

Tuexenia

Beiheft Nr. 3

Jahrestagung der
Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft (FlorSoz)
in Gießen 2010



Tuexenia

Mitteilungen der
Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Beiheft Nr. 3

Herausgegeben von
Annette Otte, Bianka Zelle, Tobias Donath

im Auftrag der
Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Gießen 2010
ISSN 1866-3885

Auftraggeber für die Herausgabe der Tuexenia-Beihefte :

Dr. Dominique Remy

(Geschäftsführer der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft)

Barbarastraße 13

D-49076 Osnabrück

Tel. : + 49 541 969 2829

Fax : + 49 541 969 2815

remy @ biologie.uni-osnabrueck.de

www.tuexenia.de

Selbstverlag der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft e.V.

Layout und Satz: Leviendruck GmbH, Osnabrück

Umschlagkonzept : Goltze-Druck, Göttingen

Titelfoto : C. Eichberg, A. Otte, H. Zettl und R. Waldhardt

Druck : Leviendruck GmbH, Osnabrück

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort
2	Der Exkursionsraum Hessen
2.1	Die Lage und das Relief
2.2	Die geologischen Verhältnisse in der Übersicht
2.3	Klima und Klimaregionen
2.3.1	Allgemeine Klimabedingungen
2.3.2	Die Wuchsklimagliederung.....
2.3.3	Klimawandel und Pflanzenphänologie.....
2.4	Die Bodenlandschaften
2.4.1	Bodengesellschaften der Auensedimente und Moore.....
2.4.2	Bodengesellschaften aus pleistozänen Lockersedimenten
2.4.3	Bodengesellschaften aus solifluidalen Sedimenten des Berg- und Hügellandes
2.5	Die naturräumliche Gliederung
2.6	Die aktuelle Landnutzung
2.7	Die natürliche Vegetation von Hessen
2.8	Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Hessens.....
3	Die Exkursionen
3.1	<i>Exkursion 1: Die nördliche Oberrheinniederung</i>
3.1.1	Die Exkursionsroute.....
3.1.2	Lage und Ausstattung des Exkursionsgebietes
3.1.3	Die Exkursionspunkte im Einzelnen
3.1.4	Artenliste zur Exkursion.....
3.2	<i>Exkursion 2: Basenreiche Sandstandorte in der hessischen Rheinebene</i>
3.2.1	Hintergrund und Themenschwerpunkt
3.2.2	Die Exkursionsroute.....
3.2.3	Allgemeine Bemerkungen zum Exkursionsgebiet.....
3.2.4	Die Exkursionspunkte im Einzelnen
3.2.5	Artenliste zur Exkursion.....
3.3.	<i>Exkursion 3: Das Lahn-Dill-Bergland</i>
3.3.1	Die Exkursionsroute in der Übersicht.....
3.3.2	Lage und Ausstattung des Exkursionsgebietes
3.3.3	Die Exkursionsgebiete im Einzelnen
3.3.4	Artenliste zur Exkursion.....
3.4	<i>Exkursion 4: Die Hohe Rhön</i>
3.4.1	Die Exkursionsroute in der Übersicht.....
3.4.2	Lage, Naturraum, klimatische Verhältnisse, geologische Verhältnisse, Böden und potentielle natürliche Vegetation.....
3.4.3	Landnutzung früher und heute
3.4.4	Biosphärenreservat Rhön
3.4.5	Rahmenbedingungen für den Schutz des Birkhuhns
3.4.6	Die Exkursionsgebiete im Einzelnen
3.4.7	Artenliste zur Exkursion.....
4	Literatur- und Quellenverzeichnis
5	Autorenverzeichnis
6	Anhang

Danksagungen

Im Rahmen der Vorbereitung der Tagung der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft waren sehr unterschiedliche Aufgaben zu erledigen:

Die Organisation der Tagung haben mit großer Umsicht und Sorgfalt vorbereitet: Dr. Tobias Donath (Konzeption und Korrespondenz) und Dipl. Biol. Beatrix Mattonet (Sekretariatsaufgaben). Herr Dr. Dominique Remy hat die Erstellung des Exkursionsführers als Herausgeber betreut.

Die redaktionellen Arbeiten und die Gestaltung des Layouts des umfangreichen Exkursionsführers hat Dipl. Geogr. Bianka Zelle mit großer Sorgfalt durchgeführt. Bei der technischen Aufbereitung von Karten, Dias und Fotos wurde sie von der Techn. Zeichnerin Martina Spenner zuverlässig unterstützt.

Das Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung der Justus-Liebig-Universität Gießen hat für den Exkursionsführer die Abbildung 3.3/7 aus aktuellen Forschungsdaten erstellt. Das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) und Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (HVBG) haben für den Exkursionsführer alle notwendigen Kartenunterlagen bereit gestellt und die Abdruckgenehmigungen erteilt.

All den genannten Personen und Einrichtungen gilt der Dank der Mitglieder der Floristischsoziologischen Arbeitsgemeinschaft.

1 Vorwort

Die Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung lädt die Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft zu ihrer Jahrestagung 2010 in das 2000 errichtete Interdisziplinäre Forschungszentrum für biowissenschaftliche Grundlagen der Umweltsicherung (IFZ) an die Justus-Liebig-Universität Gießen nach Hessen ein.

Gegründet wurde die Gießener Universität 1607 vom Landgraf Ludwig V. von Hessen-Darmstadt als eine hessisch-darmstädtische, protestantische Landesuniversität mit den Fakultäten Theologie, Jurisprudenz, Medizin und Philosophie. Bis 1945 existierte sie als „Ludwigs-Universität“ (Ludoviciana). 1946 wurde sie als Justus-Liebig Hochschule für Bodenkultur und Veterinärmedizin neu eröffnet und erst 1957 erhielt die Hochschule den Universitäts-Status als Justus-Liebig-Universität zurück mit dem Auftrag, sich biologischnaturwissenschaftlich in den Lebenswissenschaften auszurichten. Die Universität hat den Auftrag angenommen, großzügige Neu- und Erweiterungsbauten wurden in Angriff genommen und heute ist die Justus-Liebig-Universität die zweitgrößte hessische Hochschule mit ca. 20.000 Studierenden.

Exkursionen, die die Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft nach Hessen geführt haben, liegen weit zurück. Tagungsorte waren 1952 Kassel, 1957 Darmstadt, 1969 Fulda und 1986 Wetzlar, d. h. die letzte hessische Exkursion der Gesellschaft war vor 24 Jahren. Die Stadt Gießen an der Lahn (76.000 Einw.) ist an der Nahtstelle von Taunus, Lahn-Dill-Bergland, Vogelsberg und Wetterau gelegen, womit eine hohe lithosphärische Heterogenität verbunden ist, die eine beachtliche (kultur-) landschaftliche und biotische Diversität in der nahen und weiteren Umgebung der Stadt zur Folge hat. Damit ist Gießen ein zentraler Ausgangspunkt für landschaftsökologisch-geobotanische Exkursionen ins Rhein-Main-Tiefeland, das Rheinische Schiefergebirge und die Rhön.

Auf die Präsentation der Erfahrungen und Ergebnisse mehr als 15jähriger Forschungsarbeiten zur Biodiversität, Vegetations- und Landschaftsökologie und zum Naturschutz freuen sich Annette Otte (Justus-Liebig-Universität Gießen) und Angelika Schwabe-Kratochwil (Technische Universität Darmstadt) und die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Arbeitsgruppen.

