jahren zu analysieren, ist auch beabsichtigt, die Erträge des Wirtschaftsgrünlandes näher zu betrachten. Es ist nämlich denkbar, dass Veränderungen der Vegetation an den Grünland-DBF (mehrheitlich Extensivgrünland) ähnlich reagieren wie die Erträge in den Gemeinden, in denen die DBF liegen.

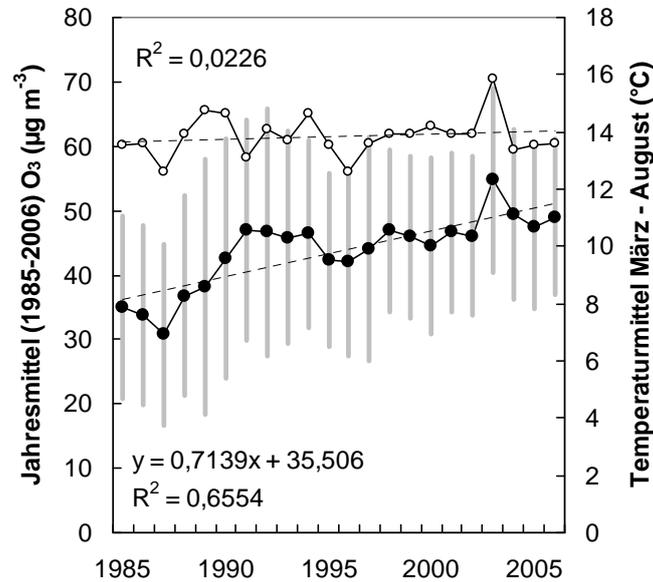


Abbildung 4.5. Entwicklung der Jahresmittelwerte der Ozonkonzentrationen zwischen 1985 und 2006 an 24 Stationen des LUBW-Immissionsmessnetzes (●) und die mittlere Temperatur der Monate März bis August in Stuttgart (○).

5. Raum-zeitliche Trends des Klimas in Baden-Württemberg im Untersuchungszeitraum

Seit Jahren wird sowohl in Fachkreisen als auch in der Öffentlichkeit eine rege Diskussion um Ursachen und Folgen natürlicher wie anthropogener Klimaveränderungen geführt. Um die Risiken und Wirkungen von Klimaveränderungen abschätzen zu können, sind sowohl umfangreiche **Auswertungen historischer klimatologischer Daten** als auch intensive **Szenariountersuchungen** erforderlich.

Abb. 5.1 zeigt exemplarisch eine Trendanalyse der Temperaturentwicklung an der Klimastation der Universität Hohenheim.

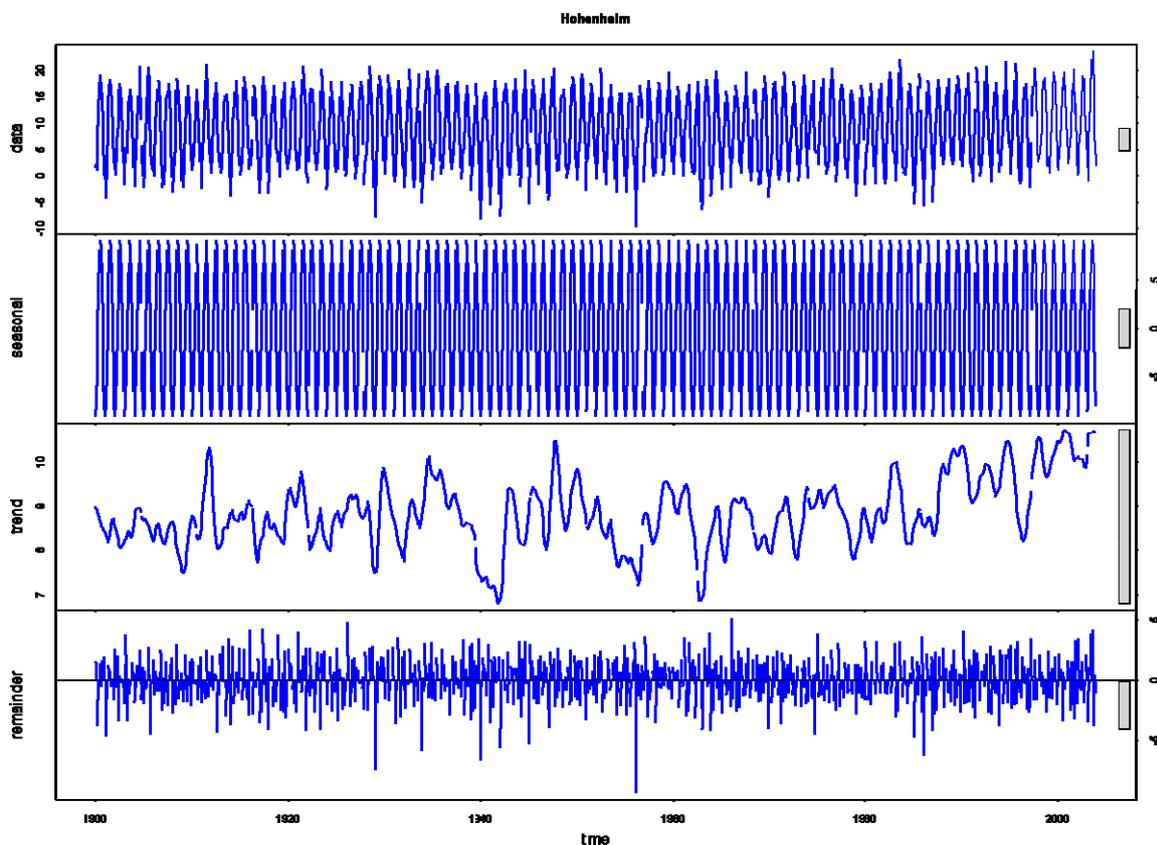


Abbildung 5.1. Verlauf der Monatsmitteltemperaturen an der Klimastation Hohenheim von 1900 bis 2003. Dargestellt sind die gemessenen Temperaturen (data), die saisonale Schwankungen (seasonal), der nicht auf die saisonale Schwankungen zurück zuführende Rest (remainder) und der hieraus abgeleitete, bereinigte (geglättete) Trend (trend). Methode: Seasonal Decomposition of Time Series by Loess (Cleveland et al. 1990). Daten: Institut für Physik (120) der Universität Hohenheim (Frau Ingeborg Henning-Müller).

Für Baden-Württemberg wurden insbesondere in den Projekten KLIWA (<http://www.kliwa.de/>) und KLARA (<http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/1454/>) umfangreiche Auswertungen des vorhandenen Datenmaterials durchgeführt und Klimaszenarien mehrfach verfeinert.

Die Bewertung der klimatischen Trends der letzten Jahrzehnte erfordert eine räumlich und (jahres-)zeitlich differenzierte Betrachtungsweise. Während sich für den Gebietsniederschlag von Baden-Württemberg im Sommerhalbjahr (Mai-Okt.) im

Zeitraum von 1931 bis 2000 kein klarer Trend erkennen lässt, ist über den gleichen Zeitraum eine deutliche Erhöhung der Niederschläge im Winterhalbjahr (Nov. – Apr.) feststellbar (Dietzer 2007).

Besonders aus dem Projekt KLIWA liegen für Baden-Württemberg und Bayern detaillierte, landesweite Auswertungen historischer Klimadaten (insbesondere Niederschlag) vor. Diese zeigen, bezogen auf die untersuchten Regionen („KLIWA-Untersuchungsgebiete“), kaum signifikante Veränderungen der jährlichen Niederschlagsmengen im Zeitraum von 1931 bis 1991 (Abb. 5.2), aber eine deutliche Veränderung ihrer jahreszeitlichen Verteilung und Intensität. Leider handelt es sich bei den KLIWA-Untersuchungsgebieten aber um Wassereinzugsgebiete mit wenig Bezug zu den Naturräumen oder ökologischen Raumeinheiten des Landes.

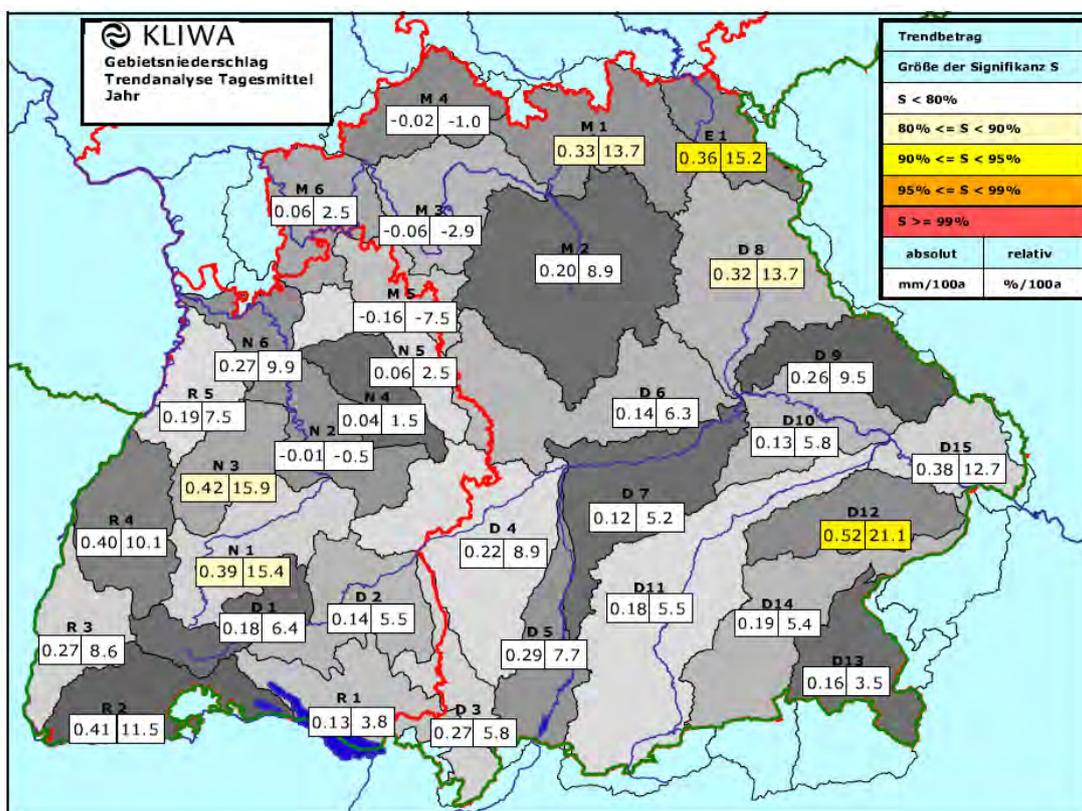


Abbildung 5.2. Regionale Verteilung der absoluten und relativen Trends für den Tagesmittelwert des Niederschlags bei ganzjähriger Auswertung für die Gesamtperiode 1931 – 1997 (aus: Reich: KLIWA-Heft 7(2): 56)

Abb. 5.3 zeigt die Jahresmittel der Lufttemperatur und die Mittlere Jahressumme des Niederschlags, sowie deren Trends für die Periode 1951-2000.

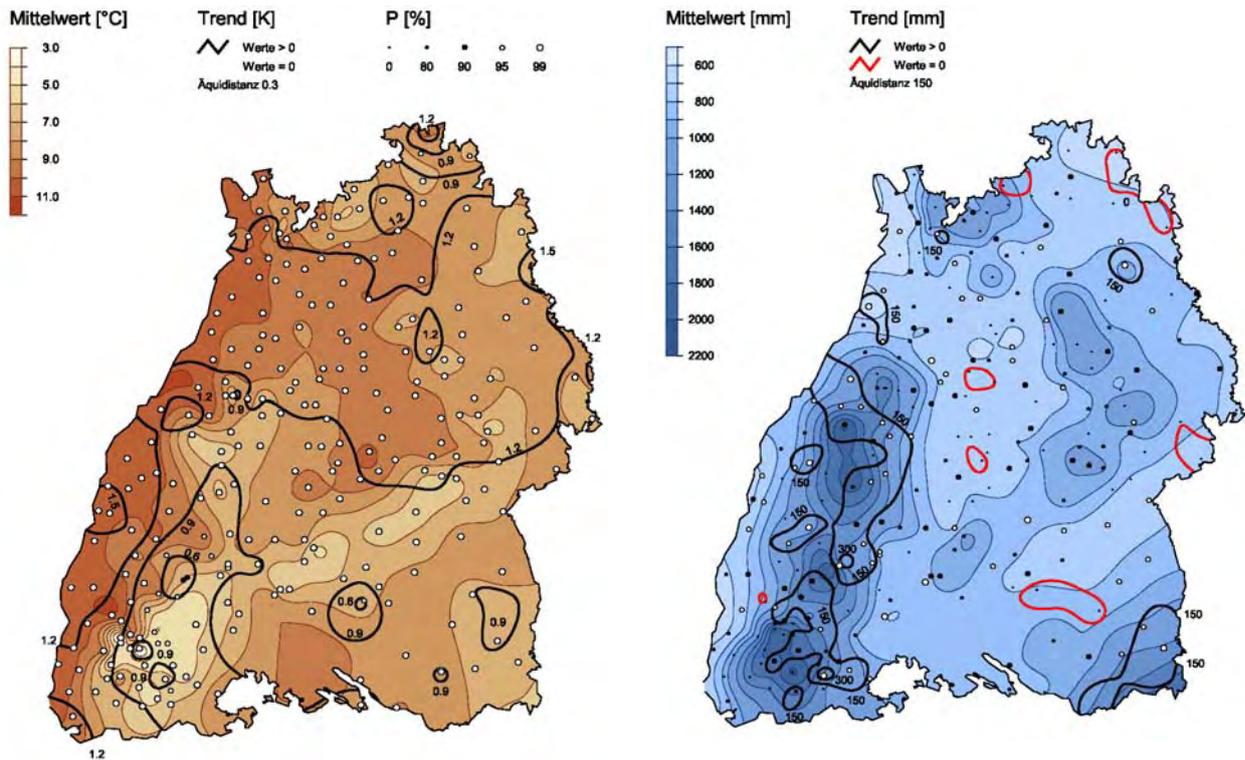


Abbildung 5.3. Jahresmittel der Lufttemperatur (links) und Mittlere Jahressumme des Niederschlags (rechts) und ihre Trends für die Periode 1951-2000 (aus: Stock 2005 (Projekt KLARA)). Temperatur: Alle Trends sind positiv (Spanne 0.6 K - 1.5 K) und statistisch mit mindestens 95% gesichert. Niederschlag: Es gibt einige wenige Gebiete (rot umrandet), in denen der Niederschlag über den gesamten Zeitraum konstant geblieben ist. Alle anderen Regionen weisen einen positiven Niederschlagstrend auf.

Stock (2005) fasst im KLARA-Projektbericht die Trends der Klimaentwicklung in Baden-Württemberg für die Periode 1951-2000 wie folgt zusammen:

„Baden-Württemberg weist zwischen 1951 und 2000 deutliche Klimaänderungen auf. Es kann festgestellt werden, dass es zu einer Temperaturerhöhung gekommen ist, die deutlich über dem mittleren globalen Temperaturanstieg liegt. Damit einhergeht, dass die Winter milder und niederschlagsreicher sowie die Sommer wärmer und in großen Teilen trockener geworden sind, wobei die wintertypischen temperaturereignistage (Frosttage, Eistage) abgenommen, die sommertypischen (Sommertage) zugenommen haben. Markant fallen die Änderungen im Schwarzwald aus.

Die wesentlichsten Änderungen sind:

- Temperaturanstieg im Jahresmittel je nach Region bis zu 1.5 K
- Rückgang der Frosttage im Mittel um 30 Tage pro Jahr
- Zunahme der Sommertage im Mittel um 20 Tage pro Jahr
- Niederschlagszunahme in der Jahressumme um bis zu 250 mm (Schwarzwald)
- Zunahme der Starkniederschlagstage um bis zu 11 Tage pro Jahr (Schwarzwald)“

Hinweis: Stock (2005) stellt neben der Analyse der Klimatrends in der Periode 1951-2000 auch ein transientes Zukunftsszenarium für den Zeitraum 2001 bis 2055 vor.

Aus vegetationsökologischer Sicht lässt sich die Klimaentwicklung der letzten Jahrzehnte etwa folgendermaßen darstellen: Räumlich differenziert kann man eine Zunahme atlantischer Klimabedingungen (milde, feuchte Winter) insbesondere in den ohnehin atlantisch geprägten Räumen des Landes (z.B. dem Schwarzwald) und eine Zunahme kontinentaler Klimabedingungen (heiße, trockene Sommer) insbesondere in den ohnehin kontinental geprägten Landesteilen (z.B. Oberrheingraben, Tauberland) erkennen.

Für die Untersuchungen im vorliegenden Projekt sind neben den Aussagen zu allgemeinen räumlichen und zeitlichen Klimatrends vor allem konkrete Klima-Daten zu den Dauerbeobachtungsflächen aus dem Untersuchungszeitraum von Interesse. Dabei sollen vor allem Klimaparameter, die in einen konkreten Zusammenhang mit der Vegetationsentwicklung gebracht werden können, betrachtet werden. Hierbei spielen Niederschlags-, Temperatur- und Sonnenscheindauer-Summen im Verlauf der Vegetationsperiode und die Anzahl von Ereignistagen (Frosttage, Sommertage, etc.) eine besonders wichtige Rolle.

6. Verteilung der Wald- und Grünland-Dauerbeobachtungsflächen in Baden-Württemberg

Die Wahl der Dauerbeobachtungsflächen (DBF) geht zurück auf das 1984 initiierte **Ökologische Wirkungskataster**. Ziel war es zunächst, immissionsökologische Wirkungen und deren räumliche Verteilung in Baden-Württemberg in unterschiedlichen Ökosystemen zu erfassen und langfristig zu beobachten. Mittlerweile liegen für die Dauerbeobachtungsflächen Zeitreihen von über 20 Jahren vor. Es wurde beim Aufbau des Messnetzes und der Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen versucht, alle naturräumlichen Einheiten Baden-Württembergs zu berücksichtigen. Es wurden aber nicht anteilmäßig mehr Grünland- bzw. Walddauerbeobachtungsflächen in den besonders Grünland- bzw. Wald reichen Gebieten eingerichtet.

6.1 Wald-Dauerbeobachtungsflächen

6.1.1 Geographische und Naturräumliche Repräsentanz

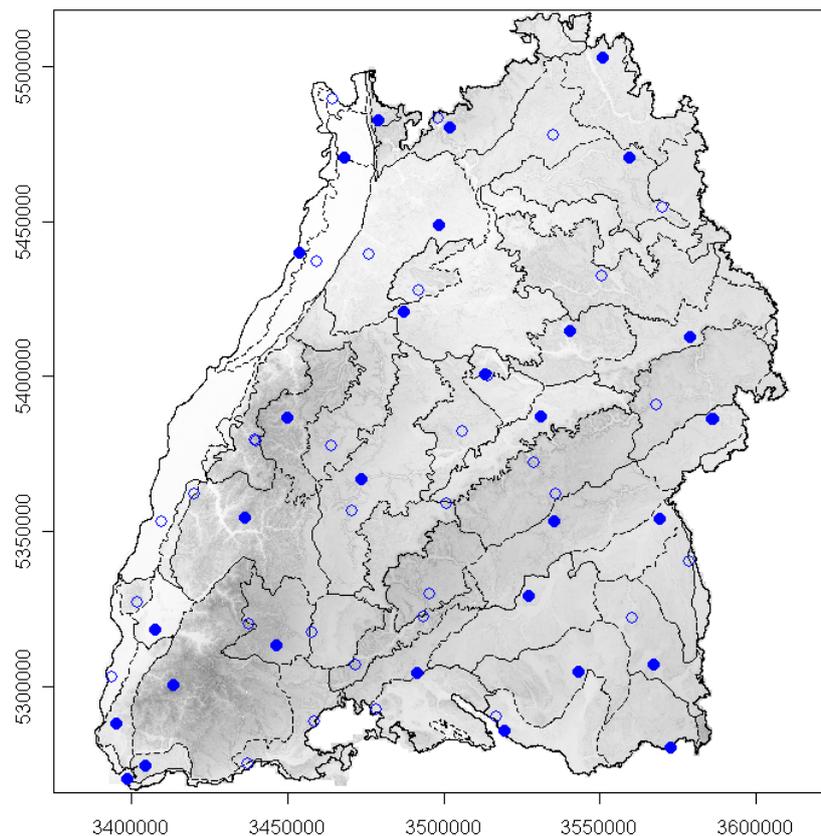


Abbildung 6.1. Lage der Wald-Dauerbeobachtungsflächen des ÖKWI. Geschlossene Kreise = Intensivflächen, offene Kreise = Extensivflächen). Im Hintergrund: Relief und Naturräumliche Gliederung von Baden-Württemberg (nach Meynen & Schmithüsen 1962), Datengrundlage: RIPS (2007).

Abb. 6.1 gibt einen Überblick über die Lage der Wald-Dauerbeobachtungsflächen in Bezug zur Naturräumlichen Gliederung von BW. Die Abbildung zeigt, dass ursprünglich in fast allen Naturräumlichen Einheiten Wald-DBF vorhanden waren.

Thomas & Kübler-Thomas (2005) geben folgende Übersicht über die Gründe, die zu einer Ausdünnung des Messnetzes führten: „Leider haben zwischenzeitlich die Stürme Wiebke (1990) und Lothar (1999) auch in den 60 Waldflächen erhebliche Spuren hinterlassen. Aufgrund von Sturmwurf mussten drei Flächen aufgegeben und eine Fläche verlegt werden. Schlimmer war jedoch, dass in vielen Flächen durch geworfene Altbäume erhebliche Änderungen im Lichtklima verursacht wurden. Bereits bei der Wiederholungsaufnahme 1997 verursachte die als Folge der Verlichtung aufkommende Strauchschicht Probleme. Nach Lothar stellte sich 2001 heraus, dass nur auf 15 der ehemals 60 Wald-DBF noch ein ungestörtes Lichtklima vorliegt und lediglich in 16 weiteren Wald-DBF die Änderungen im Lichtklima so gering sind, dass die Eignung als vegetationskundliche Monitoringfläche weiterhin besteht (siehe Bericht von 2001: 256). Von diesen 31 noch potenziell geeigneten Flächen wurden 12 besonders geeignete DBF für die Bearbeitung 2004 ausgewählt. Bei der Auswahl wurde u.a. auch darauf geachtet, dass noch eine möglichst günstige räumliche Verteilung der Flächen in Baden-Württemberg gesteht.“

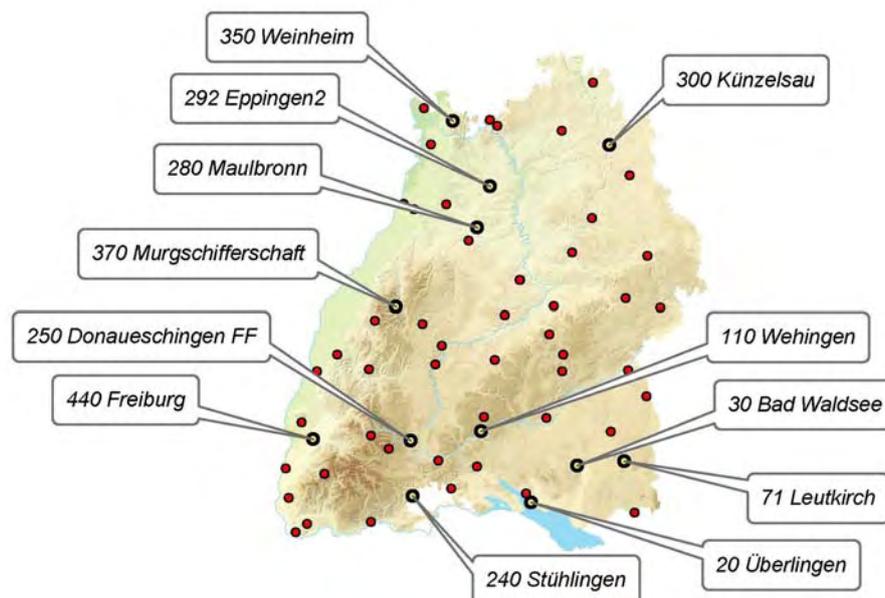


Abbildung 6.2. Lage der 12 im Jahre 2004 untersuchten Wald-Dauerbeobachtungsflächen. Rote Punkte: alle Wald-DBF (aus: Thomas & Kübler-Thomas 2005).

Von den 12 im Jahre 2004 aufgenommenen Dauerbeobachtungsflächen sind 7 Intensivflächen und 5 Extensivflächen.

Im Jahre 2001 fertigten Thomas & Kübler-Thomas ein Gutachten zur Weiterführung der Wald-DBF an. Das Ergebnis dieses Gutachtens (Vorschläge zur Weiterführung) wird in Abb. 6.3 zusammengefasst.

Abb. 6.4 gibt einen Überblick über die Höhenverteilung der Wald-DBF.

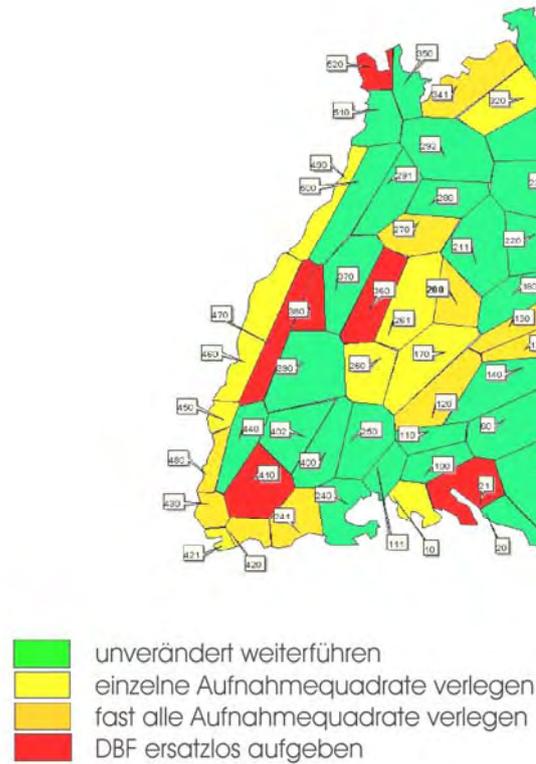


Abbildung 6.3. Vorschlag für die Weiterführung der Wald-Dauerbeobachtungsflächen im ehemaligen 60 Flächen umfassenden Monitoringnetz des ÖKWI (aus Thomas & Kübler-Thomas 2001), Aufnahmequadrate = Sukzessionsquadrate.

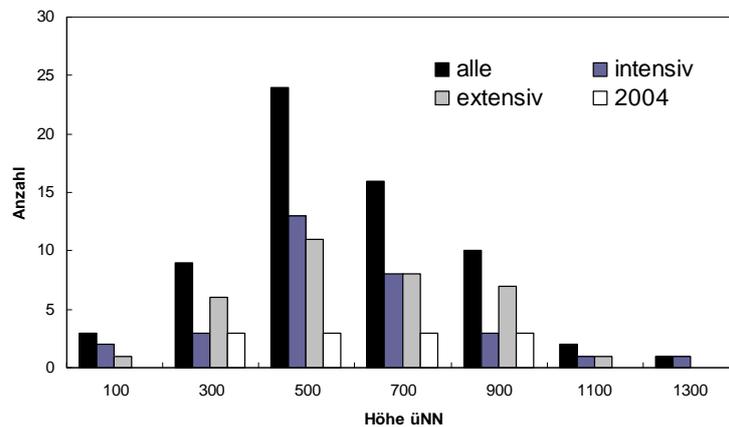


Abbildung 6.4. Höhenverteilung der Wald-Dauerbeobachtungsflächen. alle = alle Standorte (65); intensiv (31), extensiv (34), 2004 = die im Jahr 2004 aufgenommenen Flächen (12). Unter den Säulen steht jeweils die Klassenobergrenze (Höhe in m üNN).

6.1.2 Vegetationsökologische Repräsentanz

Eine Zuordnung aller 60 Wald-DBF zu Pflanzengesellschaften liegt uns derzeit nicht vor. Die 12 im Jahr 2004 aufgenommenen Flächen wurden von Thomas & Thomas-Kübler (2005) folgenden Gesellschaften zugeordnet:

- 2x Carici-Fagetum (Fagion, Fagetalia)
- 5x Galio odorati-Fagetum (Fagion, Fagetalia) (bzw. Asperulo-Fagetum)
- 2x Hordelymno-Fagetum (Fagion, Fagetalia)
- 1x anthropogener Tannen-Fichtenbestand (potentiell: Hordelymno-Fagetum)
- 1x Luzulo-Fagetum (Fagion, Fagetalia)
- 1x Vaccinio-Abietum (Piceion abietis, Piceetalia)

Die 12 Flächen sind zwar mehr oder weniger gleichmäßig über Baden-Württemberg verteilt, spiegeln aber nach unserer Einschätzung nur sehr begrenzt das vorhandenen Standortspektrum der Waldgesellschaften Baden-Württembergs (Geologie, Böden, Höhe, Klima, Nutzungsformen, etc.) wider (siehe Kap. 3.1).

6.2 Grünland-Dauerbeobachtungsflächen

6.2.1 Geographische und Naturräumliche Repräsentanz

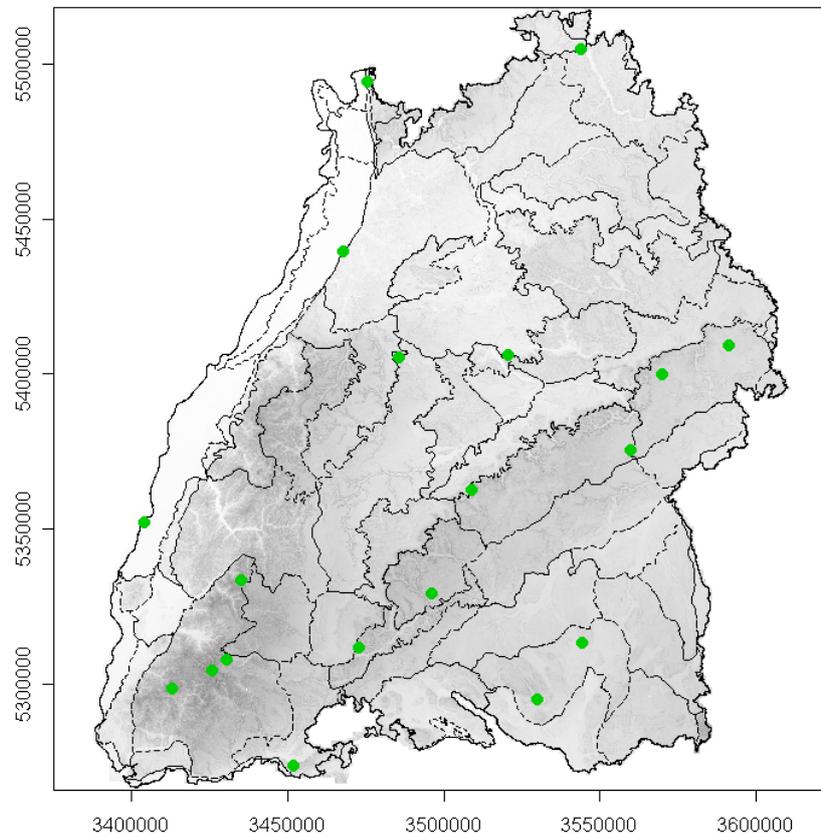


Abbildung 6.5. Lage der Grünland-Dauerbeobachtungsflächen des ÖKWI. Im Hintergrund: Relief und Naturräumliche Gliederung von Baden-Württemberg (nach Meynen & Schmithüsen 1962), Datengrundlage: RIPS (2007).

Abb. 6.5 gibt einen Überblick über die Lage der Grünland-Dauerbeobachtungsflächen in Baden-Württemberg und ihre Verteilung auf die Naturräume. Grünland-DBF sind nicht in allen Naturräumen des Landes eingerichtet worden. Die Naturräume Südlicher Schwarzwald (4 Flächen) und Schwäbische Alb (6 Flächen, davon 5 im Bereich der Kuppenalb) sind im Verhältnis zu den anderen Naturräumen deutlich überrepräsentiert.

Betrachtet man die Karte der Grünlandverbreitung in Baden-Württemberg (Abb. 3.2, Seite 13) fällt auf, dass grünlandreiche Gebiete wie z.B. Oberschwaben, der Mittlere und Südöstliche Schwarzwald, das Albvorland und der Schwäbisch-Fränkische Wald deutlich unterrepräsentiert sind.

Abb. 6.6 gibt einen Überblick über die Verteilung der Grünland-DBF nach den Höhenstufen.

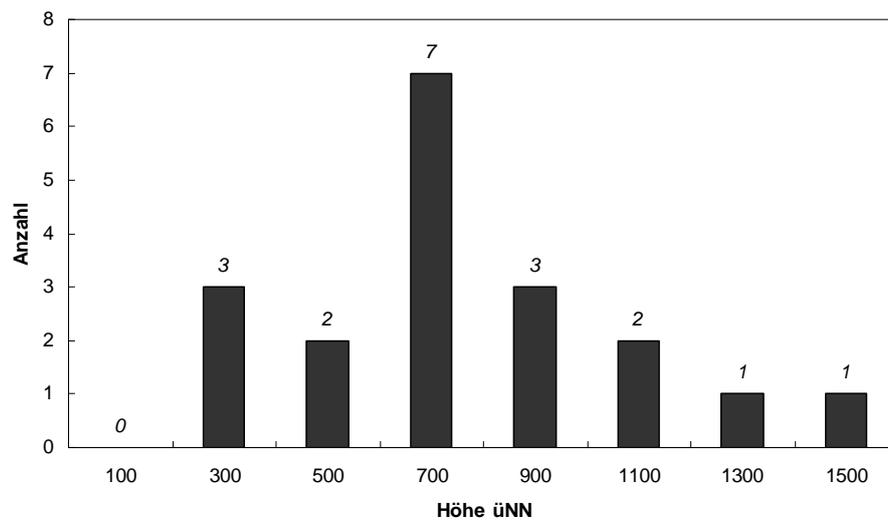


Abbildung 6.6. Höhenverteilung der Grünland-Dauerbeobachtungsflächen. Alle Standorte (19, incl. der aufgegebenen DBF 2031 Aulendorf (590m)). Unter der Säule steht jeweils die Klassenobergrenze (Höhe in m üNN), darüber die Zahl der DBF in einer Klasse.

6.2.2 Vegetationsökologische Repräsentanz

Tab. 6.1 gibt einen Überblick über die Zuordnung der Grünland-Dauerbeobachtungsflächen zu Pflanzengesellschaften.

Tabelle 6.1. Zuordnung der Grünland-DBF zu Pflanzengesellschaften (nach Klink & Partner 2007).

Nr	Name	Gesellschaft
2030	Falkenhalde	Esparssetten-Halbtrockenrasen (gemäht)
2110	Hörnekapf	Esparssetten-Halbtrockenrasen (gemäht)
2120	Irndorfer Hardt	bodensaurer Magerrasen mit Borstgras (gemäht)
2130	Mönchsteig	Wachholderheide mit Enzianhalbtrockenrasen (beweidet ?)
2150	Dellenhäule	Wachholderheide mit Enzianhalbtrockenrasen (beweidet)
2180	Filsenberg	Esparssetten-Halbtrockenrasen (gemäht)
2220	Kappelberg	artenarmer Pfeifengrasbestand mit Arten der Halbtrockenrasen (gelegentl. gemäht)
2240	Orchideenwiese Küßnach	Esparssetten-Halbtrockenrasen (gemäht)
2260	Büchelberg	Wachholderheide mit Esparssettentrockenrasen (beweidet)
2290	Kaiserberg	Halbtrockenrasen (gemäht)
2330	Apfelberg	Wachholderheide mit Enzianhalbtrockenrasen (beweidet)
2400	Bisten	Bärwurz-Rotschwingelwiese (gemäht)
2460	Taubergießen	Esparssetten-Halbtrockenrasen (gemäht)
2530	Steinbruch Sulzbach	Esparssetten-Halbtrockenrasen (gemäht)
2540	Rohrhardsberg	Borstgrasreiche Flügelginsterweide (extensiv beweidet)
2550	Feldberg	Hochmontane Borstgras-Weide (nichtmehr beweidet)
2560	Belchen	Borstgrasreiche Bärwurz-Rotschwingeldeide (extensive Schafbeweidung)
2570	Rauhe Wiese	Borstgras-Torfbinsenrasen mit dom. Pfeifengrasbestand (gemäht)

Es fällt auf, dass es sich bei allen Gesellschaften um artenreiches Extensivgrünland auf mageren Standorten handelt. DBF auf trockenen, basen-/kalkreichen Standorten überwiegen. Alle Grünland-DBF liegen in Naturschutzgebieten. Zur Nutzung bzw. Pflege der Grünland-DBF liegen bisher noch unzureichende Informationen vor.

Insbesondere Grünland auf mittleren und feuchten Standorten ist unterrepräsentiert.

Bei einzelnen Standorten, wie etwa bei dem ‚artenarmen Pfeifengrasbestand, mit Arten der Halbtrockenrasen‘ am Kappelberg (DBF 2220), handelt es sich aus vegetationskundlicher Sicht um extreme Sonderstandorte (siehe Kap. 8).

7. Übersicht über die Vegetations- und Standortdaten aus dem Ökologischen Wirkungskataster Baden-Württemberg

7.1 Übersicht über die vorhandenen Vegetationsdaten

7.1.1 Darstellung der Aufnahmemethoden

Um die Darstellung des vorhandenen Datenmaterials verständlicher zu machen, soll an dieser Stelle eine kurze Darstellung der Aufnahmemethoden erfolgen.

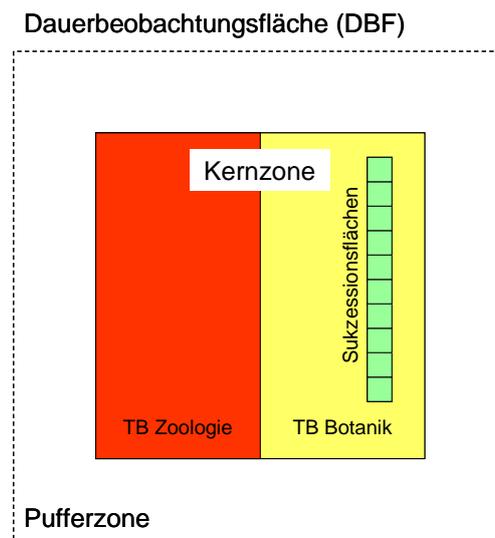


Abbildung 7.1. Schematischer Aufbau einer Wald-Dauerbeobachtungsfläche

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 Grünland-Dauerbeobachtungsflächen haben keine Pufferzone und der Kernbereich (in der Regel 10 x 10 m) ist nicht in Teilbereiche aufgeteilt. Die Sukzessionsquadrate haben im Grünland eine Größe von 1 x 1 m.

Die **Deckungsschätzung im Bereich der Sukzessionsquadrate** wurde mit einem Schätzrahmen durchgeführt. Die Deckungswerte wurden als ganzzahlige Prozentwerte geschätzt. Für Deckungsgrade unter einem Prozent wurde folgende Skala verwandt:

r	einzelnes Exemplar
p	wenige Exemplare (bis 5)
a	zahlreiche Exemplare
m	über 50 Exemplare

Für die Auswertung im Rahmen dieses Projektes wurden alle Werte unter ein Prozent (r, p, a, m) in den numerischen Wert 0,5 überführt.

Die **Deckungsschätzung im Bereich der Kernzone** erfolgte mit der Artmächtigkeitsskala nach Braun-Blanquet (BrBI):

BrBI	Individuen	% Deckung	numerisch
+	1	<1	0,01
r	2-5	<1	0,5
1	6-50	<5	2,5
2m	>50	<5	4,5
2a		5 - <15	10
2b		15 - <25	20
3		25 - <50	37,5
4		50 - <75	62,5
5		75 - <100	87,5

Für die Auswertungen im Rahmen dieses Projektes wurde die Artmächtigkeitsskala nach Braun-Blanquet in die in der Spalte „numerisch“ enthaltenen Prozentwerte transformiert.

Hinweise zur Beschreibung der Aufnahmemethoden finden sich bei: LfU (1991), LfU (1995), Thomas & Kübler-Thomas (2005), Klink & Partner (2004), Klink & Partner (2007)

7.1.2 Übersicht über die vorhandenen Vegetationsaufnahmen

An dieser Stelle wird ein Überblick über die vorhandenen Vegetationsaufnahmen aus den DBF gegeben. Diese Vegetationsaufnahmen wurden zu unterschiedlichen Zeitpunkten (verschiedene Aufnahmejahre), mit unterschiedlichen Methoden (Deckungsschätzung in Prozent oder nach Braun-Blanquet) und unterschiedlichen Bezugsflächen (Kernzone, einzelne Sukzessionsquadrate, alle Sukzessionsquadrate gemeinsam) gemacht. Aus dieser Tatsache ergeben sich verschiedene zur Auswertung zur Verfügung stehende Datensätze (Tab. 7.1 bis 7.4), die nur bedingt miteinander vergleichbar sind. Hinweise zur Datensatzbezeichnung finden sich in Kap. 7.1.3).

7.1.2.1 Wald

Aufnahmen der Kernzonen

Die Kernzonen wurden in den Jahren 1987/88, 1992/93 (Frühling & Sommer) und 2001 (nur Sommer ?) aufgenommen. Die Deckung der Arten wurde nach Braun-Blanquet geschätzt.

Auch im Jahre 1995 wurden Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet durchgeführt. Allerdings wurden hierfür nur die Flächen der Sukzessionsquadrate (als eine Gesamtfläche) berücksichtigt (Quelle: Thomas & Kübler-Thomas 2001).

Die Vegetationsaufnahmen der Kernzonen liegen noch nicht vor. Es ist auch noch unklar, ob sich diese Aufnahmen auf die gesamte Kernzone beziehen oder nur auf den TB Botanik.

Zur Genauigkeit der Braun-Blanquet-Aufnahmen findet sich in Thomas & Kübler-Thomas (2001) folgende Aussage:

„Die Genauigkeit der Braun-Blanquet-Aufnahmen darf nicht überbewertet werden. Bezüglich des Artenpotentials sind Fehler aufgrund der Größe der Aufnahmefläche besonders bei den Moosen möglich. Bei den Moosen ist ferner kritisch, welche Wuchsorte im Bereich der Kernzone als „Sonderstandorte“ explizit bei der BRAUN-BLANQUET-Aufnahme ausgeklammert werden. Üblicherweise werden bei pflanzensoziologischen Aufnahmen Sonderstandorte wie liegendes Totholz, Baumstümpfe oder einzelne Felsen nicht einbezogen. „Junge“ Sonderstandorte, die durch Windwurf Ende 1999 entstanden (z.B. stehende Wurzelteller), wurden bei der BRAUN-BLANQUET-Aufnahme 2001 teilweise miteinbezogen, aber im Textteil als Sonderstandorte gekennzeichnet.“

Deckungsänderungen müssen bei BRAUN-BLANQUET-Schätzungen mindestens 2 Stufen betreffen, damit von einer eindeutigen Änderung gesprochen werden kann. Wenn beispielsweise die Deckung von BRAUN-BLANQUET-Stufe „3“ auf „4“ zunimmt, dann kann dies auch nur bedeuten, dass die tatsächliche Deckung von 49,5% auf 50,5% gestiegen ist. Erst ein Sprung von „3“ auf „5“ sagt aus, dass eine Deckungszunahme von mindestens 25% vorliegt.“

Aufnahmen der Sukzessionsquadrate

Tab. 7.1 gibt einen Überblick über die vorhandenen Vegetationsaufnahmen aus den Sukzessionsquadraten der Wald-Dauerbeobachtungsflächen. Insgesamt liegen 2718 Frühlings-Vegetationsaufnahmen und 2768 Sommer-Vegetationsaufnahmen von Sukzessionsquadraten der Wald-DBF vor.