Außerdem gibt es etwas zu würdigen und zu feiern: Tuexenia wird 30 und wir freuen uns dieses Jubiläum an einem Ort feiern zu können, wo der Namensvater Reinhold Tüxen 1975 vom Fachbereich XX die Ehrendoktorwürde verliehen bekommen hat!

Die Herausgeber des Exkursionsführers wünschen im Namen des gesamten Vorbereitungs- und Organisationsteams anregende und lehrreiche Exkursionen in hessischen Naturräumen.

Annette Otte, Tobias Donath & Angelika Schwabe-Kratochwil

Gießen, im Juni 2010

2 Der Exkursionsraum Hessen

- Text, Tabellen und Abbildungen zusammengestellt von Annette Otte mit Beiträgen von Konrad Mollenhauer, Anita Streiftfert & Ludger Grünhage, Karl-Josef Sabel und Beatrix Mattonet -

2.1 Die Lage und das Relief

Das Bundesland Hessen liegt in der Mitte Deutschlands und erstreckt sich über eine Fläche von 21.115 km²; seine Nachbarländer sind Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Thüringen, Bayern, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz. Die Landeshauptstadt ist Wiesbaden, die Zentren der drei Regierungsbezirke sind Darmstadt (Süd Hessen; Exkursionen 1 und 2), Gießen (Mittelhessen; Exkursion 3) und Kassel (Nordhessen; Exkursion 4; Abb. 2/1).

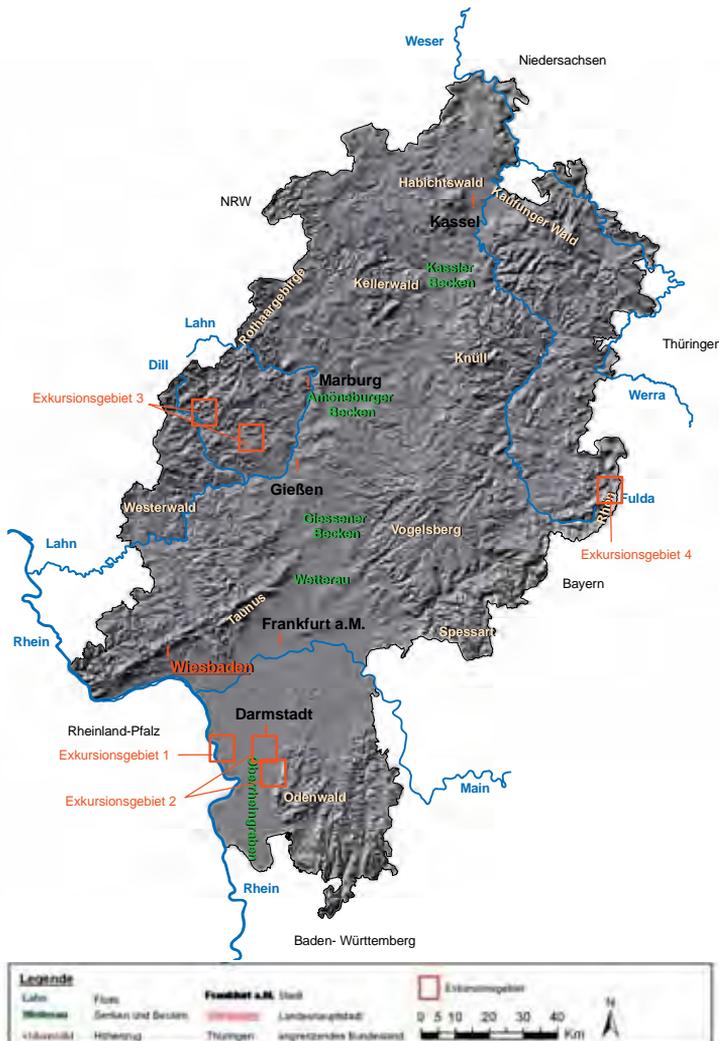


Abb. 2/1: Die Exkursionsziele in Hessen.

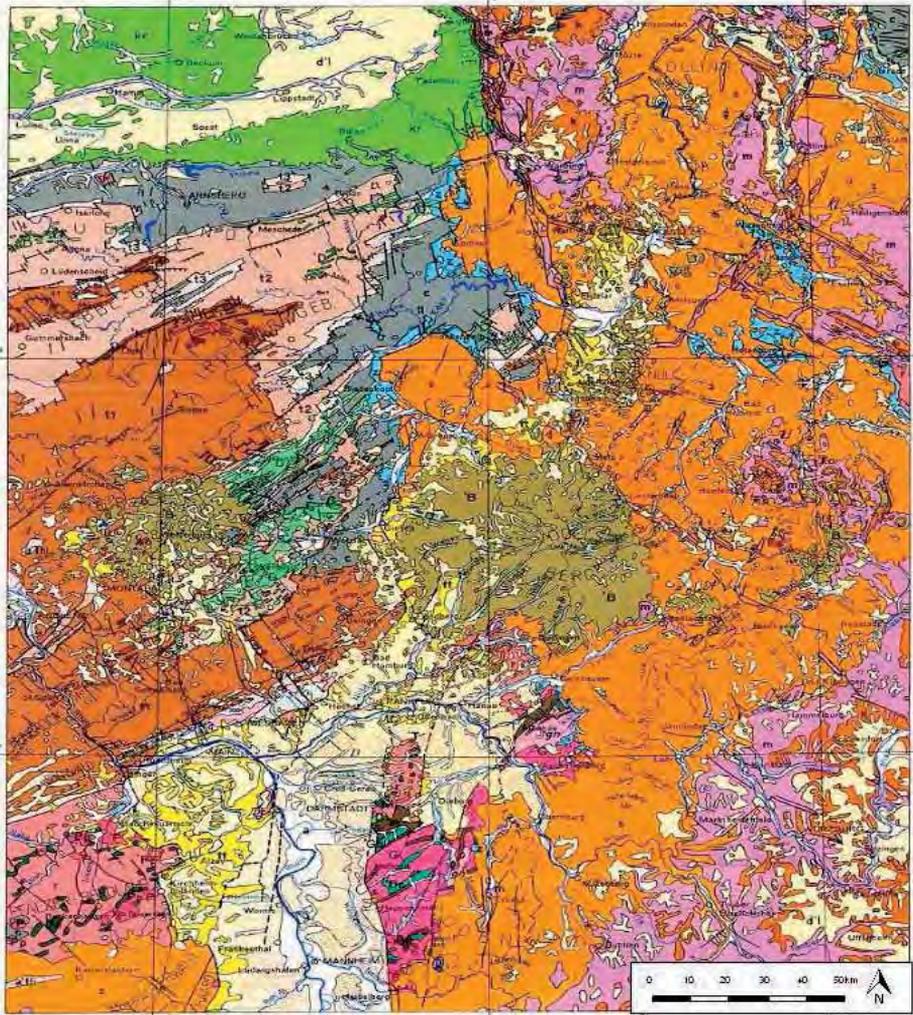
WAGNER (1961) schreibt, dass „Hessen von allen Bundesländern das abwechslungsreichste Relief besitzt“. Das Land gehört überwiegend zur Mitteldeutschen Gebirgsschwelle, für die ein kleinräumiger Wechsel von Becken, Senken und Hochgebieten charakteristisch ist. Der höchste Punkt ist die Wasserkuppe in der Rhön mit 950 m ü. NN (Abb. 3.4/2). Reliefanteile von mehr als 550 m ü. NN (bereits montane Höhenstufe) finden sich großflächig vor allem im Rothargebirge und im Westerwald, ferner im Osthessischen Bergland, der Rhön und dem Spessart. Inselhaft verstreut sind eine Reihe weiterer Erhebungen über 550 m ü. NN wie Meißner, Kaufunger Wald, Habichtswald, Kellerwald, Knüll, Taunus, Vogelsberg und Odenwald. Den Kontrast dazu bildet die Tiefenzone der Westhessischen Senke, die sich von Süden her vom Oberrheingraben (Goddelau 120 m ü. NN) über Wetterau, Gießener Becken (Giessen 186 m ü. NN), Amöneburger Becken, Schwalm, Fritzlar-Waberner Becken bis zum Kasseler Becken (Kassel 166 m ü. NN) erstreckt und die überwiegend der collinen Höhenstufe zu zuordnen ist (JUNGMANN & BRÜCKNER 2005).

2.2 Die geologischen Verhältnisse in der Übersicht

Die geologische Zweiteilung des Landes wird bei einem ersten Blick auf die geologische Karte von Hessen (Abb. 2/2) deutlich: der Westen ist durch das gefaltete Paläozoikum des Rheinischen Schiefergebirges (Devon, Karbon) gekennzeichnet und der Osten durch die wenig gestörte mesozoische Triastafel des Hessischen Berglandes. Im Detail steht dahinter jedoch eine Fülle komplizierter Verhältnisse, die zusammengefasst nach PLETSCH (1989) und JUNGMANN & BRÜCKNER (2005) dargestellt werden.

Der paläozoische Westen

Das Rheinische Schiefergebirge gilt allgemein als die Basis des mitteleuropäischen Schollenbaus. Der devonische Gebirgsrumpf hat sich nach seiner weitgehenden Abtragung im späten Paläozoikum (Karbon, Perm) während der alpidischen Faltung des Tertiärs gehoben und dabei eine Zerschneidung durch das rheinische Gewässernetz erfahren. Abtragungs- und Hebungsprozesse in Verbindung mit einer Vielfalt unterschiedlich harter Gesteine haben ein unübersichtliches, hügeliges Gebirge entstehen lassen. Beginnt man das Profil im Süden, so stellt der Taunus den östlichen Teil eines vor- bzw. hochdevonischen Hochgebirges dar, das sich aufgrund der sehr widerstandsfähigen Quarzitgesteine („Taunusquarzit“) als markanter Höhenzug erhalten hat. Nördlich an den Taunus schließt das „Hessische Syklinorium“ an, das durch mächtige Magmatite gekennzeichnet ist. Der Vulkanismus begann hier bereits im Unterdevon mit bis zu 100 m mächtigen Keratophyr- und Hornblende-Diabas-Decken, die während des Oberdevon von bis 1.000 m mächtigen submarin entstandenen Diabasdecken und Diabastuffen (Schalstein) bedeckt wurden. Dieser paläozoische Vulkanismus ist genetisch eng verknüpft mit den Roteisenlagerstätten des Lahn-Dill-Berglandes (Exkursion 3, vgl. Kap. 3.3.2), die in 2 bis 6 m Mächtigkeit mit dem Schalstein auftreten. Ähnliche Verhältnisse liegen in der Dillmulde vor, wo die devonische Füllung (Grauwacken, Sandsteine, Schiefer) sehr stark mit paläozoischen Magmatiten durchsetzt ist. Der paläozoische Magmatismus der angrenzenden Gebiete ist eine wesentliche geologische Voraussetzung für die im Lahn-Dill-Gebiet und im Siegerland schon früh entwickelte Eisen- und Buntmetallgewinnung (Latènezeit, 480 v. Chr. bis um Christi Geburt). Zur geologischen Vielfalt des östlichen Rheinischen Schiefergebirges zählt auch der tertiäre Vulkanismus des Westerwaldes, der im tektonischen Zusammenhang mit dem mio-pliozänen Einbruch des Limburger Beckens steht.



Farben- und Zeichnerklärung							
	Talboden		Letten, Gips, Dolomit, Salze, Kalksteine, Kupferschiefer		Basalt	basalisch	} Eogene Gesteine u. deren Turbe
	Tort- und Moor		Sandsteine, Schieferen, Konglomerate		Phonolith, Trachyt, Andesit	vauer	
	Elmsand		Sandsteine, Schieferen, Grauwacken, Kalksteine (Steinoblen)		Melaphyr	basalisch	
	Löss und Lehm		Schiefer, Kalksteine		Porphyrt, Phosphorit	vauer	
	Flugsand (Dünen)		„Massenalkal“, Kalksteine, Tonsteine		Dabas	basalisch	
	Schotter, Kies und Sand (Terrassen)		Tonschiefer, Quarzite, Grauwacken, Sandsteine		Kristalporphyrt	vauer	
	Sande, Tone, Mergel, Kalksteine, Sandsteine, Quarzite, Braunkohle		Tonschiefer, Sandsteine, Kalksteine, Quarzite, Bunte Schiefer, Elyllithe		Saibito, Diorit	basalisch	
	Tone, Mergel, Kalksteine, Sandsteine		Metamorphe Schiefer		Granit	vauer	
	Tone, Mergelschiefer, Kalksteine		Gneise, Serpentinsteine, Grünschiefer		verwerfung und Quarzgänge		
	Schiefer, Tone, Mergel, Letten, Sandsteine, Gips		Triasalpine Grundgebirge ungegliedert (nur in Profilen)		Überschiebungen		
	Kalksteine, Tone, Mergel, Dolomite						
	Sandsteine, Konglomerate, Schieferen, Tone, Gips						

Abb. 2/2: Geologische Übersichtskarte von Hessen. Abdruck genehmigt mit Zustimmung des HLUG, 03.05.2010

Der mesozoisch-tertiäre Osten

Im Mesozoikum fungierte die Hessische Senke als Sedimentationstrog zwischen dem Rheinischen Schiefergebirge im Westen und dem Thüringer Wald im Osten. Diese Senke wurde während der Trias mit sandigen Sedimenten aufgefüllt, so dass Ost- und teilweise auch Südhessen weitflächig von Schichten des Mittleren Buntsandsteins gebildet werden. Während der Trias vollzog sich die Auffüllung der sich vertiefenden Becken abwechselnd durch terrestrische und marine Ablagerungen. Dabei überwog terrestrische Verwitterung unter relativ trockenen und warmen Klimabedingungen. Im Kreuzungsbereich von tektonischen Störungen kam es im Tertiär (Mio- und Pliozän) zu Vulkanausbrüchen. Mit dem flach schildförmigen Vogelsberg entstand das größte zusammenhängende Basaltgebiet Mitteleuropas (2.500 km²). Auch das Gebiet nördlich des Vogelsberges ist sowohl im Bereich der Westhessischen Senke (Knüll, Habichtswald) als auch der mesozoischen Abfolge (Meißner, Rhön) stark von tertiärem Vulkanismus geprägt. Die tektonisch bereits außerhalb der Hessischen Senke liegende Rhön (Exkursion 4) besitzt ein mesozoisches Fundament aus Buntsandstein und Muschelkalk (Abb. 3.4/4), in der nördlichen Rhön auch Keuper. Die Schichten des Tertiärs erreichen Mächtigkeiten von bis zu 200 m. Die magmatischen Schmelzen des Rhön-Vulkanismus sind größtenteils basaltisch, in der Vorderrhön auch phonolithisch („Kegelspiel der Kuppenrhön“, Abb. 3.4/7).