Tabelle 7.1. Übersicht über die vorhandenen Vegetationsaufnahmen aus den Sukzessionsquadraten der Wald-Dauerbeobachtungsflächen. Datensatzbezeichnung: *AllWaSuk*

Nr.	Name	Sukzessionsflächen				Frühling						Sommer						Anzahl Arten (Taxa)						
		Anzahl Flächen	Anzahl Jahre	Anzahl Aufnahmen	Anzahl Aufnahmen	Aufnahme Jahre						Aufnahme Jahre						Frühling	Sommer					
int.				Frühling	Sommer	1985	1987	1990	1992	1997	2004	1985	1987	1990	1992	1997	2004							
	1010 Engen	10	5	50	50	50	50	50	50	X	X	X	X	X	X	X	X	33	39					
X	1020 Überlingen	10	6	60	60	60	60	60	60	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	13	13	
	1021 Salem	10	5	50	50	50	50	50	50	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	15	19	
X	1030 Bad Waldsee	10	6	60	60	60	60	60	60	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16	16
X	1040 Wangen	10	5	50	50	50	50	50	50	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	27	31	
X	1060 Riedlingen	10	5	43 / 50	43	50	50	50	50	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	15	20	
	1070 Biberach	5	5	25	25	25	25	25	25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	62	61	
X	1071 Leutkirch	10	6	60	60	60	60	60	60	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	29	35	
X	1080 Ulm	5	5	17 / 25	17	20 / 25	20	20	20	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	23	30	
	1090 Wain	10	5	50	50	50	50	50	50	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	38	37	
X	1100 Stockach	10	5	50	50	50	50	50	50	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	23	28	
	1110 Wehingen	10	6	60	60	59 / 60	59	59	59	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	25	30	
	1111 Immendingen	10	5	50	50	50	50	50	50	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	21	19	
	1120 Balingen	10	5	50	50	50	50	50	50	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	28	32	
	1130 Bad Urach	10	5	50	50	50	50	50	50	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	27	32	
	1131 Münsingen	10	5	40 / 50	40	50	50	50	50	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	18	25	
X	1140 Zwiefalten	10	5	50	50	50	50	50	50	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	27	29	
	1150 Steinheim	10	5	50	50	40 / 50	40	40	40	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	26	24	
X	1160 Giengen a.d.B.	10	5	50	50	50	50	50	50	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	47	49	
X	1161 Giengen a.d.B.					0	0	0	0															
	1170 Hechingen	10	5	50	50	50	50	50	50	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	36	40	
X	1180 Kirchheim u.T.	7	5	34 / 35	34	34 / 35	34	34	34	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	16	16	
X	1190 Aalen	10	5	50	50	49 / 50	49	49	49	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	26	33	
	1200 Bebenhausen	10	5	50	50	50	50	50	50	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	24	27	
	1210 Stuttgart2	1	1	1	1	0 / 1	0	0	0	1986												12	0	
X	1211 Stuttgart	10	2	20	20	16 / 20	16	16	16												X	X	15	18
X	1220 Welzheim	10	5	49 / 50	49	49 / 50	49	49	49	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	16	18	
	1230 Schwäbisch Hall	10	5	40 / 50	40	50	50	50	50	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	19	20	
	1240 Stühlingen	10	6	60	60	60	60	60	60	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	27	30	
	1241 Waldshut-Tiengen	10	5	50	50	50	50	50	50	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	35	40	
	1250 Donaueschingen FF	10	6	60	60	60	60	60	60	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	56	64	
	1260 Sulz a.N.	6	5	28 / 30	28	28 / 30	28	28	28	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	29	31	
X	1261 Horb a.N.	6	5	30	30	30	30	30	30	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	34	39	
X	1270 Wiernsheim	10	5	50	50	50	50	50	50	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	29	31	
	1280 Maulbronn	10	6	60	60	60	60	60	60	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	21	20	
	1290 Eppingen	10	1	10	10	10	10	10	10	X						X						18	24	
	1291 Bruchsal-Ost	10	4	40	40	40	40	40	40			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	19	21	
X	1292 Eppingen	10	3	30	30	30	30	30	30			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	34	29	
X	1300 Künzelsau	10	6	60	60	60	60	60	60	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	42	45	
	1310 Crailsheim	10	5	50	50	50	50	50	50	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	45	45	
	1320 Hardheim	10	5	49 / 50	49	48 / 50	48	48	48	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	28	36	
X	1330 Tauberbischofsheim	10	5	50	50	50	50	50	50	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	23	24	
	1340 Eberbach	10	2	19 / 20	19	20	20	20	20	1986	1988					1986	1988					10	12	
X	1341 Eberbach	10	3	29 / 30	29	29 / 30	29	29	29												1991	1993	15	15
X	1350 Weinheim (Schriesheim)	10	6	60	60	59 / 60	59	59	59	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	20	20	
	1360 Pfalzgrafenweiler	10	5	41 / 50	41	43 / 50	43	43	43	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	28	31	
X	1370 Murgschifferschaft	10	6	39 / 50	39	39 / 50	39	39	39		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	27	29	
	1380 Ottenhöfen	10	5	50	50	50	50	50	50	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	23	25	
	1381 Ottenhöfen					0	0	0	0															
X	1390 Hausach	10	5	40 / 50	40	50	50	50	50	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13	12	
X	1400 Donaueschingen	10	5	50	50	48 / 50	48	48	48	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	30	36	
	1402 Furtwangen	9	5	43 / 45	43	45	45	45	45	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	21	25	
X	1410 Schönaue	10	5	49 / 50	49	49 / 50	49	49	49	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	35	32	
X	1420 Bad Säckingen	10	5	50	50	50	50	50	50	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	29	29	
X	1421 Lörrach	10	5	50	50	50	50	50	50	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	16	15	
X	1430 Kandern	10	5	50	50	50	50	50	50	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	28	29	
X	1440 Freiburg	10	6	60	60	60	60	60	60	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	47	47	
	1450 Breisach	1	5	5	5	5	5	5	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	19	18	
	1460 Lahr	10	5	50	50	50	50	50	50	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	40	43	
	1470 Offenburg	10	5	50	50	50	50	50	50	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12	15	
	1480 Müllheim	10	5	50	50	50	50	50	50	1986	1988	1991	1993	X	X	1986	1988	1991	1993	X	X	48	52	
X	1490 Karlsruhe (Auwald)	10	5	38 / 50	38	48 / 50	48	48	48	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	25	36	
	1500 Karlsruhe (Hardwald)</																							

7.1.2.2 Grünland

Aufnahmen der Kernzonen (nur TB Botanik?)

Die Kernzonen wurden in den Jahren 1987, 1996 und 2006 aufgenommen. Die Deckung der Arten wurde nach Braun-Blanquet geschätzt.

Tab. 7.2 gibt einen Überblick über die vorhandenen Vegetationsaufnahmen der Kernzonen mit einer Deckungsschätzung nach Braun-Blanquet. Die in der Tab. 7.2 aufgeführten Aufnahmen sind vollständig vorhanden.

Tabelle 7.2. Übersicht über die vorhandenen Vegetationsaufnahmen der Kernzonen der Grünland-DBF. Deckungsschätzung nach Braun-Blanquet. Datensatzbezeichnung: **AIIGrG**

Nr.	Name	Gesamtfläche			Aufnahme Jahre			Anzahl Arten (T)
		Anzahl Flächen	Anzahl Jahre	Anzahl Aufnahmen	1987	1996	2006	
2030	Falkenhalde	1	3	3	X	X	X	59
2110	Hörnekopf	1	3	3	X	X	X	76
2120	Irndorfer Hardt	1	3	3	X	X	X	59
2130	Mönchsteig	1	3	3	X	X	X	61
2150	Dellenhäule	1	3	3	X	X	X	58
2180	Filsenberg	1	3	3	X	X	X	81
2220	Kappelberg	1	3	3	X	X	X	40
2240	Orchideenwiese Küßnach	1	3	3	X	X	X	71
2260	Büchelberg	1	3	3	X	X	X	57
2290	Kaiserberg	1	3	3	X	X	X	57
2330	Apfelberg	1	3	3	X	X	X	69
2400	Bisten	1	2	2	X		X	63
2460	Taubergießen	1	3	3	X	X	X	74
2530	Steinbruch Sulzbach	1	3	3	X	X	X	73
2540	Rohrhardsberg	1	2	2		1999	X	28
2550	Feldberg	1	2	2		1999	X	31
2560	Belchen	1	2	2		1999	X	31
2570	Rauhe Wiese	1	2	2		1999	X	29
Summe		18		49	14	17	18	299
2031	Aulendorf	1		0	X	X		34

Aufnahmen der Sukzessionsquadrate

Tab. 7.3 gibt einen Überblick über die vorhandenen Vegetationsaufnahmen auf den Sukzessionsquadraten der Grünland-DBF. Die in der Tab. 7.3 aufgeführten Aufnahmen sind vollständig vorhanden.

Tabelle 7.3. Übersicht über die vorhandenen Vegetationsaufnahmen auf den Sukzessionsquadraten der Grünland-DBF. Deckungsschätzung in Prozent. Datensatzbezeichnung: **AllGrSuk**

Nr.	Name	Sukzessionsflächen			Aufnahme Jahre							Anzahl Arten (Taxa)	
		Anzahl Flächen	Anzahl Jahre	Anzahl Aufnahmen	1988	1990	1992	1994	1996	1999	2003		
2030	Falkenhalde	10	7	70	X	X	X	X	X	X	X		69
2110	Hörnekopf	10	7	70	X	X	X	X	X	X	X		76
2120	Irrdorfer Hardt	10	6	60	X	X	X	X		X	X		62
2130	Mönchsteig	10	6	60	X	X	X	X		X	2004		65
2150	Dellenhäule	10	6	60	X	X	X	X		X	X		63
2180	Filsenberg	10	7	70	X	X	X	X	X	X	2004		80
2220	Kappelberg	6	6	36	X	X	X	X		X	X		44
2240	Orchideenwiese Kűßnach	10	7	70	X	X	X	X	X	X	X		75
2260	Bűchelberg	10	6	60	X	X	X	X		X	X		63
2290	Kaiserberg	10	6	60	X	X	X	X		X	2004		67
2330	Apfelberg	10	7	70	X	X	X	X	X	X	X		63
2400	Bisten	10	6	60	X	X	X	X		X	X		74
2460	Taubergieűen	10	6	60	X	X	X	X		X	X		81
2530	Steinbruch Sulzbach	10	5	50	X	X		X		X	X		86
2540	Rohrhardsberg	10	2	20						X	X		27
2550	Feldberg	10	2	20						X	X		31
2560	Belchen	10	2	20						X	X		30
2570	Rauhe Wiese	10	2	20						X	X		25
Summe		176		936	14	14	13	14	5	18	18		337
2031	Aulendorf	10	4	40	X	X	X	X					48

Die Sukzessionsquadrate der Grünland-Dauerbeobachtungsflächen wurden nochmals im Jahr 2006 aufgenommen. Hierbei wurde jedoch nicht die Deckung für die einzelnen Sukzessionsquadrate geschätzt, sondern für alle Sukzessionsquadrate einer DBF gemeinsam. Um einen Vergleich dieser Aufnahmen mit den vorhandenen Aufnahmen der einzelnen Sukzessionsquadrate aus früheren Jahren durchführen zu können, wurde über diese ein Mittelwert gebildet.

Tab. 7.4 gibt einen Überblick über den vorhandenen Datensatz aus Mittelwerten der Vegetationsaufnahmen von Sukzessionsquadraten vor 2005 und den im Jahre 2006 gemeinsam geschätzten Sukzessionsquadraten einer DBF.

Tabelle 7.4. Übersicht über den vorhandenen Datensatz aus Mittelwerten der Vegetationsaufnahmen von Sukzessionsquadrate vor 2005 und den im Jahre 2006 gemeinsam geschätzten Sukzessionsquadraten einer DBF. Datensatzbezeichnung: **AllGrSukMW**.

Nr.	Name	Sukzessionsflächen Mittelwerte + 2006			Aufnahme Jahre								Anzahl Arten (Taxa)
		Anzahl Flächen	Anzahl Jahre	Anzahl Aufnahmen	1988	1990	1992	1994	1996	1999	2003	2006	
2030	Falkenhalde	1	8	8	X	X	X	X	X	X	X	X	69
2110	Hörnekopf	1	8	8	X	X	X	X	X	X	X	X	81
2120	Irrdorfer Hardt	1	7	7	X	X	X	X		X	X	X	62
2130	Mönchsteig	1	7	7	X	X	X	X		X	2004	X	65
2150	Dellenhäule	1	7	7	X	X	X	X		X	X	X	65
2180	Filsenberg	1	8	8	X	X	X	X	X	X	2004	X	81
2220	Kappelberg	1	7	7	X	X	X	X		X	X	X	44
2240	Orchideenwiese Kűßnach	1	8	8	X	X	X	X	X	X	X	X	76
2260	Bűchelberg	1	7	7	X	X	X	X		X	X	X	63
2290	Kaiserberg	1	7	7	X	X	X	X		X	2004	X	67
2330	Apfelberg	1	8	8	X	X	X	X	X	X	X	X	64
2400	Bisten	1	7	7	X	X	X	X		X	X	X	74
2460	Taubergieűen	1	7	7	X	X	X	X		X	X	X	83
2530	Steinbruch Sulzbach	1	6	6	X	X		X		X	X	X	87
2540	Rohrhardsberg	1	3	3						X	X	X	29
2550	Feldberg	1	3	3						X	X	X	31
2560	Belchen	1	3	3						X	X	X	31
2570	Rauhe Wiese	1	3	3						X	X	X	29
Summe		18		114	14	14	13	14	5	18	18		345
2031	Aulendorf	10	4	40	X	X	X	X					

7.1.3 Datenformate und Dateibezeichnungen

Die Vegetationsaufnahmen wurden vom LUBW in der Regel als formatierte Excel-Dateien (farblich unterlegte Tabellen, mit Verknüpfungen und Formatierungen) übergeben.

Zur Weiterbearbeitung und Auswertung mussten diese Tabellen in andere, einheitliche Datenformate überführt werden.

Folgende Datenformate wurden zur statistischen Weiterverarbeitung erstellt:

*.txt; *.csv Ascii-Textdateien (Tab separated values, Comma separated values)
 *.wk1 Lotus 1-2-3-Arbeitsblattdateiformat
 *.cep Cornell Ecology Programs, CEP-Format

Die erstellten Datensätze haben im Allgemeinen folgendes einheitliches Format:

	2030_A88	2030_A90	2030_A92	2030_A94	2030_A96	2030_A99	2030_A03	2030_B88	2030_B90	2030_B92	2030_B94	2030_B96	2030_B99
	2030_B03	2030_C88	2030_C90	2030_C92	2030_C94	2030_C96	2030_C99	2030_C03	2030_D88	2030_D90	2030_D92	2030_D94	2030_D96
	2030_D96	2030_D99	2030_D03	2030_E88	2030_E90	2030_E92	2030_E94	2030_E96	2030_E99	2030_E03	2030_F88	2030_F90	2030_F92
	2030_F92	2030_F94	2030_F96	2030_F99	2030_F03	2030_G88	2030_G90	2030_G92	2030_G94	2030_G96	2030_G99	2030_G03	2030_H88
	2030_H88	2030_H90	2030_H92	2030_H94	2030_H96	2030_H99	2030_H03	2030_I88	2030_I90	2030_I92	2030_I94	2030_I96	2030_I99
	2030_I99	2030_I03	2030_K88	2030_K90	2030_K92	2030_K94	2030_K96	2030_K99	2030_K03				
Acer.pse	0,5	0,5	0	0	0	0,5	0	0	0,5	0,5	0	0	0
	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0,5	0	0,5	0,5	0	0
	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0
	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0,5
	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0,5	0	0,5	0,5
	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0	1	0,5	0	0	0	0
Achi.mil	0,5	0	0	0	0,5	2	5	0	0	0	0	0	0
	0,5	1	2	3	4	5	9	8	3	0,5	0,5	1	1
	1	2	1	1	0,5	3	3	2	4	2	3	6	6
	11	13	14	16	6	1	15	22	28	26	22	5	5
	3	0,5	8	13	12	19	4	5	0	0,5	0,5	0,5	0,5
	1	0,5	3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0	0	0
Agri.eup	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0,5	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0
	0,5	0	0	1	1	1	2	3	0	1	3	3	3
	3	4	0,5	0	0	0	2	4	4	5			

Bezeichnung der Aufnahmen:

2030_A88 DBF 2030; Sukzessionsquadrat 1 bis 10 (= A bis K, ohne J);
 Aufnahmejahr 1988

Bezeichnung der Arten (Kurzname, siehe Checklisten im Anhang):

Acer.pse Acer pseudoplatanus

Achi.mil Achillea millefolium

usw.

Leichte Abweichungen von diesem Format (z.B. 2030_A88 → X2030A88) sind wegen programm-spezifischer Anforderungen möglich und notwendig.

Ascii-Textdateien (*.txt, *.csv) – Dateien können praktisch von jedem Texteditor und Statistikprogramm eingelesen werden.

Lotus-Arbeitsblätter (*.wk1) wurden ausschließlich für die Auswertung der Daten mit dem Programm PC-Ord erstellt. Sie können auch mit Excel, Lotus und einigen anderen Programmen gelesen werden.

Wenn notwendig, wurden *.cep – Dateien (Cornell Ecology Programs, CEP) erstellt. Dieses Format ist ein gängiges Austauschformat zwischen zahlreichen

vegetationskundlichen Programmen. Es kann unter anderem von CANOCO, PC-Ord und R (library ‚vegan‘) importiert werden. Es hat den Vorteil, sehr wenig Speicherplatz zu benötigen.

Datensatzbezeichnungen:

Die Gesamtdatensätze sowie die Datensätze für die einzelnen DBF wurden in verschiedene Datenformate überführt (siehe oben). Dabei wurden die einzelnen Dateien nach folgendem Schema benannt:

Grundelemente der Namen:

All	Alle Aufnahmen eines einheitlichen Datensatzes (siehe Tab. 7.1 bis 7.4)
1010	Nummer der DBF, Datei enthält nur Aufnahmen dieser DBF
G	Gesamt = Braun-Blanquet-Aufnahme der Kernzone
Suk	Sukzessionsquadrate
Wa	Wald-DBF
F	Frühlingsaufnahme (nur Wald)
S	Sommernaufnahme (nur Wald)
Gr	Gruenland-DBF
MW	Mittelwerte aus Sukzessionsquadraten (siehe Tab. 7.4)

Daraus ergeben sich z.B. folgende Dateinamen:

AllWaSukF	Alle Frühlings-Aufnahmen der Sukzessionsquadrate aller Wald-DBF über alle Jahre
1010WaSukF	Alle Frühlings-Aufnahmen der Sukzessionsquadrate der Walddauerbeobachtungsfläche 1010 über alle Jahre
AllWaSukS	Alle Sommer-Aufnahmen der Wald-Sukzessionsquadrate über alle Jahre
1010WaSukS	Alle Sommer-Aufnahmen der Sukzessionsquadrate der Walddauerbeobachtungsfläche 1010 über alle Jahre
AllGrSukMW	Aufnahmen der Sukzessionsquadrate aller Grünland-DBF vor 2005 als Mittelwerte über die Sukzessionsquadrate und die Gesamtaufnahme der Sukzessionsquadrate im Jahre 2006.

7.1.4 Gesamtartenlisten - Biologische und Ökologische Merkmale der vorhandenen Arten

Für die Wald- und Grünland-DBF wurde getrennt jeweils eine Gesamtartenliste erstellt (siehe Anhang). Diese „Checkliste der Grünlandarten“ bzw. „Checkliste der Waldarten“ enthält alle Arten mit ihren Namenskürzeln (Kurznamen in den Vegetationstabellen).

Mit Hilfe dieser Checklisten werden in den nächsten Monaten die Datenbanken der biologischen und ökologischen Merkmale der Arten und deren Rote-Liste-Status zusammengestellt. Diese sich derzeit im Aufbau befindlichen Datenbanken enthalten u.a. folgende Informationen:

Informationen zur Biologie der Arten:

Status: Floristischer Status, Einführung, Einbürgerungsgebiet, Einbürgerungszeit, Einbürgerungsgrad;
 Chromosomenzahlen;
 Morphologie: Pflanzenhöhe, Lebensform, Lebensdauer, Rosettentyp
 Blattmerkmale: Blattausdauer, Blattanatomie, Blattform
 Blühphänologie: Blühbeginn, Blühende, Blühdauer, Blühphase, Symphänologie
 Blütenbiologie: Reproduktion, Samenproduktionstyp, Dikline, Dichogamie, Selbst-Sterilität
 Frucht- und Samenmerkmale: Fruchttyp, Diasporentyp, Samengewicht (Tausendkornmasse), Samengröße
 u.a.

Informationen zur Ökologie der Arten:

Zeigerwerte nach Ellenberg et al. (2001)
 Nutzwertzahlen nach Briemle et al. (2002)
 Lebensstrategien (z.B. CSR-Strategietypen nach Grime et al. 2007)
 Plant Functional Traits: z.B. RGR der Keimlinge, SLA der Keimlinge, N-Gehalt, P-Gehalt
 u.a.

Sontige Informationen:

Schutzstatus, Rote-Liste-Status
 u.a.

Diese Daten sind hilfreich bei der Interpretation möglicher Vegetationsveränderungen und ihrer Ursachen. Besonders die autökologischen Informationen zu einzelnen Arten können Hinweise auf Effekte von Umweltveränderungen geben.

7.1.5 Überprüfung der Datenqualität

Die Vollständigkeit und Qualität der vorhandenen Datensätze wurde visuell mit Hilfe von Diagrammen überprüft. Diese erlauben einen schnellen Vergleich der Aufnahmen verschiedener Sukzessionsquadrate und Aufnahmejahre. Ein Beispiel der DBF Falkenhalde findet sich in der nachfolgenden Abb. 7.1.