Der Oberrheingraben

Er ist eine tektonische Senke, die sich zwischen Basel und Mainz (ca. 300 km) ab dem Mittleren Eozän (Tertiär) vor 45 Mio Jahren begonnen hat einzusenken. Der Oberrheingraben ist Teil eines Grabensystems, das sich vom ostafrikanischen Grabensystem (Rift Valley) über Libyen, das Rhonetal, den Oberrheingraben, die Westhessische Senke bis in die Nordsee verfolgen lässt und ist das Ergebnis von Störungen in einer sich dehrenden Erdkruste (ILLIES et al. 1979). Der Oberrheingraben nahm im Laufe der Zeit ca. 19.000 km³ Ton, Schluff, Sand, Kies und Mergel von den umgebenden Gebieten auf; mehrfach drang auch das Meer in diese Senke ein (Ablagerungen von Kalisalz, Bildung von Erdöl). Die größten Mächtigkeiten der tertiären Sedimente findet man nordwestlich von Mannheim, wo bei einer Tiefe von 3.335 m immer noch Tertiär (Unter-Oligozän) ansteht. Den oligozänen und miozänen Füllungen sind linksrheinisch pleistozäne Lößauflagen, rechtsrheinisch überwiegend fluviatile Sande bzw. alluviale Ton- und Lehmdecken („Auelehm“) aufgelagert.

2.3 Klima und Klimaregionen

2.3.1 Allgemeine Klimabedingungen

- Konrad Mollenhauer & Annette Otte-

Hessen liegt in der Zone des warm-gemäßigten Regenklimas der mittleren Breiten. Jedoch wird das regionale Klima stark durch die bereits erwähnte große orographische Heterogenität (Kap. 2.1) differenziert (in Nord-Süd-Richtung verlaufende Großstrukturen, kleinräumiger Wechsel von Bergland und größeren und kleineren Senken und Becken, Oberrheintiefenland). MOLLENHAUER (2005) skizziert das Klima in Hessen wie folgt: Die überwiegend westlichen Winde führen ganzjährig feuchte Luftmassen vom Atlantik heran. Der von Nordwest nach Südost abnehmende ozeanische Einfluss bewirkt milde Winter und nicht zu heiße Sommer. Generell kann man von einer Zweiteilung der klimatischen Struktur Hessens sprechen: In den Mittelgebirgen (> 300 m ü. NN, submontane Höhenstufe) fällt bei gleichmäßigerer Niederschlagsverteilung der Hauptteil der Niederschläge in den Wintermonaten (mit zeitweise geschlossener Schneedecke in den Hochlagen), und der Jahrestemperaturgang - bei geringer werdenden mittleren Lufttemperaturen mit steigender Gelände-

höhe - weist weniger Extreme auf (sog. Mittelgebirgstypus nach FEHN 1960). In den Niederungen, Senken und Becken, also Lagen < 300 m ü. NN (planare - colline Höhenstufe), hat das Klima einen stärker kontinentalen Charakter mit geringeren Niederschlagshöhen, größeren Amplituden der Temperaturextreme bei gleichzeitig höheren mittleren Lufttemperaturen und geringeren Windgeschwindigkeiten. Der Hauptteil der Niederschläge fällt in den Sommermonaten (sog. Binnenlandtypus nach FEHN 1960). Dazu besteht noch ein Nord-Süd-Gegensatz, der sich in einem deutlichen phänologischen Vorsprung Südhessens vor Nordhessen niederschlägt und von erheblicher Bedeutung für die potentielle und aktuelle Vegetation sowie die agrarische Nutzbarkeit des Raumes ist (Kap. 2.3.2).

Jahresniederschlag

Die mittleren Jahres-Niederschlagshöhen (1971 - 2000; Abb. 2/3) schwanken zwischen 500 mm (hessisches Oberrheintiefland; Exkursionen 1 und 2) und 1200 - 1300 mm im hessischen Teil des Rothaargebirges und im Hohen Vogelsberg. Weitere Gebiete mit hohen Jahresniederschlägen > 1100 mm sind die Hohe Rhön (Exkursion 4), der Hohe Meißner, der südliche Odenwald, der Westerwald und Teile des hessischen Spessarts. Gebiete mit Jahresniederschlägen < 600 mm sind neben dem Oberrheintiefland, der Rheingau, die mittlere bis nördliche Wetterau und in Nordhessen die Fritzlar-Waberner Senke. Im Jahresverlauf wird die klimatische Wasserbilanz bereits im April in weiten Gebieten Hessens (mit Ausnahme der höheren Mittelgebirgslagen) negativ, am Rhein bereits mit -20 bis -30 mm. Nahezu ausschließlich negativ - wenige Hochlagen ausgenommen - ist die mittlere monatliche klimatische Wasserbilanz im August mit Maximal-Defiziten von -50 mm in Teilen des Oberrheintieflandes (Rheingau, Rheinebene).

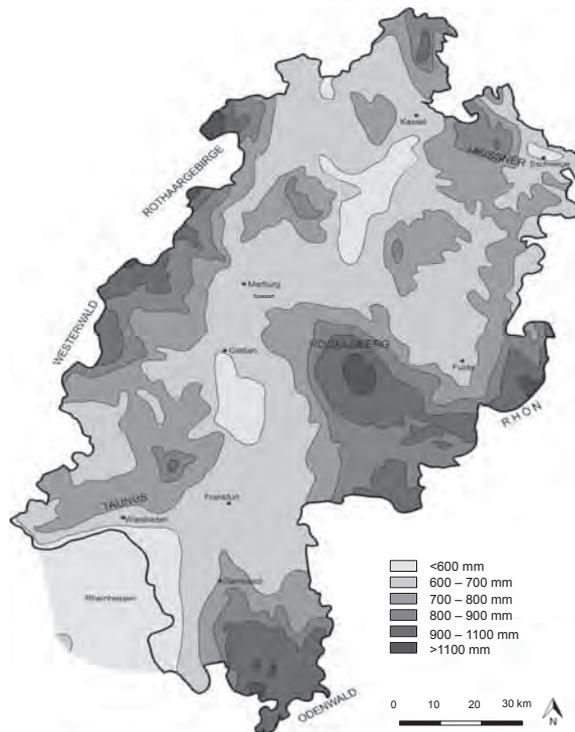


Abb. 2/3: Mittlere jährliche Niederschlagshöhe (mm) in Hessen. Zeitraum 1931-1960 (nach SCHIRMER in KALB & VENT-SCHMIDT, 1981) *Abdruck genehmigt mit Zustimmung der Autoren, 03.05.2010.*

Lufttemperatur

Die orographische Struktur Hessens bestimmt auch die Lufttemperaturen, wobei besonders die Niederungen Südhessens, vor allem das Oberrheintiefland, als besonders warm (Jahresmitteltemperatur in Goddelau 10,0 °C) gelten. Die höheren Mittelgebirgslagen wie z.B. Westerwald, Rothaargebirge, Hohe Rhön (Jahresmitteltemperatur Wasserkuppe 4,7 °C; Abb. 3.4/3), sowie Vogelsberg (Hoher Rodskopf 6,4 °C) können als besonders kalt gekennzeichnet werden. Der klimatische Gegensatz zwischen Nordhessen und Südhessen und zwischen Beckenlagen und Mittelgebirgslagen wird an den Unterschieden in der Vegetationsperiode deutlich (Zeitraum 1981 - 1990): Für Bensheim (Bergstraße) ergibt sich eine Dauer von 261 Tagen, für Beerfelden (Odenwald) von 224 Tagen, für Geisenheim von 257 Tagen, für Gießen von 243 Tagen, für Frankenberg/Eder von 220 Tagen, für Fulda von 230 Tagen, für Witzenhausen von 243 Tagen. Deutlich kürzer ist die Vegetationszeit mit weniger als 200 Tagen in den Hochlagen der Mittelgebirgslagen des Hohen Westerwaldes, Rothaargebirges, Hohen Vogelsberges und der Hohen Rhön.

Vergleicht man die Jahresniederschlagshöhen und monatlichen Mitteltemperaturen von Gießen (186 m ü. NN) der Messperioden von 1961 - 1990 und von 1991 - 2008 (Abb. 2/4 a - d; Datenquelle MÜLLER-WESTERMEIER 1990, Deutscher Wetterdienst), ist erkennbar, dass bei annähernd gleich gebliebenen jährlichen Niederschlagssummen (653 bzw. 646 mm*a⁻¹) die sommerlichen Niederschläge in der Messperiode 1991 - 2008 vor allem im Juli zugenommen haben und die Jahresmitteltemperatur um 0,6 °K angestiegen ist. Eine Modellierung von Ludger Grünhage (Institut für Pflanzenökologie, JLU Gießen) für die Zeiträume 1981 - 2010 und 2036 - 2065 sagt eine Änderung des sommerlichen Niederschlagsregimes voraus: bei abnehmenden Gesamt-Niederschlagsmengen und steigenden mittleren Jahrestemperaturen kommt es zu einem Anstieg der Niederschläge im Winterhalbjahr und zu einer Zunahme der mittleren Temperaturen im Sommer. Das lokale Klima würde - träfen die Prognosen ein - kontinentaler werden.

2.3.2 Die Wuchsklimagliederung

Die für das Pflanzenwachstum nutzbare Vegetationszeit lässt sich mittels phänologischer Daten beschreiben. 1974 wurde von ELLENBERG & ELLENBERG eine Wuchsklimakarte für Hessen (M 1:200.000) auf der Grundlage phänologischer Beobachtungen zur Bewertung der landwirtschaftlichen Nutzbarkeit des Landes veröffentlicht (Abb. 2/5). Zur Methodik schreiben die Autoren:

„Im Gegensatz zu meteorologischen Karten (sowie zu den üblichen phänologischen Karten) basiert die Wuchsklimakarte nicht auf zahlreichen Messungen jeweils eines Klimaelements an einigen wenigen Stationen (bzw. auf Feststellungen des Datums, an dem dort eine bestimmte Entwicklungsphase von jeweils einer einzigen Testpflanze eintritt). Sie verwendet vielmehr viele Relativbeobachtungen, die an Testpflanzen vorgenommen werden, und zwar nahezu lückenlos im Gelände. Dadurch wird die Interpolation zwischen den Beobachtungen wesentlich exakter als zwischen wenigen, weit über das Land verstreuten Stationen. Das Ergebnis ist allerdings stets eine relative, keine absolute Einstufung. [...]“

Abgegrenzt sind auf der Wuchsklimakarte elf relative Wärmesummen-Stufen (von kalt bis sehr warm); zusammengefasst zu sieben Stufen ist die Karte hier abgebildet (Abb. 2/5). Dabei umfasst die Stufe „rau“ das Grenzklima für Wiesenwirtschaft (Hochlagen von Rothaargebirge, Meißner, Rhön) und für rationellen Ackerbau (Teile des Waldecker Landes, Westerwaldes, Vogelsberges). Überwiegend als „kühl“ werden die ausgedehnten Zonen der Mittelgebirgslagen in den nördlichen Teilen Hessens eingestuft. Das Oberrheintiefland, die Wetterau und einige Flussniederungen im südlichen Hessen sind als „mild“ bis „warm“ gekennzeichnet, womit meist die landwirtschaftliche Eignung für Obstbau und Sonderkulturen verbunden ist. „Sehr warme“ Lagen (bei geringer Spätfrostgefahr) wie Bergstraße und

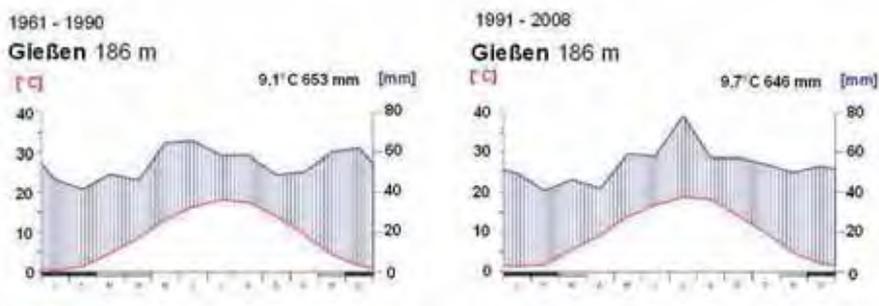


Abb.2/4 a, b: Klimadiagramme von Gießen auf der Grundlage beobachteter Daten (MÜLLER-WESTERMEIER 1990, DEUTSCHER WETTERDIENST).

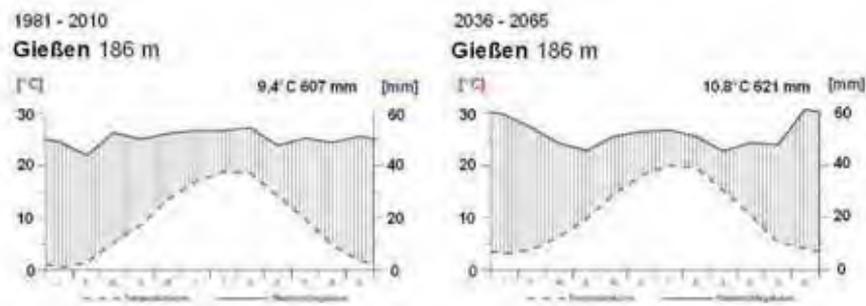


Abb. 2/4 c, d: Klimadiagramme von Gießen auf der Grundlage modellierter Daten (Quelle: modelliert mit WETTREG nach UBA (2007); Mittelwerte der Szenarien A1B, A2, B1 und B2).

Rheingau sind für Weinbau ausgewiesen worden. Die phänologischen Eintrittsdaten, die den Einstufungen dieser Karte zugrunde liegen, haben sich im Zeitraum von 1991 - 2008 zu einem früheren Beginn der Jahreszeiten hin verschoben, was aber nicht unbedingt eine Verlängerung der landwirtschaftlich nutzbaren Vegetationszeit bedeutet, wie der folgende Beitrag von Streitfert und Grünhage zeigt.