Abbildung 7.1. Graphische Darstellung der Deckungsgrade der einzelnen Arten in den Sukzessionsquadraten der DBF 2030 Falkenhalde in verschiedenen Aufnahmejahren. Die Einzeldiagramme enthalten als Balken die Deckung der Arten in den einzelnen Sukzessionsquadraten der DBF. Die Reihen der Gesamtgraphik enthalten die verschiedenen Arten, die Spalten enthalten die einzelnen Aufnahmejahre. Deckungen von über 20 % wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht vollständig dargestellt.

Deutliche Veränderungen der Deckung sieht man in Abb. 7.1 z.B. bei *Brachypodium pinnatum*. Auffallend ist der langsame Rückgang der Art 1994 – 1996 und das plötzliche, unregelmäßige Wiederauftreten im Jahr 2003.

7.2 Übersicht über die vorhandenen Standortdaten

Ähnlich wie für die Arten wurden bereits erste Datenbanken mit den vorhandenen Standortinformationen zusammengestellt. Diese Datenbanken enthalten getrennt nach Wald- und Grünland-DBF Informationen zu:

- Fundort (Name, MTB, R/H-Werte, Höhe üNN, Hangneigung, Exposition, etc.)
- Geologie
- Boden

- Klima und
- atmosphärischen Depositionen

Die Informationen stammen aus vom LUBW zur Verfügung gestellten Datensätzen und Gutachten, sowie aus GIS basierten Abfragen und Modellierungen zur Relief, Geologie, Klima und atmosphärischer Deposition.

Ebenfalls finden sich in diesen Datensätzen Informationen, die aus den Vegetationsaufnahmen für den Standort abgeleitet werden können (z.B. mittlere ungewichtete Zeigerwerte, mittlere gewichtete Zeigerwerte).

7.3 Datenauswertung

Nach der Sichtung, Zusammenstellung und kritischen Bewertung der Roh- und Metadaten erfolgt die Auswertung des gesammelten Datenmaterials in mehreren Stufen:

- Auswertung der Vegetationsdaten
- Standortbeurteilung mit Hilfe der Vegetation
- Auswertung der Standortdaten
- Verknüpfung der Vegetations- und Standortdaten

Die erste Auswertung der Vegetationsdaten soll im Rahmen einer explorativen Datenanalyse einen Überblick über das vorhandene Datenmaterial verschaffen. Hierzu werden neben deskriptiven Statistiken und Übersichtsgraphiken, vor allem verschiedene Indizes zur α -, β - und γ -Diversität genutzt. Cluster- und Zeitreihenanalysen sollen vorhandene Muster und Trends deutlich machen.

Die ökologische Zeigerfunktion der einzelnen Arten sowie ihre biologischen Merkmale sollen ausgewertet werden, um Informationen über die Standorte, sowie die Biologie (Lebensform, Lebensstrategien, Reproduktion etc.), Struktur und Ökologie der Gesellschaften zu erhalten.

Mit Hilfe direkter Gradientenanalysen (DCA, Detrended Correspondence Analysis, NMDS, Nonmetric Multidimensional Scaling) sollen die Hauptgradienten in der Vegetation ermittelt und mit den vorhandenen Standortdaten (inkl. Immissionen, Depositionen und Klima) korreliert werden. Sofern die vorhandenen Standortdaten eine sinnvolle Nutzung zulassen, sollen mit Hilfe einer indirekten Gradientenanalyse (DCCA, Detrended canonical correspondence analysis) die in der Vegetation vorhandenen Gradienten aus den Standortdaten erklärt werden.

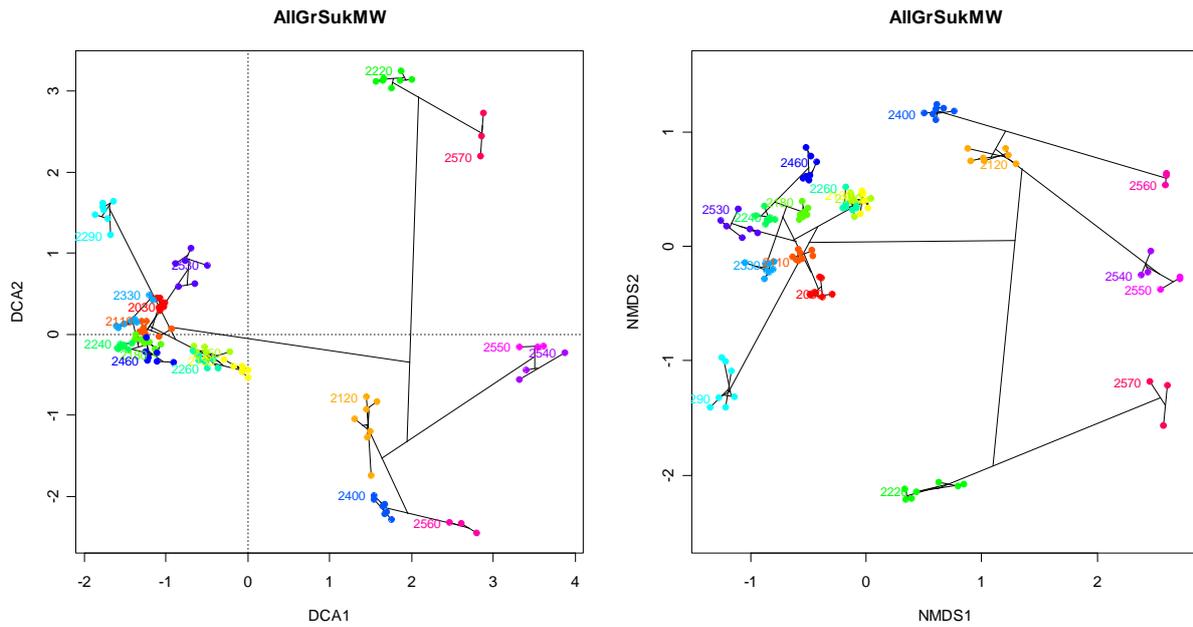


Abbildung 8.2. Ordination der Grünland-Vegetationsaufnahmen mit Hilfe von DCA (Detrended Correspondence Analysis) bzw. NMDS (Non-metric Multidimensional Scaling) entsprechend Abb. 8.1. Gruppenbildung mit Hilfe einer hierarchischen Clusteranalyse (distance: bray-curtis, linkage: complete).

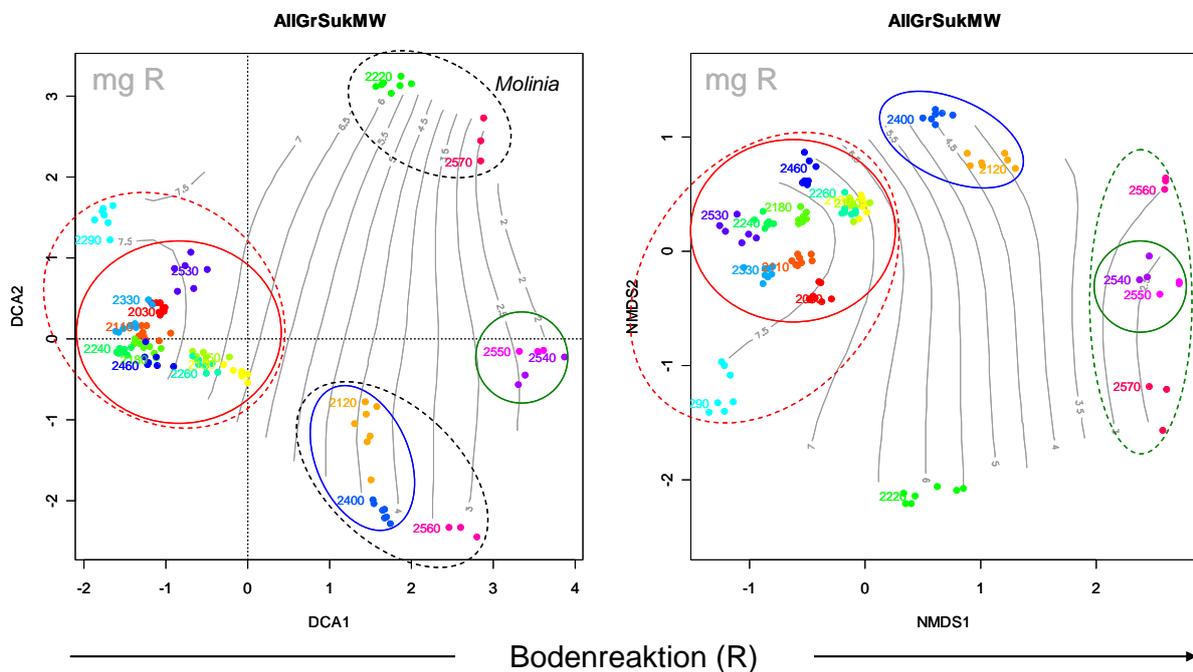


Abbildung 8.3. Ordination der Grünland-Vegetationsaufnahmen mit Hilfe von DCA (Detrended Correspondence Analysis) bzw. NMDS (Non-metric Multidimensional Scaling). Mögliche Gruppenbildung.

Abb. 8.3 zeigt mögliche Gruppierungen der Vegetationszusammensetzung der Grünland-Dauerbeobachtungsflächen. Folgende Gruppen kann man aus beiden Ordinationen und der Clusteranalyse ableiten:

Gruppe 1: 2540, 2550 (grüner Kreis)

Gruppe 2: 2400, 2120 (blauer Kreis)

Gruppe 3: zahlreiche Plots (roter Kreis) dieser Gruppe steht Plot 2290 nahe.

Die Plots 2560 und 2570 stehen mit NMDS nahe der Gruppe 1 (Gruppe 1 i.w.S., grüner gestrichelter Kreis), werden aber von der DCA näher an Gruppe 2 (2560) bzw. an Plot 2220 (2570) gestellt. Die beiden letzteren Flächen zeichnen sich durch die Dominanz von *Molinia caerulea* aus.

Gruppe 1 (i.w.S.) enthält alle Aufnahmen auf bodensauren Standorten (Borstgrasrasen). Gruppe 3 (i.w.S., mit 2290) enthält alle Aufnahmen auf basen-/kalkreichen Standorten. Bei Gruppe 2 handelt es sich um Borstgrasrasen auf mäßig-sauren Standorten.

Auffallend sind die DBF 2220 (Kappelberg) und 2570 (Rauhe Wiese). Beide werden von *Molinia caerulea* (Pfeifengras) dominiert. Während es sich bei der Rauhen Wiese um eine bodensaure Streuwiese (z.T. mit Torfmoosen) auf der Ostalb handelt (Naturraum 96: Albbuch & Härtsfeld), handelt es sich am Kappelberg um einen Pfeifengrasbestand mit Arten der Magerrasen (Naturraum 107: Schurwald & Welzheimerwald).

Die aufgezeigte Gruppierung deckt sich weitestgehend mit der von Benter et al. (2006) vorgelegten Gliederung nach chemischen, biologischen und mikrobiologischen Bodenanalysen.

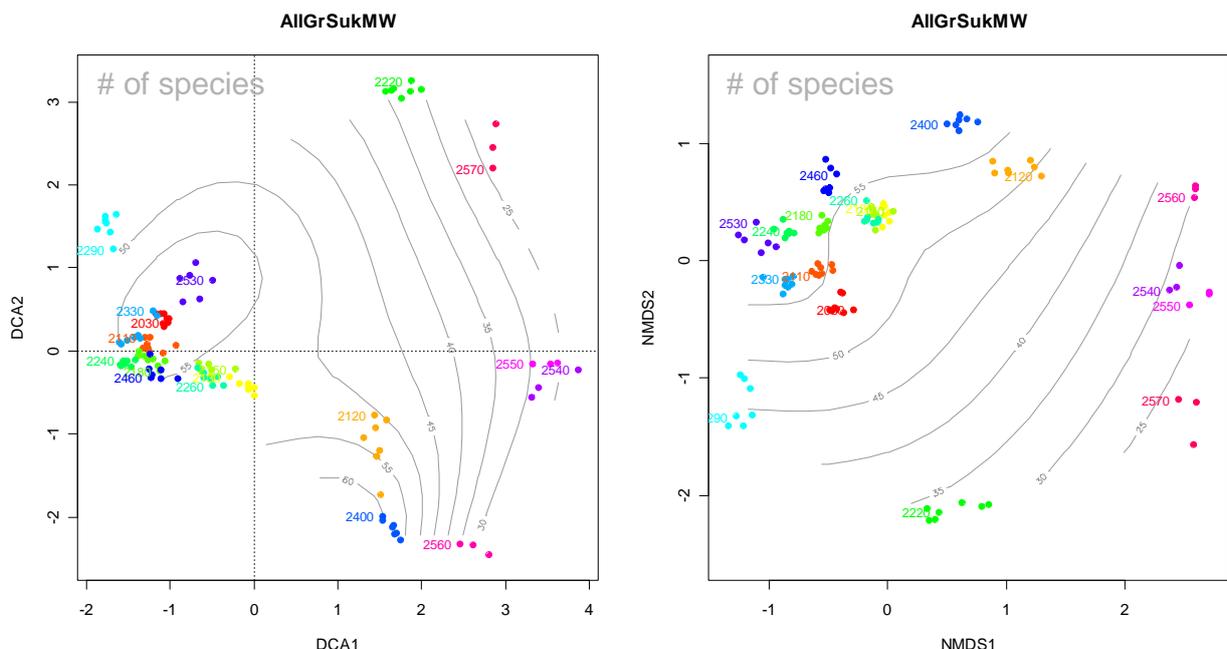


Abbildung 8.4. Ordination der Grünland-Vegetationsaufnahmen mit Hilfe von DCA (Detrended Correspondence Analysis) bzw. NMDS (Non-metric Multidimensional Scaling). Im Hintergrund Isolinien (grau) der Artenzahlen pro Fläche.

Abb. 8.4 zeigt die beiden Ordinationen der Grünland-DBF mit den mittleren Artenzahlen pro DBF als Isolinien im Hintergrund. Während Gruppe 1 (i.w.S) Artenzahlen von unter 30 pro DBF aufweist, haben die DBF der Gruppe 2 und 3 meist über 50 Arten.

Einen ersten Eindruck über die zeitlichen Trends der mittleren Zeigerwerte der Grünland-Dauerbeobachtungsflächen gibt Abb. 8.5 mit den mittleren gewichteten Ellenberg N-Werten. Die Extreme liegen zwischen 2 (z.B. Feldberg, DBF 2550) und 4 (z.B. Bisten, im Südöstlichen Schwarzwald, DBF 2400). Abnehmende Trends der N-Zeigerwerte zeigen z.B. die DBF 2030 (Falkenhalde), 2110 (Hörnekopf) und 2220 (Kappelberg).

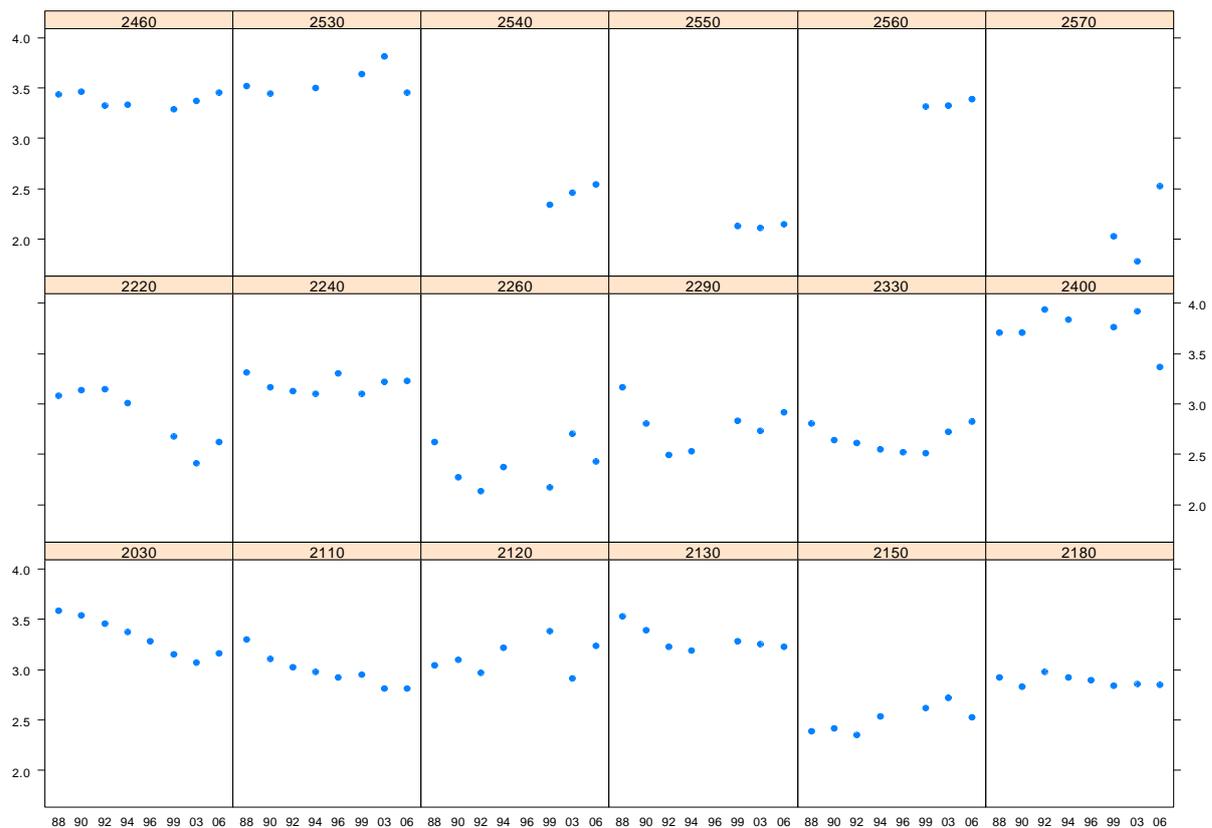


Abbildung 8.5. Veränderung der mittleren gewichteten Ellenberg N-Werte im Laufe der Zeit (Datensatz: *AIIGrSukMW*).

Abb. 8.6 gibt einen Überblick über die zeitliche Veränderung der Gesamtartenzahlen der Grünland-DBF. Auch hier fällt der Unterschied zwischen den eher artenarmen DBF (2220, 2540, 2550, 2560, 2570) und den artenreicheren DBF auf. Zunehmende Artenzahlen zeigen z.B. die DBF 2110 (Hörnekopf) und 2150 (Dellenhöhle).

Mögliche Ursachen für die veränderten N-Zeigerwerte und den Artenreichtum sollen im weiteren Verlauf des Projektes näher untersucht werden.

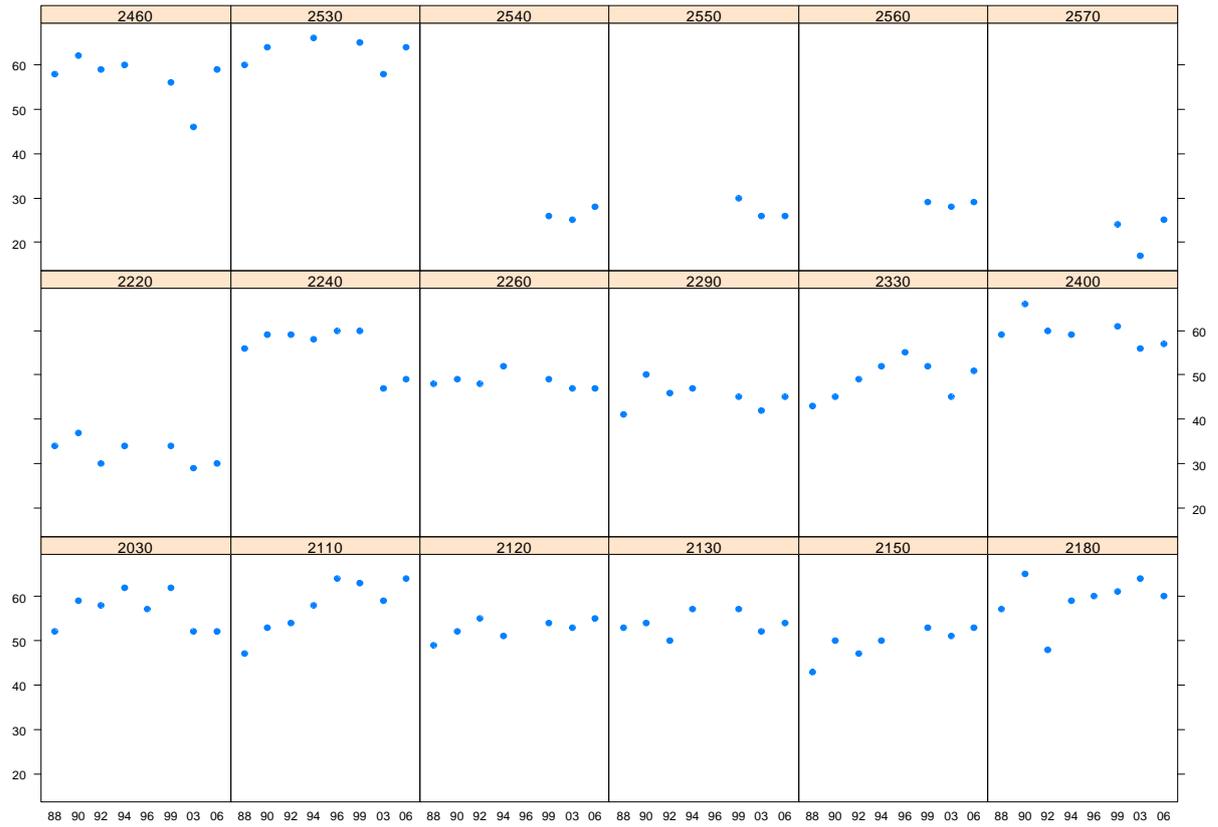


Abbildung 8.6. Veränderung der Gesamt-Artenzahlen der DBF (Datensatz: *AIIGrSukMW*) im Laufe der Zeit.