2.3.3 Klimawandel und Pflanzenphänologie

- Anita Streitfert & Ludger Grünhage -

Die nachstehend dargestellte doppelte phänologische Uhr (Abb. 2/6) zeigt, dass und wie sich die phänologischen Jahreszeiten in Hessen in den vergangenen fünf Dekaden verschoben haben (Klima-Biomonitoring, Institut für Pflanzenökologie, JLU Gießen). Der innere Ring, welcher den Eintritt der phänologischen Jahreszeiten im Zeitraum 1991 - 2008 darstellt, scheint sich - bei einem Vergleich mit der im äußeren Ring dargestellten Klimareferenzperiode (1961 - 1990) - gegen den Uhrzeigersinn gedreht zu haben. Die Jahreszeiten beginnen eher und weisen erhebliche Differenzen zu den meteorologischen (klimatologischen) Jahreszeiten, dargestellt im Zentrum der Uhr, auf. Besonders deutlich zeigt das der im Mittel um 15 Tage frühere Beginn des Frühlings. Die Vegetationsruhe hat sich um 8 Tage verkürzt. Dieser Trend könnte sich auch in der Zukunft fortsetzen.

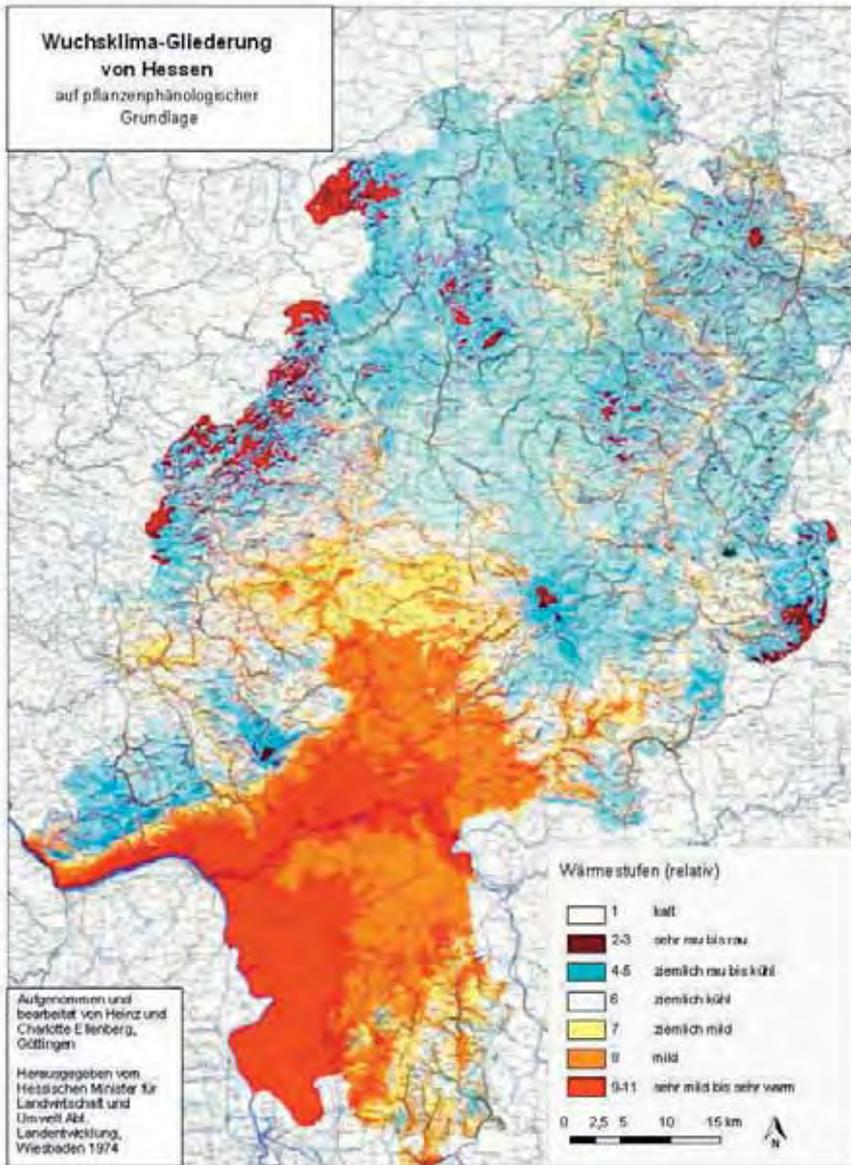


Abb. 2/5: Vereinfachte Wuchsklima-Gliederung von Hessen auf pflanzenphänologischer Grundlage (vereinfacht nach ELLENBERG & ELLENBERG 1974).

Der phänologische Frühlingsbeginn könnte Mitte dieses Jahrhunderts im Mittel bereits Ende Januar/Anfang Februar eintreten. Eine Abschätzung des Auftretens von Spätfrösten zur Zeit des Blühbeginns von ausgewählten Obstgehölzen und Beerensträuchern zeigt beispielhaft für das Marburg-Gießener-Lahntal, dass trotz Erwärmung mit einer weiter bestehenden Spätfrostgefährdung für Obstkulturen und Beerenfrüchte zu rechnen ist (Einzelheiten vgl. STREITFERT & GRÜNHAGE 2010).

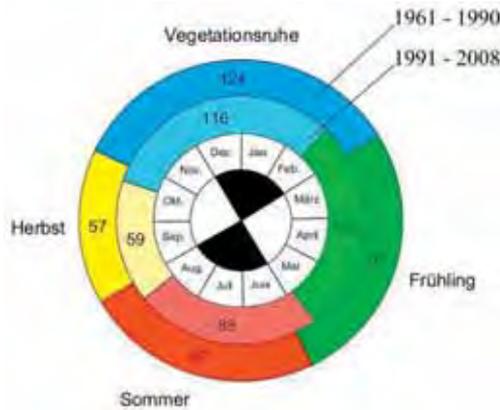


Abb.2/6: Doppelte phänologische Uhr für Hessen

Zahlenangaben: Dauer der phänologischen Jahreszeit in Tagen; Blühbeginn der Haselnuss indiziert Beginn des phänologischen Frühlings, Blühbeginn des Schwarzen Holunders indiziert Beginn des phänologischen Sommers, Fruchtreife des Schwarzen Holunders indiziert Beginn des phänologischen Herbstes, Auflaufen des Winterweizens indiziert Beginn der Vegetationsruhe (Programm zur Erstellung von Phänologischen Uhren: www.uni-giessen.de/~gf1034/PhaenUhr.jar).

2.4 Die Bodenlandschaften

- Karl-Josef Sabel -

Nach SABEL (2005) stellen geologisch jüngere Lockergesteine wie Auen- und Hochflutablagerungen, Löss, Sandlöss, Flugsand, Laacher-See-Tephra und Solifluktsdecken die Ausgangsgesteine der Bodenbildung in Hessen dar. Sie können als metermächtige homogene Sedimente oder als Gesteinsgemische vorliegen. Unter Berücksichtigung von Ausgangsgesteinen, Landschaftsformen, Relief und Klimaverhältnissen lassen sich Bodenlandschaften unterscheiden, die durch Bodengesellschaften gekennzeichnet sind. Die bedeutendsten sind die Bodengesellschaften aus fluvialen Auenablagerungen in Flusslandschaften und aus Torfen, Bodengesellschaften aus pleistozän (fluvial und äolisch) entstandenen Sedimenten (Hochflutlehm, Flugsand, Löss, Sandlöss oder Lösslehm, Laacher-See-Tephra), welche überwiegend in Becken zu finden sind. Die flächenmäßig am weitesten verbreiteten Bodengesellschaften entstanden aus solifluidalen Ausgangsgesteinen der Berg- und Hügellandschaften des Grund- und Deckgebirges sowie der Vulkanlandschaften (Abb. 2/7). Im Folgenden werden die Bodengesellschaften der Exkursionsgebiete näher beschrieben.

2.4.1 Bodengesellschaften der Auensedimente und Moore

Die Böden der holozänen Auen sind geprägt von der Bodenart der Sedimente, dem Alter und der Art der pedogenen Einwirkungen, sowie der Dynamik des Grundwassers. Die klassische Bodengesellschaft reicht typologisch von Auengley bis Vega, in Altläufen treten auch Nassgley und vermoorte Böden auf. Massive Eingriffe in die Auendynamik der größeren Flüsse (Grundwasserförderung, Flusslauf-Regulierungen) haben zu einem Absinken des Grundwasserstandes und der Verhinderung der periodischen Überflutungen geführt. Deshalb entsprechen die im Bodenprofil erkennbaren Horizonte der Grundwasserschwankungen häufig nicht mehr der aktuellen Dynamik. Neben der Ablagerung charakteristischer Auenlehme belegen die Auen größerer Ströme (z. B. Oberrhein, Exkursion 1) auch ein

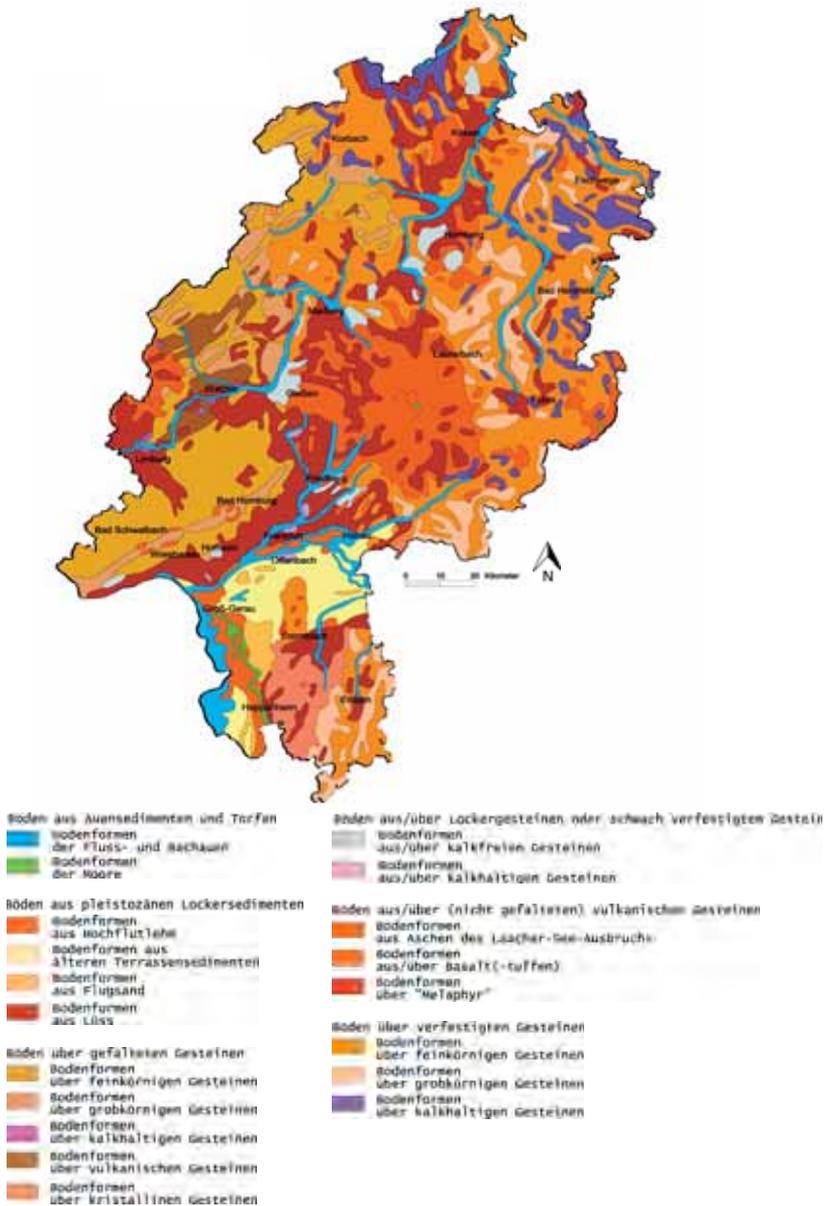


Abb. 2/7: Bodenübersichtskarte von Hessen (SABEL 2005). Abdruck genehmigt mit Zustimmung des HLUG, 03.05.2010

räumlich und zeitlich differenziertes Bild der Substrat- und Bodengese (WEIDNER 1990). So tragen die spätpleistozänen/frühholozänen sandig-lehmigen Auensedimente vorwiegend Kalktschernosem-Parabraunerde-Bodengesellschaften, die mittel- bis jungholozänen tonigen Ablagerungen hingegen Auengley-Auenpelosol-Bodengesellschaften mit ausgehärteten reliktschen oder fossilen grundwasserbürtigen Kalkanreicherungs-horizonten (regional: Rheinweiß) sowie die jüngsten Sedimente Auengley oder Vega. Gerade die älteren Altläufe am Rhein sowie der Altneckarlauf sind vertorft und bergen Niedermoore mit fortgeschrittener Vererdung. An organischen Böden sind noch die Hochmoore der Rhön erwähnenswert (Exkursion 4).

2.4.2 Bodengesellschaften aus pleistozänen Lockersedimenten

Am Oberrhein und Untermain werden die Hochflutsedimente und älteren Terrassen, aber auch das Tiefland bis zum Anstieg des Odenwaldes und des Messeler Hügellandes von weiten Flugsandfeldern und Dünenzügen bedeckt (Exkursion 2). Tiefgründige (Bänder-) Braunerden und Bänder-Parabraunerden charakterisieren diese Standorte. Auf den primär meist kalkfreien Flugsanden am Untermain entwickelten sich dagegen saure, teilweise podsolierte (Bänder-) Braunerden. Mit zunehmendem Geländeanstieg dünnt der in situ liegende Flugsand schnell aus um schließlich nur als äolische Fremdkomponente in einer Soliflukationsdecke zu sein. Die verbreitet durch Anbau von Sonderkulturen wie Gemüse (insb. Spargel), Obst- und Beeren genutzten Flugsande werden immer wieder äolisch reaktiviert und bilden dann Bodengesellschaften mit Pararendzina oder Regosol und Kolluvisol aus Äolium.