8.2 Beispiel DBF 2030 Falkenhalde

Exemplarisch sollen an dieser Stelle erste Ergebnisse einer detaillierten Untersuchung der Grünland-Dauerbeobachtungsfläche **2030 Falkenhalde**, im Naturraum 32 Oberschwäbisches Hügelland (670 m ü NN), dargestellt werden.

Die Aufnahmen aller Sukzessionsquadrate aus den Jahren 1988, 1990, 1992, 1994, 1996, 1999 und 2003 (insgesamt 7 x 10 Aufnahmen) wurden mit Hilfe einer DCA ordiniert (Abb. 8.7).

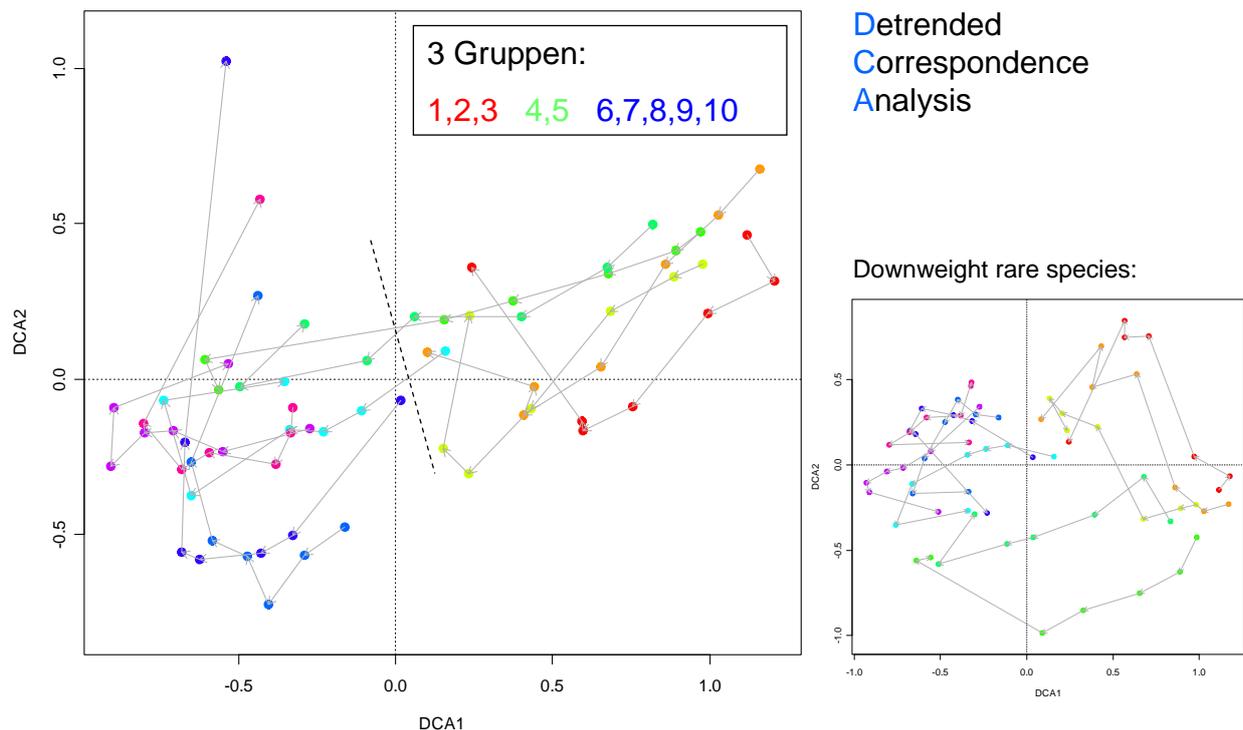


Abbildung 8.7. Ordination der Vegetationsaufnahmen von Sukzessionsquadraten der DBF 2030 (Falkenhalde) aus allen Aufnahmejahren (1988, 1990, 1992, 1994, 1996, 1999, 2003) mit Hilfe einer DCA („Ordination der Aufnahmeflächen im Artenraum“). Insgesamt 7 x 10 Vegetationsaufnahmen. Punkte gleicher Farbe markieren gleiche Sukzessionsquadrate in verschiedenen Jahren. Graue Pfeile = Sukzessionsvektoren.

Die Aufnahmen der jeweils gleichen Sukzessionsquadrate wurden farblich markiert und durch sog. Sukzessionsvektoren (graue Pfeile) verbunden. Es lassen sich 3 Gruppen von Sukzessionsquadraten mit ähnlich verlaufenden Sukzessionsvektoren (ähnlich verlaufender Sukzession) unterscheiden:

- Gruppe 1 (Quadrate 1-3, gelblich bis rot)
- Gruppe 2 (Quadrate 4-5, grünlich)
- Gruppe 3 (Quadrate 6-10, blau bis violett)

Diese Gruppierung wird noch deutlicher, wenn man bei der DCA die seltenen Arten weniger stark berücksichtigt (Abb. 8.7, kleine Abbildung: downweight rare species).

Die gestrichelte Linie in Abb. 8.7 kann als die Grenze zweier ‚Vergesellschaftungstypen‘ angesehen werden. Charakteristisch für diese beiden Typen ist z.B. das Vorkommen von *Brachypodium pinnatum* bzw. *Fragaria vesca* (Abb. 8.8).

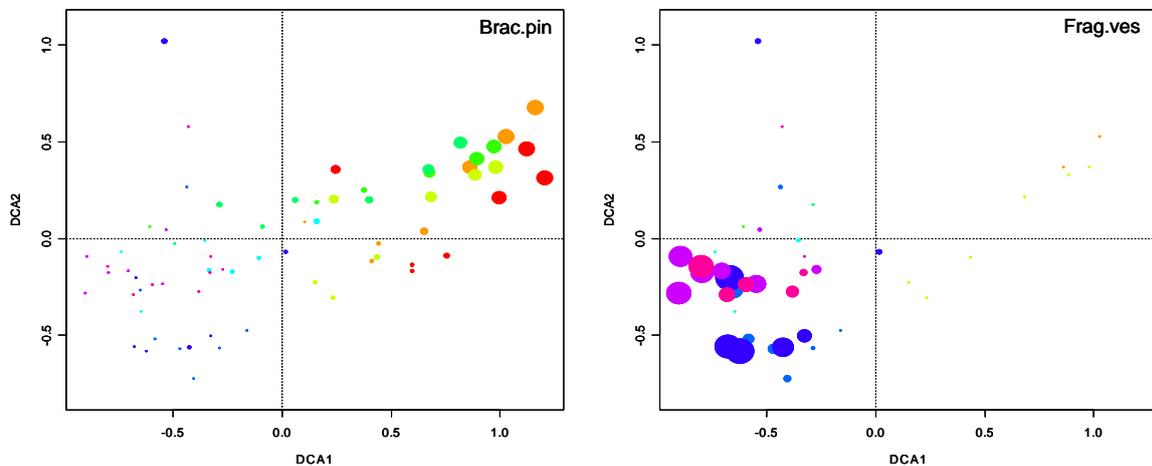


Abbildung 8.8. Vorkommen von *Brachypodium pinnatum* (Brac.pin) und *Fragaria vesca* (Frag.ves) in den mit Hilfe einer DCA ordinierten Sukzessionsquadraten der DBF 2030 Falkenhalde. Die Größe der Kreise repräsentiert den Deckungsgrad der Art im jeweiligen Sukzessionsquadrat.

Einen ersten Eindruck der Ursachen dieser Vegetationsdifferenzierung gibt Abb. 8.9, in die die Isolinien der mittleren gewichteten Ellenberg L-Werte als Hintergrund eingetragen wurden. Während die Sukzessionsquadrate 1 bis 5 mit mittleren gewichteten Lichtwerten von 6.5 starten, haben die Sukzessionsquadrate 6-10 bereits 1988 mittlere gewichtete Lichtwerte von über 7.0. Im Laufe der Jahre erhöht sich in allen Sukzessionsquadraten (vermutlich durch Pflegemaßnahmen?) die mittlere gewichtete Lichtzahl. Während sie sich in den Sukzessionsquadraten 1-3 nur leicht erhöht, erreicht sie in den Sukzessionsquadraten 4-5 ähnliche Werte wie in den Sukzessionsquadraten 6-10.

Die eingefügte Abbildung (Box-Plots) in Abb. 8.9 zeigt, dass sich der Lichtwert für die Gesamt-Dauerbeobachtungsfläche im Laufe der Zeit erhöht hat und die verringerte Streuung zeigt, dass sich die Unterschiede zwischen den Sukzessionsquadraten allmählich abschwächen.

Die Unterschiede im Sukzessionsverlauf zwischen Gruppe 1 und 2 können jedoch nicht alleine durch den Lichtwert erklärt werden. Weitere Ursachen für den Vegetationswandel sollen im weiteren Verlauf des Projektes untersucht werden.

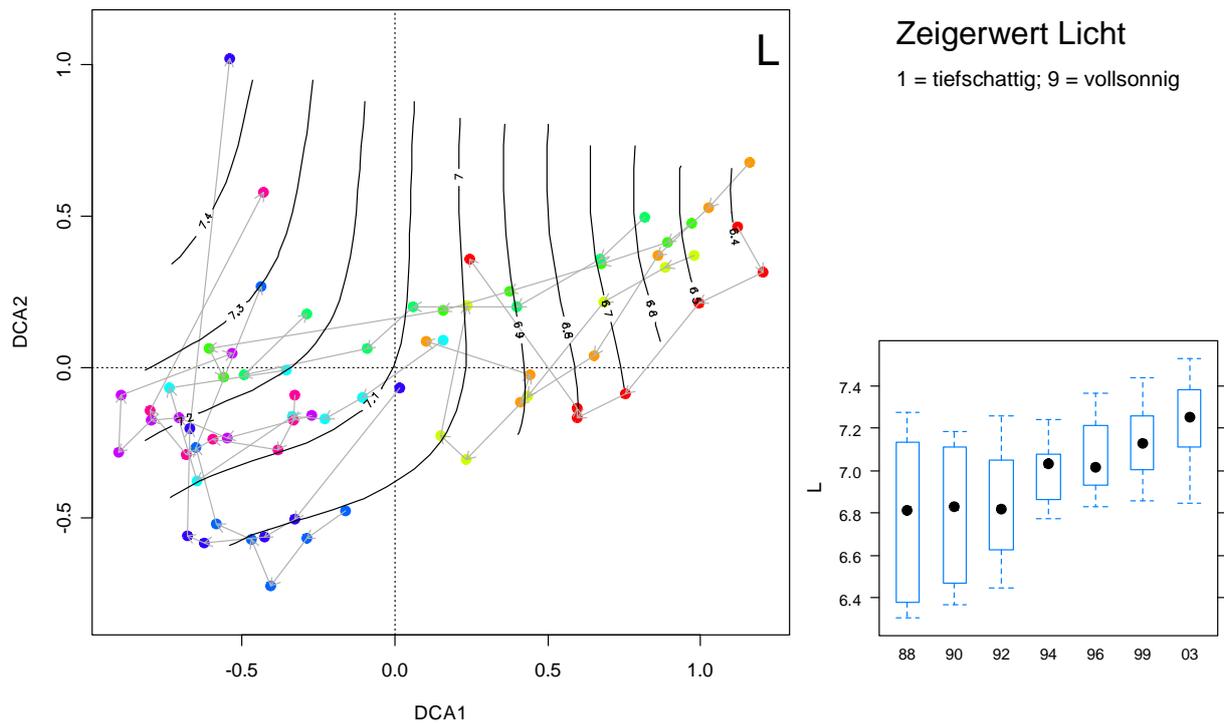


Abbildung 8.9. Ordination der Vegetationsaufnahmen aller Sukzessionsquadrate der DBF 2030 (Falkenhalde) aus allen Aufnahmejahren mit Hilfe einer DCA. Im Hintergrund: Isolinien des mittleren gewichteten Ellenberg L-Wertes der Sukzessionsquadrate. Eingefügte Abbildung: Box-Plots, der mittleren, gewichteten Ellenberg L-Werte aller Sukzessionsquadrate eines Aufnahmejahres.

9. Weitere Datengrundlagen

Weitere Datengrundlagen sind in den Folgeberichten enthalten (siehe Deckblatt).

10. Literatur

- Bassin, S., Volk, M., Suter, M., Buchmann, N. & J. Fuhrer (2007): Nitrogen deposition but not ozone affects productivity and community composition of subalpine grassland after 3 yr of treatment.- *New Phytol.* 175: 523-534.
- Benter, D., Hafner, J., Rueß, L., Tschenko, D. & E. Kandeler (2006): Endbericht zum Projekt: Monitoring der Umweltwirkungen von gentechnisch veränderten Organismen in Baden-Württemberg – Methodenetablierung und Aufnahme der „Baseline“.- Stuttgart-Hohenheim.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)(2007): Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt.- Paderborn.
- Briemle, G. (2006a): Höchste Artenvielfalt in Magerwiesen durch leichte Düngung. *Landinfo* 1/06: 19-25.
- Briemle, G. (2006b): Keine Aufdüngung von Magerwiesen durch atmosphärische NO_x-Erträge erkennbar! *Landinfo* 2/06:25-30.
- Briemle, G., Eickhoff, D. & R. Wolf (1991): Mindestpflege und Mindestnutzung unterschiedlicher Grünlandtypen aus landschaftsökologischer und landeskultureller Sicht – Praktische Anleitung zur Erkennung, Nutzung und Pflege von Grünlandgesellschaften.- Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 60: 1-160.
- Briemle, G., Nitsche, D. & L. Nitsche (2002): Nutzungswertzahlen für Gefäßpflanzen des Grünlandes.- *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 38: 203–225.
- Cleveland, R.B., Cleveland, W.S., McRae, J.E. & I. Terpenning (1990) STL: A Seasonal-Trend Decomposition Procedure Based on Loess.- *Journal of Official Statistics*, 6, 3–73.
- CORINE Land Cover 2000 → Keil et al. (2005)
- Dierschke, H. (2007): Pflanzengesellschaften des Extensiv- und Kulturgraslandes in seiner bundesweiten Bedeutung für den Naturschutz.- *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 43: 49-65.
- Dierschke, H. & G. Briemle (2002): *Kulturgrasland*.- Ulmer Verlag, Stuttgart-Hohenheim.
- Dietzer, B. (2007): Änderungen des Niederschlagsregimes – was Mittelwertskarten und lange Reihen über den Klimawandel verraten.- Informationsveranstaltung zur 3. Lieferung des WaBoA am 15. Juni 2007 „Fachinformationssysteme und Klimawandel“, <http://www.hydrology.uni-freiburg.de/forsch/waboa/waboa2004/downloads/Dietzer.pdf>
- DWD & LUBW (Deutscher Wetterdienst und Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg) (2006): *Klimaatlas Baden-Württemberg*. Karlsruhe. (http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt5/klimaatlas_bw/)
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. & D. Paulißen (2001): *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. Verlag Erich Goltze. 258 S.
- Ellenberg, H. (1996): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*.- 5. Auflage, Ulmer Verlag, Stuttgart-Hohenheim.
- Gebhardt, H., Broecker, F. & K.T. von der Trenk (2003): Aufbau eines Systems zur medienübergreifenden Umweltbeobachtung für Baden-Württemberg.- In: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): *Medienübergreifende Umweltbeobachtung, Stand und Perspektiven*.- Tagungsband, Karlsruhe, S. 61-63.
- Geyer, O.F. & M.P. Gwinner (1986): *Geologie von Baden-Württemberg*.- 472 S., 254 Abb., 26 Tab.; Stuttgart (Nägele u. Obermiller).

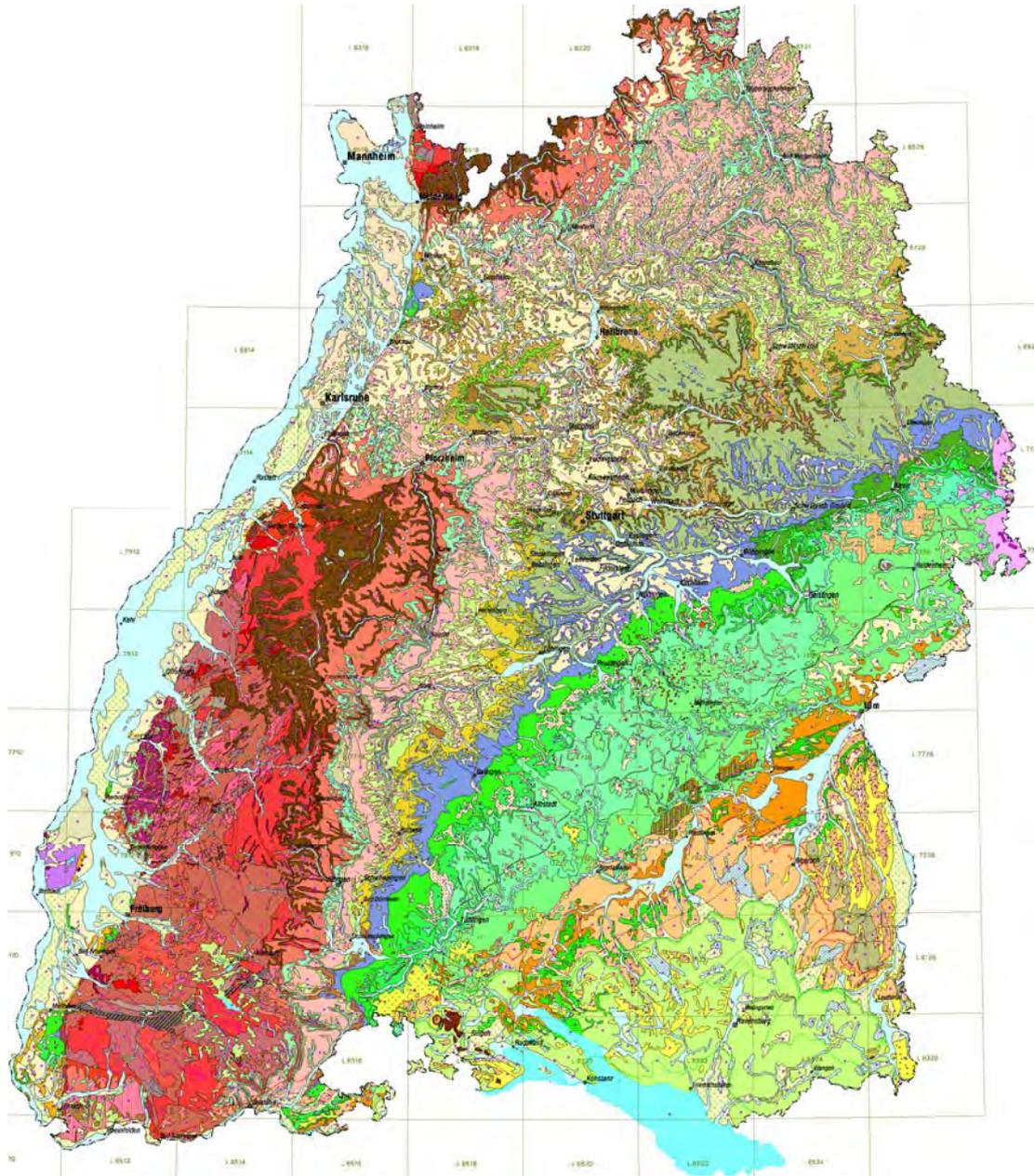
- Gregg, J.W., Jones, C.G., Dawson, T.E. (2003): Urbanization effects on tree growth in the vicinity of New York City. *Nature* 424: 183-187.
- Grime, J.P., Hodgson, J.G. & R. Hunt (2007) *Comparative plant ecology: a functional approach to common British species.*- Unwin Hyman, London.
- Hayes, F., Jones, M.L.M., Mills, G. & M. Ashmore (2007): Meta-analysis of the relative sensitivity of semi-natural vegetation to ozone.- *Environmental Pollution* 146: 754-762.
- Härdtle, W., Ewald, J. & N. Hölzel (2004): *Wälder des Tieflandes und der Mittelgebirge.*- Stuttgart-Hohenheim.
- Herbst, M. (2000): Auswirkungen einer Temperaturerhöhung auf den ökosystemaren Kohlenstoff- und Wasserhaushalt.- *NNA-Berichte 2/2000*: 83-84.
- Keil, M., Kiefl, R., Strunz, G. (2005): *CORINE Land Cover 2000 - Germany. Final Report.* German Aerospace Center, German Remote Sensing Data Center Oberpfaffenhofen, July 2005.
- Klink & Partner (2004): *Vegetationskundliche Untersuchungen auf Grünland-Dauerbeobachtungsflächen in Baden-Württemberg 2003.* LUBW Abschlußbericht 9/2004.- Merdingen.
- Klink & Partner (2007): *Vegetationskundliche Untersuchungen auf Grünland-Dauerbeobachtungsflächen in Baden-Württemberg 2006.* LUBW Abschlußbericht 7/2007.- Merdingen.
- Kolb, E. (2000): Auswirkungen von Klimaveränderungen auf den Nährstoffhaushalt von Ökosystemen.- *NNA-Berichte 2/2000*: 76-82.
- 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) (1992): *Potentielle natürliche Vegetation und Naturräumliche Einheiten als Orientierungsrahmen für ökologisch-planerische Aufgabenstellungen in Baden-Württemberg.*- Untersuchungen zur Landschaftsplanung 21: 1-26. (enthält 1 Karte).
- 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.
- Meynen & Schmithüsen (1962): *Handbuch zur naturräumlichen Gliederung Deutschlands.*- Bad Godesberg, Bd. 1 u. 2, 1339 S.
- MU & LfU (Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg & Landesamt für Umweltschutz Baden-Württemberg) (Hrsg.)(2004): *Wasser- und Bodenatlas von Baden-Württemberg.*- 2. Auflage, Stuttgart.
- Müller, Th. & E. Oberdorfer (1974): *Potentielle natürliche Vegetation in Baden-Württemberg.*- Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege 6: 1-45. (siehe auch LfU 1992)
- Oberdorfer, E. (1992a) (Hrsg.): *Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I: Fels- und Mauergesellschaften, alpine Fluren, Wasser-, Verlandungs- und Moorgesellschaften.*- 3. Auflage, Gustav Fischer, Stuttgart.
- Oberdorfer, E. (1992b) (Hrsg.): *Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV: Wälder und Gebüsche.*- 2 Bände (Textband, Tabellenband), 2. Auflage, Gustav Fischer, Stuttgart.

- Oberdorfer, E. (1993a) (Hrsg.): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil II: Sand- und Trockenrasen, Heide- und Borstgras-Gesellschaften, alpine Magerrasen, Saum-Gesellschaften, Schlag- und Hochstauden-Fluren.- 3. Auflage, Gustav Fischer, Stuttgart.
- Oberdorfer, E. (1993b) (Hrsg.): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil III: Wirtschaftswiesen und Unkrautgesellschaften.- 3. Auflage, Gustav Fischer, Stuttgart.
- Oppermann, R. & H. U. Gujer (2003) (Hrsg.): Artenreiches Grünland bewerten und fördern – MEKA und ÖQV in der Praxis.- Ulmer Verlag, Stuttgart-Hohenheim.
- 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>.
- Schreiber, K.F. (2006): 30 Jahre „Offenhaltungsversuche“ in Baden-Württemberg mit unterschiedlichem Management - Organisation, Datenerhebung, wichtige Ergebnisse. LTER Workshop Halle, 8.-10.03.2006, 19 S.
- Schröder, W., Broecker, F. & G. Schmidt (2002): Pilotvorhaben zur integrierten ökologischen Umweltbeobachtung. Modellentwicklung für eine medienübergreifende Interpretation von Messdaten. – F&E-Vorhaben im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, 115S.
- STALA (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg) (2005): Daten zur Luftbelastung in Baden-Württemberg. CD ROM, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart.
- STALA-Internet: <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/>
- Stock, M. (Hrsg.) (2005): KLARA - Klimawandel - Auswirkungen, Risiken, Anpassung.- PIK Report 99: 1-200. (<http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/1454/>)
- Thomas & Kübler-Thomas (2001): Ökologisches Wirkungskataster - Beurteilung der Wald-Dauerbeobachtungsflächen 2001. Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.
- Thomas & Kübler-Thomas (2005): Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg. Aufnahme der Wald-Dauerbeobachtungsflächen 2004 erstellt im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.
- UDO (Umwelt-Datenbanken und -Karten online des LUBW): <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>

11. Anhang

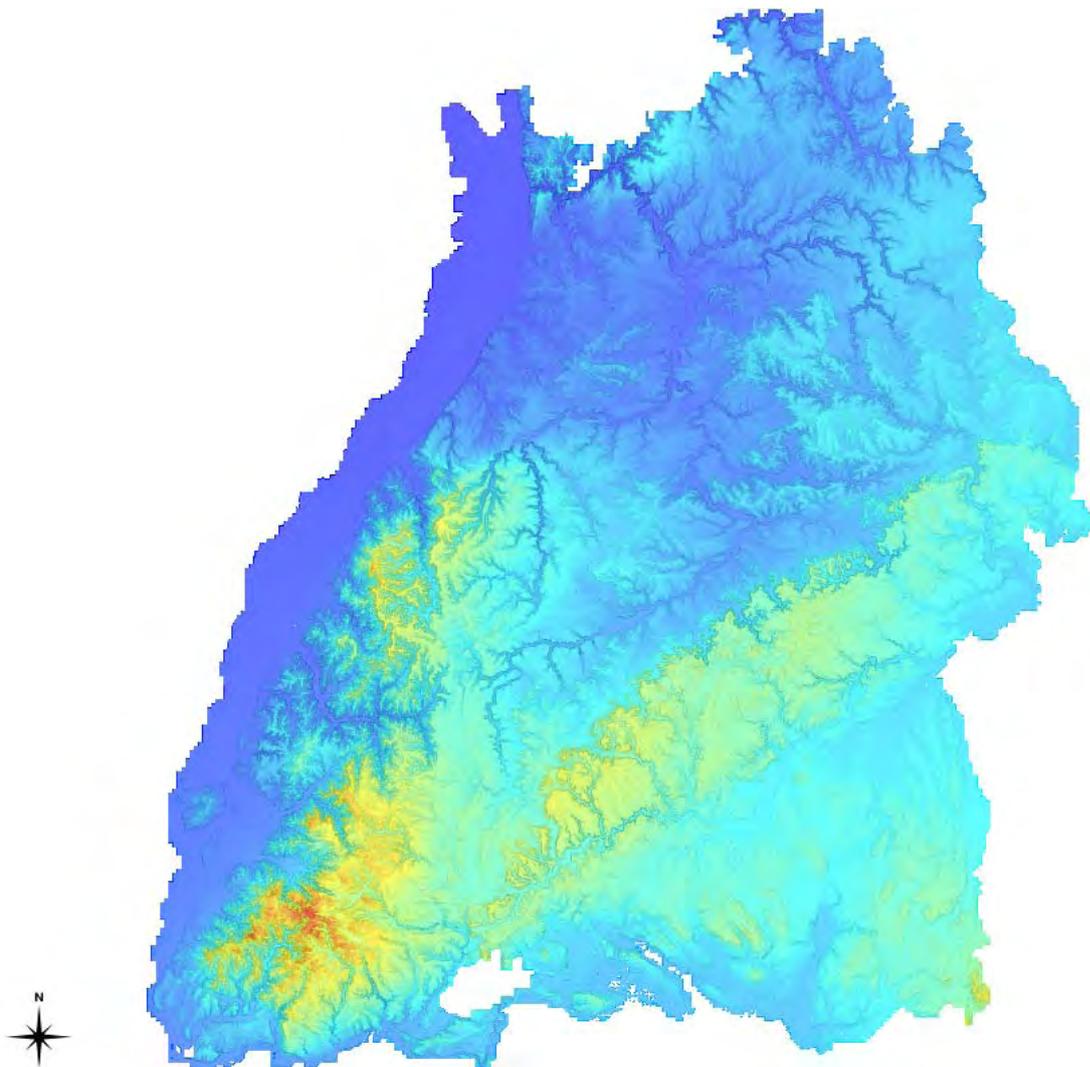
	Seite
11.1 Kartenanhang: Naturräumliche Grundlagen	65
Karte 1: Geologie	65
Karte 2: Relief	66
Karte 3: Böden	67
Karte 4: Klima – Mittlere Jahrestemperatur, Periode 1971-2000	68
Karte 5: Naturräumliche Gliederung	69
11.2 Checklisten	70
Gesamtartenliste der Walddauerbeobachtungsflächen	70
Gesamtartenliste der Grünlanddauerbeobachtungsflächen	77

11.1 Kartenanhang: Naturräumliche Grundlagen



Karte 1: Geologische Einheiten und Tektonik in Baden-Württemberg 1:350000

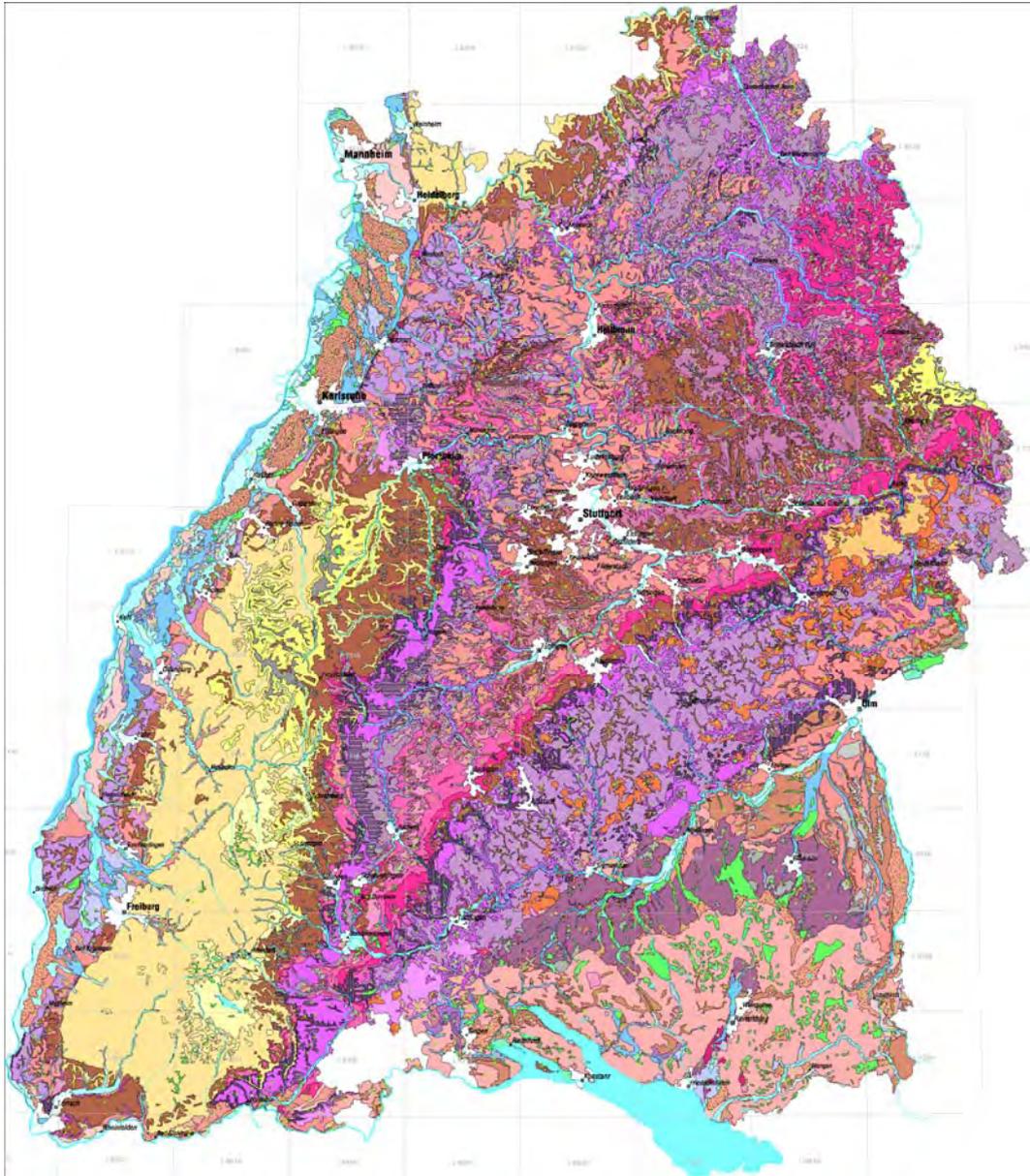
Vorliegende Daten im Projekt: ESRI – Shapefile der Geologischen Karte 1:350.000
Quelle: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (1998)



Karte 2: Relief von Baden-Württemberg

Vorliegende Daten im Projekt: ESRI-AsciiGridFile (Raster 100 x 100 m)

Datengrundlage: LUBW, RIPS (2007)



Karte 3: Bodenübersichtskarte von Baden-Württemberg 1:350000 - Bodenkundliche Einheiten (Leitbodenformen)

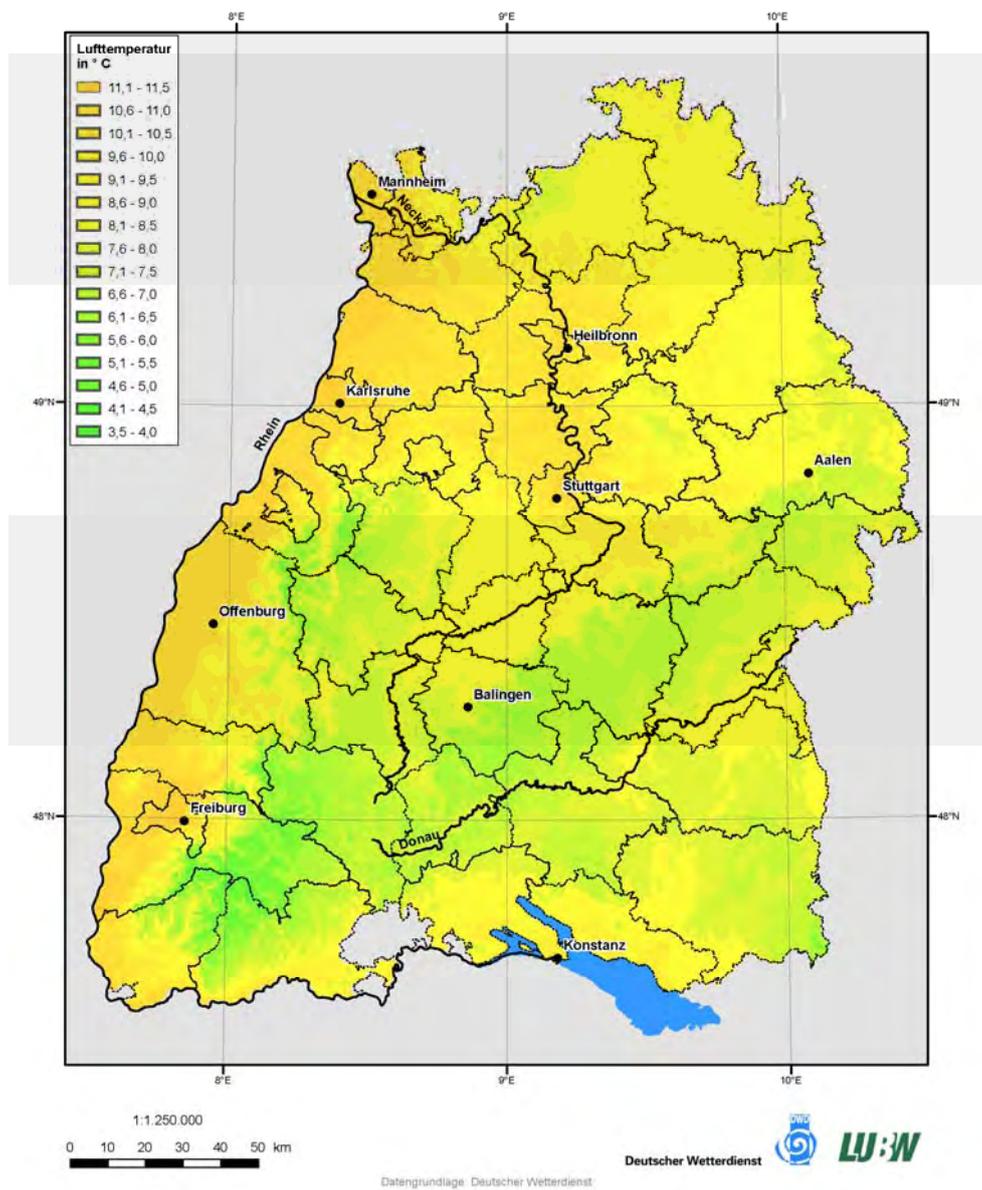
Vorliegende Daten im Projekt: ESRI – Shapefile

Quelle: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (1998)

Grundlage: GLA Baden-Württemberg (1992-95): Bodenübersichtskarte von Baden-Württemberg 1 : 200000 (6 Kartenbl.)

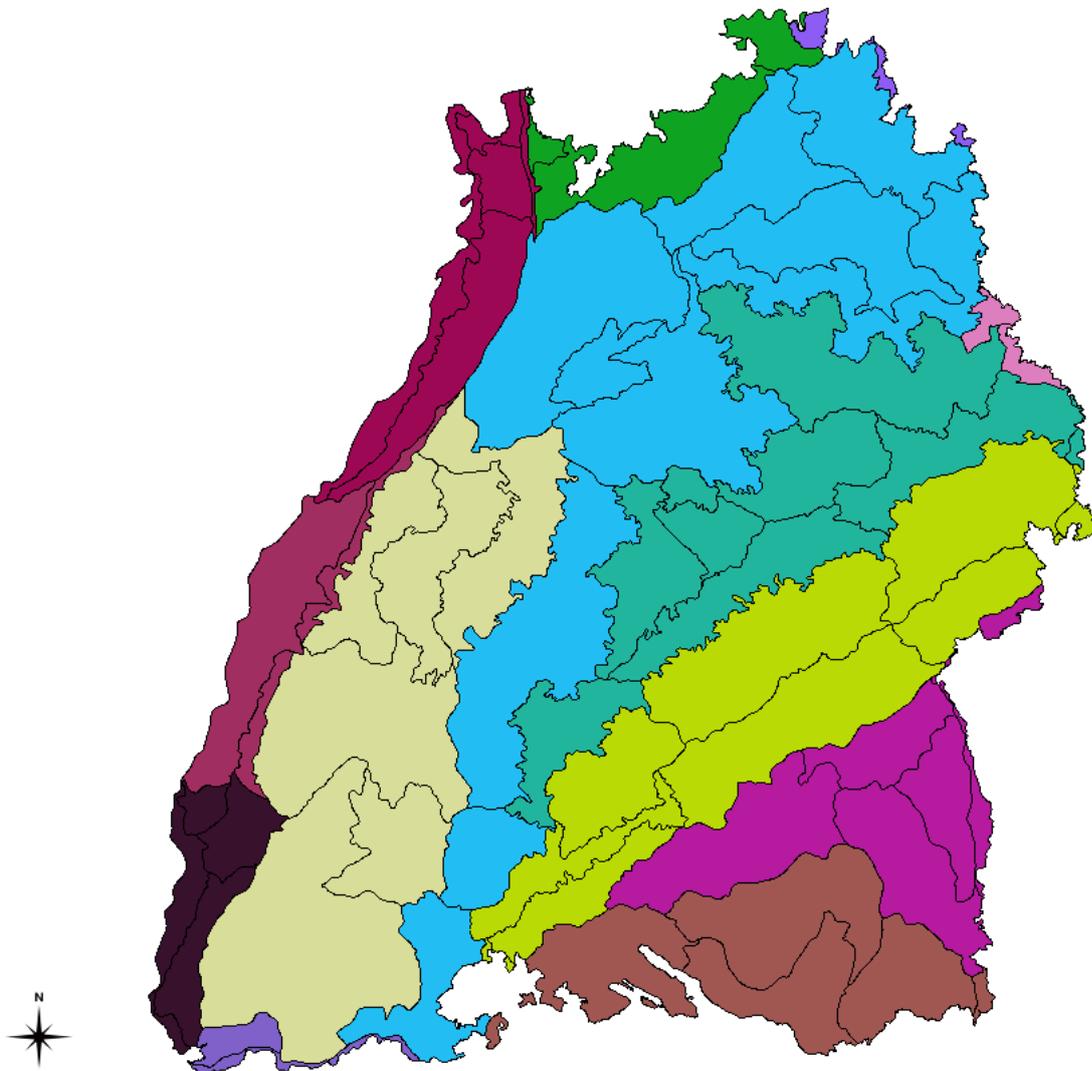
Klimaatlas Baden-Württemberg

Mitteltemperatur, Jahr



Karte 4: Karte der Jahresmitteltemperaturen von Baden-Württemberg (Periode 1971 – 2000)

Vorliegende Daten im Projekt: ESRI-AsciiGridFile (Raster 1 x 1 km)
Quelle: DWD & LUBW (2006), RIPS (2007)



Karte 5: Naturräumliche Gliederung von Baden-Württemberg 1:200.000

Vorliegende Daten im Projekt: ESRI-Shapefile

Quelle: LUBW, RIPS (2007)

11.2 Checklisten

Gesamtartenliste der Walddauerbeobachtungsflächen

Stand: 12.12.2007

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

Checklist	Gruppe	Name
Abie.alb	Kr	<i>Abies alba</i> Mill.
Abie.alS	Str	<i>Abies alba</i> Mill.
Acer.cam	Kr	<i>Acer campestre</i> L.
Acer.caS	Str	<i>Acer campestre</i> L.
Acer.pla	Kr	<i>Acer platanoides</i> L.
Acer.plS	Str	<i>Acer platanoides</i> L.
Acer.pse	Kr	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.
Acer.psS	Str	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.
Acer.spe	Kr	<i>Acer spec.</i>
Acon.vul	Kr	<i>Aconitum lycoctonum</i> subsp. <i>vulparia</i> (Rchb. ex Spreng.) Nyman
Acta.spi	Kr	<i>Actaea spicata</i> L.
Adox.mos	Kr	<i>Adoxa moschatellina</i> L.
Aego.pod	Kr	<i>Aegopodium podagraria</i> L.
Agri.eup	Kr	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.
Agro.sto	Kr	<i>Agrostis stolonifera</i> agg.
Agro.ten	Kr	<i>Agrostis capillaris</i> L.
Ajug.rep	Kr	<i>Ajuga reptans</i> L.
Alli.pet	Kr	<i>Alliaria petiolata</i> (M. Bieb.) Cavara & Grande
Alli.urs	Kr	<i>Allium ursinum</i> L.
Anem.nem	Kr	<i>Anemone nemorosa</i> L.
Anem.ran	Kr	<i>Anemone ranunculoides</i> L.
Ange.syl	Kr	<i>Angelica sylvestris</i> L.
Anom.att	M	<i>Anomodon attenuatus</i> (Hedw.) Huebener
Arum.mac	Kr	<i>Arum maculatum</i> agg.
Arun.sp.	Kr	<i>Aruncus spec.</i>
Asar.eur	Kr	<i>Asarum europaeum</i> L.
Athy.fil	Kr	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth
Atri.und	M	<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv
Atro.bel	Kr	<i>Atropa bella-donna</i> L.
Aven.fle	Kr	<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.
Bazz.tri	M	<i>Bazzania trilobata</i> (L.) Gray
Betu.pen	Kr	<i>Betula pendula</i> Roth
Blec.spi	Kr	<i>Blechnum spicant</i> (L.) Roth
Brac.pin	Kr	<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P. Beauv.
Brac.ref	M	<i>Brachythecium reflexum</i> (Starke) Schimp.
Brac.rut	M	<i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) Schimp.
Brac.sal	M	<i>Brachythecium salebrosum</i> (F. Weber & D. Mohr) Schimp.
Brac.syl	Kr	<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.
Brac.vel	M	<i>Brachythecium velutinum</i> (Hedw.) Schimp.
Brom.ben	Kr	<i>Bromus benekenii</i> (Lange) Trimen
Brom.ram	Kr	<i>Bromus ramosus</i> Huds.
Bryu.spe	M	<i>Bryum spec.</i>

Cala.aru	Kr	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth
Cala.epi	Kr	<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth
Caly.fis	M	<i>Calypogeia fissa</i> (L.) Raddi
Caly.nee	M	<i>Calypogeia neesiana</i> (C. Massal. & Carestia) Müll. Frib.
Camp.	M	<i>cf. Campylopus</i>
Camp.fle	M	<i>Campylopus flexuosus</i> (Hedw.) Brid.
Camp.per	Kr	<i>Campanula persicifolia</i> L.
Camp.pyr	M	<i>Campylopus pyriformis</i> (Schultz) Brid.
Camp.tra	Kr	<i>Campanula trachelium</i> L.
Card.pra	Kr	<i>Cardamine pratensis</i> agg.
Care.alb	Kr	<i>Carex alba</i> Scop.
Care.bri	Kr	<i>Carex brizoides</i> L.
Care.dig	Kr	<i>Carex digitata</i> L.
Care.fla	Kr	<i>Carex flacca</i> Schreb.
Care.lep	Kr	<i>Carex ovalis</i> Good.
Care.mon	Kr	<i>Carex montana</i> L.
Care.mur	Kr	<i>Carex muricata</i> agg.
Care.pal	Kr	<i>Carex pallescens</i> L.
Care.pio	Kr	<i>Carex pilosa</i> Scop.
Care.piu	Kr	<i>Carex pilulifera</i> L.
Care.rem	Kr	<i>Carex remota</i> L.
Care.spe	Kr	<i>Carex spec.</i>
Care.syl	Kr	<i>Carex sylvatica</i> Huds.
Care.umb	Kr	<i>Carex umbrosa</i> Host
Carp.beS	Str	<i>Carpinus betulus</i> L.
Carp.bet	Kr	<i>Carpinus betulus</i> L.
Cast.sat	Kr	<i>Castanea sativa</i> Mill.
Ceph.	Kr	<i>cf. Cephalanthera</i>
Ceph.bic	M	<i>Cephalozia bicuspidata</i> (L.) Dumort.
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.
Circ.lut	Kr	<i>Circaea lutetiana</i> L.
Cirr.pil	M	<i>Cirriphyllum piliferum</i> (Hedw.) Grout
Cirs.arv	Kr	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.
Cirs.pal	Kr	<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.
Cirs.spe	Kr	<i>Cirsium spec.</i>
Clem.vit	Kr	<i>Clematis vitalba</i> L.
Conv.maj	Kr	<i>Convallaria majalis</i> L.
Corn.san	Kr	<i>Cornus sanguinea</i> L.
Corn.saS	Str	<i>Cornus sanguinea</i> L.
Cory.ave	Kr	<i>Corylus avellana</i> L.
Cory.avS	Str	<i>Corylus avellana</i> L.
Crat.	Kr	<i>cf. Crataegus</i>
Crat.lae	Kr	<i>Crataegus laevigata</i> (Poir.) DC.
Crat.mon	Kr	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.
Crat.moS	Str	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.
Cten.mol	M	<i>Ctenidium molluscum</i> (Hedw.) Mitt.
Cyti.sco	Kr	<i>Cytisus scoparius</i> (L.) Link
Dact.pol	Kr	<i>Dactylis polygama</i> Horv.
Daph.meS	Str	<i>Daphne mezereum</i> L.
Daph.mez	Kr	<i>Daphne mezereum</i> L.
Dent.bul	Kr	<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Crantz
Desc.ces	Kr	<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv.
Dicr.den	M	<i>Dicranodontium denudatum</i> (Brid.) E. Britton

Dicr.het	M	<i>Dicranella heteromalla</i> (Hedw.) Schimp.
Dicr.sco	M	<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.
Digi.pur	Kr	<i>Digitalis purpurea</i> L.
Ditr.	M	cf. <i>Ditrichum</i>
Dryo.car	Kr	<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H. P. Fuchs
Dryo.dil	Kr	<i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray
Dryo.fil	Kr	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott
Dryo.spe	Kr	<i>Dryopteris spec.</i>
Epil.ang	Kr	<i>Epilobium angustifolium</i> L.
Epil.mon	Kr	<i>Epilobium montanum</i> L.
Epil.spe	Kr	<i>Epilobium spec.</i>
Epip.hel	Kr	<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz
Epip.spe	Kr	<i>Epipactis spec.</i>
Equi.hye	Kr	<i>Equisetum hyemale</i> L.
Euon.eur	Kr	<i>Euonymus europaea</i> L.
Euph.amy	Kr	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.
Euph.spe	Kr	<i>Euphorbia spec.</i>
Eurh.	M	cf. <i>Eurhynchium</i>
Eurh.ang	M	<i>Eurhynchium angustirete</i> (Broth.) T.J. Kop.
Eurh.hia	M	<i>Eurhynchium hians</i> (Hedw.) Sande Lac.
Eurh.pra	M	<i>Eurhynchium praelongum</i> (Hedw.) Schimp.
Eurh.str	M	<i>Eurhynchium striatum</i> (Hedw.) Schimp.
Eurh.swa	M	<i>Eurhynchium swartzii</i> (Turner) Curn.
Fagu.syl	Kr	<i>Fagus sylvatica</i> L.
Fagu.syS	Str	<i>Fagus sylvatica</i> L.
Fest.alt	Kr	<i>Festuca altissima</i> All.
Fest.gig	Kr	<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.
Fest.het	Kr	<i>Festuca heterophylla</i> Lam.
Fest.spe	Kr	<i>Festuca spec.</i>
Fiss.bry	M	<i>Fissidens bryoides</i> Hedw.
Fiss.tax	M	<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw.
Frag.ves	Kr	<i>Fragaria vesca</i> L.
Fran.aln	Kr	<i>Frangula alnus</i> Mill.
Frax.exc	Kr	<i>Fraxinus excelsior</i> L.
Frax.exS	Str	<i>Fraxinus excelsior</i> L.
Gale.tet	Kr	<i>Galeopsis tetrahit</i> L.
Gali.apa	Kr	<i>Galium aparine</i> L.
Gali.har	Kr	<i>Galium saxatile</i> L.
Gali.odo	Kr	<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.
Gali.rot	Kr	<i>Galium rotundifolium</i> L.
Gali.syl	Kr	<i>Galium sylvaticum</i> agg.
Gera.rob	Kr	<i>Geranium robertianum</i> L.
Gera.spe	Kr	<i>Geranium spec.</i>
Geum.urb	Kr	<i>Geum urbanum</i> L.
Glec.hed	Kr	<i>Glechoma hederacea</i> L.
Hede.hel	Kr	<i>Hedera helix</i> L.
Hell.foe	Kr	<i>Helleborus foetidus</i> L.
Hepa.nob	Kr	<i>Hepatica nobilis</i> Schreb.
Hera.sph	Kr	<i>Heracleum sphondylium</i> L.
Hete.het	M	<i>Heterocladium heteropterum</i> Schimp.
Hier.lac	Kr	<i>Hieracium lachenalii</i> C. C. Gmel.
Hier.syl	Kr	<i>Hieracium murorum</i> L.
Hord.eur	Kr	<i>Hordelymus europaeus</i> (L.) Jessen ex Harz
Humu.lup	Kr	<i>Humulus lupulus</i> L.
Hylo.spl	M	<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Schimp.
Hype.hir	Kr	<i>Hypericum hirsutum</i> L.

Hypn.cup	M	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.
Ilex.aqS	Str	<i>Ilex aquifolium</i> L.
Ilex.aqu	Kr	<i>Ilex aquifolium</i> L.
Impa.nol	Kr	<i>Impatiens noli-tangere</i> L.
Impa.par	Kr	<i>Impatiens parviflora</i> DC.
Isop.ele	M	<i>Pseudotaxiphyllum elegans</i> (Brid.) Z. Iwats.
Isot.alo	M	<i>Isothecium alopecuroides</i> (Dubois) Isov.
Isot.myo	M	<i>Isothecium myosuroides</i> Brid.
Jugl.reg	Kr	<i>Juglans regia</i> L.
Junc.eff	Kr	<i>Juncus effusus</i> L.
Junc.spe	Kr	<i>Juncus spec.</i>
juvPteri	Kr	<i>juveniler Farn</i>
Lami.gal	Kr	<i>Lamium galeobdolon</i> (L.) L.
Lari.dec	Kr	<i>Larix decidua</i> Mill.
Lath.lin	Kr	<i>Lathyrus linifolius</i> (Reichard) Bässler
Lath.ver	Kr	<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.
Lepi.rep	M	<i>Lepidozia reptans</i> (L.) Dumort.
Leuc.gla	M	<i>Leucobrum glaucum</i> (Hedw.) Ångstr.
Ligu.vul	Kr	<i>Ligustrum vulgare</i> L.
Ligu.vuS	Str	<i>Ligustrum vulgare</i> L.
Lili.mar	Kr	<i>Lilium martagon</i> L.
List.cor	Kr	<i>Listera cordata</i> (L.) R. Br.
Loni.per	Kr	<i>Lonicera periclymenum</i> L.
Loni.peS	Str	<i>Lonicera periclymenum</i> L.
Loni.xyl	Kr	<i>Lonicera xylosteum</i> L.
Loni.xyS	Str	<i>Lonicera xylosteum</i> L.
Loph.bid	M	<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.
Loph.cus	M	<i>Lophocolea bidentata</i> var. <i>rivularis</i> (Raddi) Schiffn.
Loph.het	M	<i>Lophocolea heterophylla</i> (Schrad.) Dumort.
Luzu.luz	Kr	<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilm.
Luzu.mul	Kr	<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.
Luzu.pil	Kr	<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.
Luzu.syl	Kr	<i>Luzula sylvatica</i> (Huds.) Gaudin
Lyco.ann	Kr	<i>Lycopodium annotinum</i> L.
Lysi.nem	Kr	<i>Lysimachia nemorum</i> L.
Maia.bif	Kr	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schmidt
Mela.pra	Kr	<i>Melampyrum pratense</i> L.
Meli.nut	Kr	<i>Melica nutans</i> L.
Meli.uni	Kr	<i>Melica uniflora</i> Retz.
Merc.per	Kr	<i>Mercurialis perennis</i> L.
Metz.fur	M	<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Dumort.
Mili.eff	Kr	<i>Milium effusum</i> L.
Mniu.	M	cf. <i>Mnium</i>
Mniu.hor	M	<i>Mnium hornum</i> Hedw.
Mniu.ste	M	<i>Mnium stellare</i> Hedw.
Moeh.tri	Kr	<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.
Myce.mur	Kr	<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort.
Myos.spe	Kr	<i>Myosotis spec.</i>
Nowe.cur	M	<i>Nowellia curvifolia</i> (Dicks.) Mitt.
Orob.spe	Kr	<i>Orobanche spec.</i>
Orth.	M	cf. <i>Orthotrichum</i>
Orth.mon	M	<i>Dicranum montanum</i> Hedw.
Oxal.ace	Kr	<i>Oxalis acetosella</i> L.
Para.lon	M	<i>Paraleucobryum longifolium</i> (Hedw.) Loeske
Pari.qua	Kr	<i>Paris quadrifolia</i> L.
Phyt.spi	Kr	<i>Phyteuma spicatum</i> L.

Pice.abi	Kr	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.
Pice.abS	Str	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.
Pinu.syl	Kr	<i>Pinus sylvestris</i> L.
Plag.aff	M	<i>Plagiomnium affine</i> (Blandow) T.J. Kop.
Plag.asp	M	<i>Plagiochila asplenioides</i> (L.) Dumort.
Plag.cur	M	<i>Plagiothecium laetum</i> var. <i>curvifolium</i> (Limpr.) Mastr. & Sauer
Plag.den	M	<i>Plagiothecium denticulatum</i> (Hedw.) Schimp.
Plag.lae	M	<i>Plagiothecium laetum</i> Schimp.
Plag.nem	M	<i>Plagiothecium nemorale</i> (Mitt.) A. Jaeger
Plag.por	M	<i>Plagiochila porelloides</i> (Nees) Lindenb.
Plag.suc	M	<i>Plagiothecium succulentum</i> (Wilson) Lindb.
Plat.rep	M	<i>Platygyrium repens</i> (Brid.) Schimp.
Plat.spe	Kr	<i>Platanthera spec.</i>
Pleu.sch	M	<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.
Plmn.und	M	<i>Plagiomnium undulatum</i> (Hedw.) T.J. Kop.
Plth.und	M	<i>Plagiothecium undulatum</i> (Hedw.) Schimp.
Poa.	Kr	cf. <i>Poa</i>
Poa.ann	Kr	<i>Poa annua</i> L.
Poa.cha	Kr	<i>Poa chaixii</i> Vill.
Poa.nem	Kr	<i>Poa nemoralis</i> L.
Poa.spe	Kr	<i>Poa spec.</i>
Pogo.alo	M	<i>Pogonatum aloides</i> (Hedw.) P. Beauv.
Pogo.urn	M	<i>Pogonatum urnigerum</i> (Hedw.) P. Beauv.
Pohl.lut	M	<i>Pohlia lutescens</i> (Limpr.) H. Lindb.
Pohl.nut	M	<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb.
Poly.com	M	<i>Polytrichum commune</i> Hedw.
Poly.for	M	<i>Polytrichum formosum</i> Hedw.
Poly.mul	Kr	<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.
Poly.ver	Kr	<i>Polygonatum verticillatum</i> (L.) All.
Popu.alb	Kr	<i>Populus alba</i> L.
Pore.pla	M	<i>Porella platyphylla</i> (L.) Pfeiff.
Pote.ste	Kr	<i>Potentilla sterilis</i> (L.) Garcke
Pren.pur	Kr	<i>Prenanthes purpurea</i> L.
Prim.ela	Kr	<i>Primula elatior</i> (L.) Hill
Prun.avi	Kr	<i>Prunus avium</i> L.
Prun.avS	Str	<i>Prunus avium</i> L.
Prun.mah	Kr	<i>Prunus mahaleb</i> L.
Prun.pad	Kr	<i>Prunus padus</i> L.
Prun.ser	Kr	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.
Prun.seS	Str	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.
Prun.spe	Kr	<i>Prunus spec.</i>
Prun.spi	Kr	<i>Prunus spinosa</i> L.
Pseu.men	Kr	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco
Pter.aqu	Kr	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn
Ptil.cri	M	<i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not.
Pulm.obs	Kr	<i>Pulmonaria obscura</i> Dumort.
Pulm.off	Kr	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.
Quer.peS	Str	<i>Quercus petraea</i> Liebl.
Quer.pet	Kr	<i>Quercus petraea</i> Liebl.
Quer.rob	Kr	<i>Quercus robur</i> L.
Quer.rub	Kr	<i>Quercus rubra</i> L.
Quer.spe	Kr	<i>Quercus spec.</i>
Ranu.aur	Kr	<i>Ranunculus auricomus</i> agg.
Ranu.fic	Kr	<i>Ranunculus ficaria</i> L.
Ranu.rep	Kr	<i>Ranunculus repens</i> L.
Ranu.spe	Kr	<i>Ranunculus spec.</i>

Rhiz.pun	M	<i>Rhizomnium punctatum</i> (Hedw.) T.J. Kop.
Rhyt.lor	M	<i>Rhytidiadelphus loreus</i> (Hedw.) Warnst.
Rhyt.tri	M	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> (Hedw.) Warnst.
Ribe.alp	Kr	<i>Ribes alpinum</i> L.
Ribe.rub	Kr	<i>Ribes rubrum</i> L.
Ribe.uva	Kr	<i>Ribes uva-crispa</i> L.
Robi.pse	Kr	<i>Robinia pseudacacia</i> L.
Rosa.arS	Str	<i>Rosa arvensis</i> Huds.
Rosa.arv	Kr	<i>Rosa arvensis</i> Huds.
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>
Sali.	Kr	cf. <i>Salix</i>
Sali.cap	Kr	<i>Salix caprea</i> L.
Samb.nig	Kr	<i>Sambucus nigra</i> L.
Samb.rac	Kr	<i>Sambucus racemosa</i> L.
Samb.spe	Kr	<i>Sambucus spec.</i>
Sani.eur	Kr	<i>Sanicula europaea</i> L.
Sani.unc	M	<i>Sanionia uncinata</i> (Hedw.) Loeske
Schi.apo	M	<i>Schistidium apocarpum</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.
Scle.pur	M	<i>Scleropodium purum</i> (Hedw.) Limpr.
Scro.nod	Kr	<i>Scrophularia nodosa</i> L.
Sene.fuc	Kr	<i>Senecio ovatus</i> (P. Gaertn., B. Mey. & Scherb.) Willd.
Sene.nem	Kr	<i>Senecio hercynicus</i> Herborg
Shar.sel	M	<i>Herzogiella seligeri</i> (Brid.) Z. Iwats.
Soli.gig	Kr	<i>Solidago gigantea</i> Aiton
Soli.vir	Kr	<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>virgaurea</i> L.
Sonc.spe	Kr	<i>Sonchus spec.</i>
Sorb.ari	Kr	<i>Sorbus aria</i> agg.
Sorb.arS	Str	<i>Sorbus aria</i> agg.
Sorb.auc	Kr	<i>Sorbus aucuparia</i> L.
Sorb.auS	Str	<i>Sorbus aucuparia</i> L.
Sorb.tor	Kr	<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz
Spha.gir	M	<i>Sphagnum girgensohnii</i> Russow
Spha.nem	M	<i>Sphagnum capilifolium</i> (Ehrh.) Hedw.
Sphe.min	M	<i>Anastrophyllum minutum</i> (Schreb.) R.M. Schust.
Stac.syl	Kr	<i>Stachys sylvatica</i> L.
Stel.als	Kr	<i>Stellaria alsine</i> Grimm
Stel.hol	Kr	<i>Stellaria holostea</i> L.
Stel.med	Kr	<i>Stellaria media</i> agg.
Tana.cor	Kr	<i>Tanacetum corymbosum</i> (L.) Sch. Bip.
Tara.off	Kr	<i>Taraxacum officinale</i> agg.
Tara.spe	Kr	<i>Taraxacum spec.</i>
Tetr.pel	M	<i>Tetraphis pellucida</i> Hedw.
Thui.tam	M	<i>Thuidium tamariscinum</i> (Hedw.) Schimp.
Tili.cor	Kr	<i>Tilia cordata</i> Mill.
Tili.coS	Str	<i>Tilia cordata</i> Mill.
Tili.pla	Kr	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.
Tili.plS	Str	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.
Tili.spe	Kr	<i>Tilia spec.</i>
Ulm.gla	Kr	<i>Ulmus glabra</i> Huds.
Ulm.gIS	Str	<i>Ulmus glabra</i> Huds.
Urti.dio	Kr	<i>Urtica dioica</i> L.
Vacc.myr	Kr	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.

Vacc.vit	Kr	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.
Vero.cha	Kr	<i>Veronica chamaedrys</i> L.
Vero.off	Kr	<i>Veronica officinalis</i> L.
Vibu.lan	Kr	<i>Viburnum lantana</i> L.
Vibu.laS	Str	<i>Viburnum lantana</i> L.
Vibu.opS	Str	<i>Viburnum opulus</i> L.
Vibu.opu	Kr	<i>Viburnum opulus</i> L.
Vibu.spe	Kr	<i>Viburnum spec.</i>
Vici.sep	Kr	<i>Vicia spec.</i>
Vinc.min	Kr	<i>Vinca minor</i> L.
Viol.hir	Kr	<i>Viola hirta</i> L.
Viol.rei	Kr	<i>Viola reichenbachiana</i> Boreau
Viol.riv	Kr	<i>Viola riviniana</i> Rchb.
Viol.spe	Kr	<i>Viola spec.</i>

Gesamtartenliste der Grünlanddauerbeobachtungsflächen

Stand: 12.12.2007

293	Gefäßpflanzen (G)
61	Moose (M)
6	Flechten (F)
360	Summe

Kurzname	Gruppe	Name
Abie.abi	M	<i>Thuidium abietinum</i> (Hedw.) Schimp.
Acer.cam	G	<i>Acer campestre</i> L.
Acer.pse	G	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.
Acer.spe	G	<i>Acer spec.</i>
Achi.mil	G	<i>Achillea millefolium</i> L.
Agri.eup	G	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.
Agro.coa	G	<i>Agrostis vinealis</i> Schreb.
Agro.gig	G	<i>Agrostis gigantea</i> Roth
Agro.sto	G	<i>Agrostis stolonifera</i> L.
Agro.ten	G	<i>Agrostis capillaris</i> L.
Ajug.rep	G	<i>Ajuga reptans</i> L.
Alch.mon	G	<i>Alchemilla monticola</i> Opiz
Alch.vul	G	<i>Alchemilla vulgaris</i> L.
Alli.vin	G	<i>Allium vineale</i> L.
Anac.pyr	G	<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) Rich.
Anem.nem	G	<i>Anemone nemorosa</i> L.
Ante.dio	G	<i>Antennaria dioica</i> (L.) P. Gaertn.
Anth.lil	G	<i>Anthericum liliago</i> L.
Anth.odo	G	<i>Anthericum ramosum</i> L.
Anth.ram	G	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.
Anth.vul	G	<i>Anthyllis vulneraria</i> L.
Arab.hir	G	<i>Arabis hirsuta</i> (L.) Scop.
Aren.ser	G	<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.
Arni.mon	G	<i>Arnica montana</i> L.
Arrh.ela	G	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. Beauv. ex J. Presl & C. Presl
Aspe.cyn	G	<i>Asperula cynanchica</i> L.
Aste.ame	G	<i>Aster amellus</i> L.
Aste.lin	G	<i>Aster linosyris</i> (L.) Bernh.
Astr.gly	G	<i>Astragalus glycyphyllos</i> L.
Atri.und	M	<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv.
Aula.pal	M	<i>Aulacomnium palustre</i> (Hedw.) Schwägr.
Aven.fle	G	<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.
Aven.pra	G	<i>Helictotrichon pratense</i> (L.) Besser
Aven.pub	G	<i>Helictotrichon pubescens</i> (Huds.) Pilg.
Barb.flo	M	<i>Barbilophozia floerkei</i> (F. Weber & D. Mohr) Loeske
Barb.ung	M	<i>Barbula unguiculata</i> Hedw.
Bell.per	G	<i>Bellis perennis</i> L.
Beto.off	G	<i>Betonica officinalis</i> L.
Betu.pen	G	<i>Betula pendula</i> Roth
Betu.pub	G	<i>Betula pubescens</i> Ehrh.
Brac.alb	M	<i>Brachythecium albicans</i> (Hedw.) Schimp.
Brac.pin	G	<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P. Beauv.
Brac.rut	M	<i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) Schimp.
Brac.spe	M	<i>Brachythecium spec.</i>
Brac.vel	M	<i>Brachythecium velutinum</i> (Hedw.) Schimp.
Briz.med	G	<i>Briza media</i> L.
Brom.ere	G	<i>Bromus erectus</i> Huds.
Bryu.cap	M	<i>Bryum capillare</i> Hedw.
Bryu.rub	M	<i>Bryum rubens</i> Mitt.
Buph.sal	G	<i>Buphthalmum salicifolium</i> L.

Bupl.fal	G	<i>Bupleurum falcatum</i> L.
Cala.epi	G	<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth
Call.cus	M	<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske
Call.vul	G	<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull
Caly.sep	G	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.
Camp.chr	M	<i>Campylium chrysophyllum</i> (Brid.) Lange
Camp.glo	G	<i>Campanula glomerata</i> L.
Camp.pat	G	<i>Campanula patula</i> L.
Camp.rap	G	<i>Campanula rapunculoides</i> L.
Camp.rot	G	<i>Campanula rotundifolia</i> L.
Camp.sch	G	<i>Campanula scheuchzeri</i> Vill.
Card.pra	G	<i>Cardamine pratensis</i> L.
Care.car	G	<i>Carex caryophyllea</i> Latourr.
Care.ech	G	<i>Carex echinata</i> Murray
Care.fla	G	<i>Carex flacca</i> Schreb.
Care.mon	G	<i>Carex montana</i> L.
Care.orn	G	<i>Carex ornithopoda</i> Willd.
Care.pal	G	<i>Carex pallescens</i> L.
Care.pil	G	<i>Carex pilulifera</i> L.
Care.spe	G	<i>Carex spec.</i>
Care.umb	G	<i>Carex umbrosa</i> Host
Carl.aca	G	<i>Carlina acaulis</i> L.
Carl.vul	G	<i>Carlina vulgaris</i> L.
Carp.bet	G	<i>Carpinus betulus</i> L.
Caru.car	G	<i>Carum carvi</i> L.
Cent.ery	G	<i>Centaurea scabiosa</i> L.
Cent.jac	G	<i>Centaureum erythraea</i> Rafn
Cent.mon	G	<i>Centaurea jacea</i> L.
Cent.nig	G	<i>Centaurea montana</i> L.
Cent.sca	G	<i>Centaurea nigra</i> L.
Cera.arv	G	<i>Cerastium arvense</i> L.
Cera.hol	G	<i>Cerastium holosteoides</i> Fr.
Cera.pur	M	<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.
Cetr.isl	F	<i>Cetraria islandica</i> (L.) Ach.
Cham.sag	G	<i>Chamaespartium sagittale</i> (L.) Gibbs
Cirr.pil	M	<i>Cirriphyllum piliferum</i> (Hedw.) Grout
Cirs.aca	G	<i>Cirsium acaule</i> Scop.
Cirs.arv	G	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.
Cirs.tub	G	<i>Cirsium tuberosum</i> (L.) All.
Clad.fim	F	<i>Cladonia fimbriata</i> (L.) Fr.
Clad.fur	F	<i>Cladonia furcata</i> (Hudson) Schrader
Clad.ran	F	<i>Cladonia rangiferina</i> (L.) Weber ex Wigg.
Clad.spe	F	<i>Cladonia spec.</i>
Clem.vit	G	<i>Clematis vitalba</i> L.
Clim.den	M	<i>Climacium dendroides</i> (Hedw.) F. Weber & D. Mohr
Clin.vul	G	<i>Clinopodium vulgare</i> L.
Colc.aut	G	<i>Colchicum autumnale</i> L.
Conv.arv	G	<i>Convolvulus arvensis</i> L.
Corn.san	G	<i>Cornus sanguinea</i> L.
Coro.var	G	<i>Securigera varia</i> (L.) Lassen
Cory.ave	G	<i>Corylus avellana</i> L.
Crat.mon	G	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.
Crat.spe	G	<i>Crataegus spec.</i>
Crep.mol	G	<i>Crepis mollis</i> (Jacq.) Asch.
Crep.pal	G	<i>Crepis paludosa</i> (L.) Moench
Crep.pra	G	<i>Crepis praemorsa</i> (L.) Walther
Cruc.lae	G	<i>Cruciata laevipes</i> Opiz
Cten.mol	M	<i>Ctenidium molluscum</i> (Hedw.) Mitt.
Cyno.cri	G	<i>Cynosurus cristatus</i> L.
Dact.glo	G	<i>Dactylis glomerata</i> L.
Dact.mac	G	<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soó
Dant.dec	G	<i>Danthonia decumbens</i> (L.) Dc.

Dauc.car	G	<i>Daucus carota</i> L.
Desc.ces	G	<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv.
Dian.car	G	<i>Dianthus carthusianorum</i> L.
Dian.seg	G	<i>Dianthus seguieri</i> Vill.
Dicr.het	M	<i>Dicranella heteromalla</i> (Hedw.) Schimp.
Dicr.pol	M	<i>Dicranum polysetum</i> Sw.
Dicr.sco	M	<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.
Diph.alp	G	<i>Diphasiastrum alpinum</i> (L.) Holub
Echi.vul	G	<i>Echium vulgare</i> L.
Epip.atr	G	<i>Epipactis atrorubens</i> (Hoffm.) Besser
Erig.ann	G	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.
Euon.eur	G	<i>Euonymus europaea</i> L.
Euph.cyp	G	<i>Euphorbia cyparissias</i> L.
Euph.hel	G	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.
Euph.ros	G	<i>Euphorbia verrucosa</i> L.
Euph.ver	G	<i>Euphrasia officinalis</i> subsp. <i>rostkoviana</i> (Hayne) Towns.
Eurh.hia	M	<i>Eurhynchium hians</i> (Hedw.) Sande Lac.
Eurh.pra	M	<i>Eurhynchium praelongum</i> (Hedw.) Schimp.
Eurh.str	M	<i>Eurhynchium striatum</i> (Hedw.) Schimp.
Eurh.swa	M	<i>Eurhynchium swartzii</i> (Turner) Curn.
Fag.syl	G	<i>Fagus sylvatica</i> L.
Fall.con	G	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Å. Löve
Fest.aru	G	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.
Fest.lem	G	<i>Festuca guestfalica</i> Boenn. ex Rchb.
Fest.ovi	G	<i>Festuca ovina</i> L.
Fest.pra	G	<i>Festuca pratensis</i> Huds.
Fest.rub	G	<i>Festuca rubra</i> L.
Fest.spe	G	<i>Festuca spec.</i>
Fili.vul	G	<i>Filipendula vulgaris</i> Moench
Fiss.tax	M	<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw.
Frag.ves	G	<i>Fragaria vesca</i> L.
Frag.vir	G	<i>Fragaria viridis</i> (Duchesne) Weston
Fran.aln	G	<i>Frangula alnus</i> Mill.
Frax.exc	G	<i>Fraxinus excelsior</i> L.
Funa.hyg	M	<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw.
Gali.alb	G	<i>Galium album</i> Mill.
Gali.har	G	<i>Galium saxatile</i> L.
Gali.mol	G	<i>Galium mollugo</i> L.
Gali.pum	G	<i>Galium pumilum</i> Murray
Gali.ver	G	<i>Galium verum</i> L.
Geni.pil	G	<i>Genista pilosa</i> L.
Geni.tin	G	<i>Genista tinctoria</i> L.
Gent.cil	G	<i>Gentianella ciliata</i> (L.) Borkh.
Gent.ger	G	<i>Gentianella germanica</i> (Willd.) Börner
Gent.lut	G	<i>Gentiana lutea</i> L.
Gera.san	G	<i>Geranium sanguineum</i> L.
Gera.syl	G	<i>Geranium sylvaticum</i> L.
Glob.pun	G	<i>Globularia punctata</i> Lapeyr.
Gnap.uli	G	<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.
Gymn.con	G	<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R. Br.
Hede.hel	G	<i>Hedera helix</i> L.
Heli.num	G	<i>Helianthemum nummularium</i> (L.) Mill.
Hell.foe	G	<i>Helleborus foetidus</i> L.
Hera.sph	G	<i>Heracleum sphondylium</i> L.
Hier.lac	G	<i>Hieracium lachenalii</i> C. C. Gmel.
Hier.lae	G	<i>Hieracium laevigatum</i> Willd.
Hier.pil	G	<i>Hieracium pilosella</i> L.
Hier.sab	G	<i>Hieracium sabaudum</i> L.
Hier.spe	G	<i>Hieracium spec.</i>
Hier.syl	G	<i>Hieracium murorum</i> L.
Hier.umb	G	<i>Hieracium umbellatum</i> L.
Hipp.com	G	<i>Hippocrepis comosa</i> L.

Holc.lan	G	<i>Holcus lanatus</i> L.
Homa.lut	M	<i>Homalothecium lutescens</i> (Hedw.) H. Rob.
Hylo.spl	M	<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Schimp.
Hype.per	G	<i>Hypericum perforatum</i> L.
Hype.spe	G	<i>Hypericum spec.</i>
Hypn.cup	M	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.
Hypn.lac	M	<i>Hypnum cupressiforme</i> var. <i>lacunosum</i> Brid.
Hypo.mac	G	<i>Hypochaeris maculata</i> L.
Hypo.rad	G	<i>Hypochaeris radicata</i> L.
Inul.	G	cf. <i>Inula</i>
Inul.con	G	<i>Inula conyzae</i> (Griess.) Meikle
Inul.sal	G	<i>Inula salicina</i> L.
Junc.con	G	<i>Juncus conglomeratus</i> L.
Junc.eff	G	<i>Juncus effusus</i> L.
Junc.squ	G	<i>Juncus squarrosus</i> L.
Juni.com	G	<i>Juniperus communis</i> L.
Knau.arv	G	<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.
Koel.pyK	G	<i>Koeleria pyramidata</i> (Lam.) P. Beauv.
Koel.pyr	G	<i>Koeleria pyramidata</i> agg.
Lath.aph	G	<i>Lathyrus aphaca</i> L.
Lath.pra	G	<i>Lathyrus pratensis</i> L.
Leon.aut	G	<i>Leontodon autumnalis</i> L.
Leon.hel	G	<i>Leontodon helveticus</i> Mérat
Leon.his	G	<i>Leontodon hispidus</i> L.
Leuc.vul	G	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.
Ligu.vul	G	<i>Ligustrum vulgare</i> L.
Linu.cat	G	<i>Linum catharticum</i> L.
Linu.leo	G	<i>Linum leonii</i> F. W. Schultz
Linu.ten	G	<i>Linum tenuifolium</i> L.
List.ova	G	<i>Listera ovata</i> (L.) R. Br.
Loph.bid	M	<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.
Loph.min	M	<i>Lophocolea minor</i> Nees
Lotu.cor	G	<i>Lotus corniculatus</i> L.
Lotu.hir	G	<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>hirsutus</i> Rothm.
Luzu.cam	G	<i>Luzula campestris</i> (L.) Dc.
Luzu.luz	G	<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilm.
Luzu.syl	G	<i>Luzula sylvatica</i> (Huds.) Gaudin
Medi.fal	G	<i>Medicago falcata</i> L.
Medi.lup	G	<i>Medicago lupulina</i> L.
Medi.sat	G	<i>Medicago sativa</i> agg.
Mela.arv	G	<i>Melampyrum arvense</i> L.
Mela.pra	G	<i>Melampyrum pratense</i> L.
Meli.alb	G	<i>Melilotus albus</i> Medik.
Meum.ath	G	<i>Meum athamanticum</i> Jacq.
Mniu.spe	M	<i>Mnium spec.</i>
Moli.cae	G	<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench
Musc.bot	G	<i>Muscari botryoides</i> (L.) Mill.
Nard.str	G	<i>Nardus stricta</i> L.
Odon.lut	G	<i>Odontites luteus</i> (L.) Clairv.
Onob.vic	G	<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop.
Onon.rep	G	<i>Ononis repens</i> L.
Onon.spi	G	<i>Ononis spinosa</i> L.
Ophr.sph	G	<i>Ophrys sphegodes</i> Mill.
Orch.mil	G	<i>Orchis militaris</i> L.
Orch.mor	G	<i>Orchis morio</i> L.
Orch.ust	G	<i>Orchis ustulata</i> L.
Orig.vul	G	<i>Origanum vulgare</i> L.
Orob.spe	G	<i>Orobanche spec.</i>
Pelt.spe	F	<i>Peltigera spec.</i>
Peuc.cer	G	<i>Peucedanum cervaria</i> (L.) Lapeyr.
Phle.pra	G	<i>Phleum pratense</i> L.
Phyt.orb	G	<i>Phyteuma orbiculare</i> L.

Phyt.spe	G	<i>Phyteum spec.</i>
Phyt.spi	G	<i>Phyteuma spicatum</i> L.
Pice.abi	G	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.
Picr.hie	G	<i>Picris hieracioides</i> L.
Pimp.maj	G	<i>Pimpinella major</i> (L.) Huds.
Pimp.sax	G	<i>Pimpinella saxifraga</i> L.
Pinu.syl	G	<i>Pinus sylvestris</i> L.
Plag.aff	M	<i>Plagiochila asplenioides</i> (L.) Dumort.
Plag.asp	M	<i>Plagiomnium affine</i> (Blandow) T. J. Kop.
Plag.cus	M	<i>Plagiomnium cuspidatum</i> (Hedw.) T. J. Kop.
Plag.und	M	<i>Plagiomnium undulatum</i> (Hedw.) T. J. Kop.
Plan.lan	G	<i>Plantago lanceolata</i> L.
Plan.med	G	<i>Plantago media</i> L.
Plat.bif	G	<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich.
Plat.chl	G	<i>Platanthera chlorantha</i> (Cluster) Rchb.
Pleu.sch	M	<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.
Poa.ang	G	<i>Poa angustifolia</i> L.
Poa.cha	G	<i>Poa chaixii</i> Vill.
Poa.nem	G	<i>Poa nemoralis</i> L.
Poa.pra	G	<i>Poa pratensis</i> L.
Pohl.lut	M	<i>Pohlia lutescens</i> (Limpr.) H. Lindb.
Pohl.nut	M	<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb.
Poly.ama	G	<i>Polygala amara</i> L.
Poly.bis	G	<i>Polygala vulgaris</i> L.
Poly.com	G	<i>Bistorta officinalis</i> Delarbre
Poly.for	M	<i>Polytrichum formosum</i> Hedw.
Poly.ser	G	<i>Polygala comosa</i> Schkuhr
Poly.vul	G	<i>Polygala serpyllifolia</i> Host
Popu.tre	G	<i>Populus tremula</i> L.
Pore.pla	M	<i>Porella platyphylla</i> (L.) Pfeiff.
Pote.aur	G	<i>Potentilla aurea</i> L.
Pote.ere	G	<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.
Pote.hep	G	<i>Potentilla heptaphylla</i> L.
Pote.ver	G	<i>Potentilla verna</i> agg.
Pottiace	M	<i>Pottiaceae</i>
Prim.ver	G	<i>Primula veris</i> L.
Prun.dom	G	<i>Prunus spinosa</i> agg.
Prun.gra	G	<i>Prunus domestica</i> L.
Prun.spi	G	<i>Prunella vulgaris</i> L.
Prun.vul	G	<i>Prunella grandiflora</i> (L.) Scholler
Pseu.alb	G	<i>Pseudorchis albida</i> (L.) Å. Löve & D. Löve
Quer.pet	G	<i>Quercus petraea</i> Liebl.
Quer.rob	G	<i>Quercus robur</i> L.
Quer.spe	G	<i>Quercus spec.</i>
Raco.can	M	<i>Racomitrium canescens</i> (Hedw.) Brid.
Ranu.acr	G	<i>Ranunculus acris</i> L.
Ranu.bul	G	<i>Ranunculus bulbosus</i> L.
Ranu.nem	G	<i>Ranunculus nemorosus</i> Dc.
Rhin.ale	G	<i>Rhinanthus alectorolophus</i> (Scop.) Pollich
Rhin.min	G	<i>Rhinanthus minor</i> L.
Rhiz.pun	M	<i>Rhizomnium punctatum</i> (Hedw.) T. J. Kop.
Rhod.ros	M	<i>Rhodobryum roseum</i> (Hedw.) Limpr.
Rhyt.lor	M	<i>Rhytidiadelphus loreus</i> (Hedw.) Warnst.
Rhyt.rug	M	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> (Hedw.) Warnst.
Rhyt.squ	M	<i>Rhytidium rugosum</i> (Hedw.) Kindb.
Rhyt.tri	M	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i> (Hedw.) Warnst.
Robi.pse	G	<i>Robinia pseudacacia</i> L.
Rosa.can	G	<i>Rosa canina</i> L.
Rosa.jun	G	<i>Rosa jundzillii</i> Besser
Rosa.rub	G	<i>Rosa rubiginosa</i> L.
Rosa.spe	G	<i>Rosa spec.</i>
Rubu.fru	G	<i>Rubus fruticosus</i> agg.

Rubu.spe	G	<i>Rubus spec.</i>
Rume.aca	G	<i>Rumex acetosa</i> L.
Rume.ace	G	<i>Rumex acetosella</i> L.
Salv.pra	G	<i>Salvia pratensis</i> L.
Sang.min	G	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.
Sang.off	G	<i>Sanguisorba officinalis</i> L.
Scab.col	G	<i>Scabiosa columbaria</i> L.
Scle.pur	M	<i>Scleropodium purum</i> (Hedw.) Limpr.
Scor.hum	G	<i>Scorzonera humilis</i> L.
Sene.eru	G	<i>Senecio erucifolius</i> L.
Sene.jac	G	<i>Senecio jacobaea</i> L.
Sese.ann	G	<i>Seseli annuum</i> L.
Sesl.var	G	<i>Sesleria albicans</i> Kit. ex Schult.
Sila.sil	G	<i>Silau silaus</i> (L.) Schinz & Thell.
Sile.nut	G	<i>Silene nutans</i> L.
Sile.vul	G	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke
Soli.can	G	<i>Solidago canadensis</i> L.
Soli.vir	G	<i>Solidago virgaurea</i> L.
Sorb.auc	G	<i>Sorbus aucuparia</i> L.
Spha.cap	M	<i>Sphagnum capillifolium</i> (Ehrh.) Hedw.
Spha.fal	M	<i>Sphagnum fallax</i> (H. Klinggr.) H. Klinggr.
Spha.ten	M	<i>Sphagnum tenellum</i> (Brid.) Bory
Stac.rec	G	<i>Stachys recta</i> L.
Stel.gra	G	<i>Stellaria graminea</i> L.
Succ.pra	G	<i>Succisa pratensis</i> Moench
Tana.cor	G	<i>Tanacetum corymbosum</i> (L.) Sch. Bip.
Tara.lae	G	<i>Taraxacum sect. erythrosperma</i> (H. Lindb.) Dahlst.
Tara.off	G	<i>Taraxacum sect. ruderalia</i> Kirschner, H. Øllg. & Štěpánek
Tetr.mar	G	<i>Tetragonolobus maritimus</i> (L.) Roth
Teuc.cha	G	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.
Thes.pyr	G	<i>Thesium pyrenaicum</i> Pourr.
Thui.del	M	<i>Thuidium delicatulum</i> (Hedw.) Schimp.
Thui.phi	M	<i>Thuidium philibertii</i> Limpr.
Thym.pul	G	<i>Thymus pulegioides</i> L.
Tili.spe	G	<i>Tilia spec.</i>
Trag.spe	G	<i>Tragopogon spec.</i>
Tric.cri	M	<i>Trichostomum crispulum</i> Bruch
Tric.cyl	M	<i>Ditrichum cylindricum</i> (Hedw.) Grout.
Trif.cam	G	<i>Trifolium campestre</i> Schreb.
Trif.dub	G	<i>Trifolium dubium</i> Sibth.
Trif.med	G	<i>Trifolium medium</i> L.
Trif.mon	G	<i>Trifolium montanum</i> L.
Trif.pra	G	<i>Trifolium pratense</i> L.
Trif.rep	G	<i>Trifolium repens</i> L.
Trif.spe	G	<i>Trifolium spec.</i>
Tris.fla	G	<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P. Beauv.
Trol.eur	G	<i>Trollius europaeus</i> L.
Vacc.myr	G	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.
Vacc.uli	G	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.
Vacc.vit	G	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.
Vero.arv	G	<i>Veronica arvensis</i> L.
Vero.cha	G	<i>Veronica chamaedrys</i> L.
Vero.off	G	<i>Veronica officinalis</i> L.
Vero.teu	G	<i>Veronica teucrium</i> L.
Vibu.opu	G	<i>Viburnum opulus</i> L.
Vici.cra	G	<i>Vicia cracca</i> L.
Vici.sep	G	<i>Vicia sepium</i> L.
Viol.can	G	<i>Viola canina</i> L.
Viol.hir	G	<i>Viola hirta</i> L.
Weis.con	M	<i>Weisia controversa</i> Hedw.
Weis.lon	M	<i>Weissia longifolia</i> Mitt.
Weis.spe	M	<i>Weisia spec.</i>