Größte Bedeutung als Ausgangssubstrat der Bodenbildung und als sehr weit verbreitete Beimischung in den Soliflukationsdecken kommt dem Löss zu. Allerdings sind nur noch in den trockenen Zentralbereichen der Becken wie Wetterau und Fritzlarer Börde schwarzerdeähnliche Reliktböden erhalten, die zu den feuchteren Randgebieten hin zur Parabraunerde überleiten. Im Untermaingebiet, Kasseler, Limburger und Fuldaer Becken, Ebsdorfer Grund und der Gießener Talweitung dominieren Parabraunerde-Bodengesellschaften. Die Laacher-See-Tephra ist in Hessen in situ nur sehr gering verbreitet (Westerwald, Raum Gießen-Marburg, Lahn-Dill-Bergland, Taunuskamm), tritt aber als Bestandteil der jüngsten Soliflukationsdecke (Hauptlage) praktisch ubiquitär auf (Exkursion 3). Ist die Tephra der Hauptlage in ausreichender Konzentration beigemischt, entwickelt sich Lockerbraunerde, die vorwiegend in den Hochlagen der Mittelgebirge (Westerwald, Lahn-Dill-Bergland, Taunus, Vogelsberg, Rhön, Willinger Upland) verbreitet ist.

2.4.3 Bodengesellschaften aus solifluidalen Sedimenten des Berg- und Hügellandes

In den Berg- und Hügelländern (Grundgebirge, Schichtstufenlandschaft, Vulkangebiete) bilden Soliflukationsdecken das Ausgangssubstrat der Pedogenese. Für die Exkursionsgebiete stellen sich die Verhältnisse wie folgt dar.

Bodengesellschaften des Grundgebirges

Die Vielfalt der mehr oder weniger intensiv gefalteten Gesteine und die Oberflächenformung des Grundgebirges bedingen die große Heterogenität der Bodenformengesellschaften. In der räumlichen Struktur ähnlich, hinsichtlich der geochemischen Verhältnisse jedoch konträr, stellen sich die Bodengesellschaften über Quarziten und Sandsteinen (Taunuskamm) und Metabasalten (Westerwald, Lahn-Dill-Bergland) dar. Als Härtlinge (Dünsberg, 498 m ü. NN, nordwestlich von Gießen) ragen sie aus der Landschaft heraus und tragen verbreitet flach- bis mittelgründige, skelettreiche Böden (Braunerden, Ranker), die über quarzreichem Gestein zum Podsol tendieren. Die Böden werden fast ausschließlich forstwirtschaftlich genutzt (Exkursion 3).

Bodengesellschaften der Vulkanlandschaft

Die Bodenlandschaften der vulkanischen Gebirge des Tertiärs wie z. B. der Vorder- und Kuppenrhön werden von zwei Bodengesellschaften charakterisiert (Exkursion 4):

Auf konvexen Rücken, in Oberhang- und Mittelhangposition, sind skelettreiche lössarme Schutte verbreitet, in denen an Grobporen reiche, edaphisch trockene, aber aufgrund des basaltischen Lockergesteinsanteils basenreiche Braunerden entwickelt sind. In exponierten Lagen entstanden vereinzelt auch Blockströme mit Skelett- und Felshumusböden. Vielfach wurden im Hang Vulkaniklastite angeschnitten, über denen schwebende Grundwasser-

stockwerke in die Soliflutionsdecken entwässern. Die Bodengesellschaft ist durch Quellengley und Hanggley in unmittelbarer Nachbarschaft zu Braunerde gekennzeichnet (Abb. 3.4/9).

In konkaven Hangflanken, in Unterhangposition und vor allem in den Talschlussmulden treten feinerdereiche, häufig stark verdichtete Mittellagen auf. Die Bodengesellschaft reicht von saurem, basenarmem Pseudo- zu Stagnogley, von Quellengley und Anmoor- zu Moorgley. Diese Reliefunterschiede werden wegen der Vernässung bevorzugt als Grünlandstandorte genutzt. Ackerbauliche Nutzung ist dagegen auf die trockenen Hangflanken begrenzt. Die landwirtschaftliche Nutzung einschränkende Gesteinsbrocken wurden vor allem in den 1930er Jahren ausgelesen und zum Bau von Ackerterrassen verwendet oder an den Grundstücksgrenzen aufgeschichtet, wo sich später Hecken angesiedelt haben, die heute für die Fluren der vulkanischen Mittelgebirge typisch sind.

2.5 Die naturräumliche Gliederung

Die Abgrenzung der landschaftlichen Groß- und Untereinheiten erfolgt auf der Grundlage von geologisch-geomorphologischer Struktur, vorkommender Bodengesellschaften und vorherrschender Bodennutzung. Die für Deutschland entwickelte Systematik von MEYNEN & SCHMITHÜSEN (1962) wurde von KLAUSING (1974) für Hessen modifiziert. Die vier Exkursionen führen in das Nördliche Oberrheintiefland (Exkursion 1: Nördliche Oberrheinniederung, Naturraum 222); Exkursion 2: Hessische Rheinebene (Naturraum 225), den Westerwald (Exkursion 3: Lahn-Dill-Bergland, Naturraum 320) und in das Osthessische Bergland (Exkursion 4: Vorder- und Kuppenrhön, Naturraum 353). Zur Abgrenzung vgl. Abb. 2/8). Die detaillierte Beschreibung der naturräumlichen Verhältnisse in den Exkursionsgebieten ist den ausführlichen Darstellungen in Kap. 3 zu entnehmen.

2.6 Die aktuelle Landnutzung

In Hessen waren 2005 von den 2,11 mio ha Landesfläche 43 % als Landwirtschafts-, 40 % als Wald- und 15 % als Siedlungs- und Verkehrsfläche erfasst (UMWELTATLAS HESSEN: <http://atlas.umwelt.hessen.de/atlas/>). Hessen ist eines der waldreichsten Bundesländer in Deutschland; der Waldanteil nahm zwischen 1981 und 2005 um knapp 12.100 ha zu. Große zusammenhängende Waldgebiete gibt es in den Mittelgebirgslagen Kellerwald, Odenwald, Spessart, Westerwald und dem hessischen Teil des Sauerlandes.

Innerhalb der Landwirtschaftsfläche lag der Anteil Ackerland bei 67 % und der Grünlandanteil betrug 31 %. Zwischen 1981 und 2005 hat die landwirtschaftliche Fläche um 80.000 ha abgenommen. Die hessische Landwirtschaft war seit jeher in Gebieten mit traditioneller Realteilung klein strukturiert - vor allem in Mittel- und Südhessen. Diese Struktur unterstützt die Nebenerwerbslandwirtschaft (32 % der landwirtschaftlichen Betriebe), die noch aufrecht erhalten bleibt, da es genügend Arbeitsplätze in relativer Nähe zu den Wohnorten gibt (HIETEL et al. 2007). Dagegen ist die Landschaftsstruktur deutlich großflächiger, wo das Ältestenrecht gilt (z. B. Nordhessen). Die damit verbundenen Landnutzungsmuster sind eng korreliert mit der Biodiversität (REGER et al. 2007). Die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe geht derzeit aber rasant zurück (GRASS 2005), die frei werdenden Flächen werden von den wachsenden Betrieben aufgenommen. Die mittlere Flächenausstattung der Betriebe hat sich von 1991 (16,8 ha) bis 2003 mit 29,9 ha um mehr als 75 % vergrößert. Brachland gibt es heute wenig, allerdings spielte die sog. „Sozialbrache“ in den 1970er Jahren in den ertragsschwachen hängigen Lagen des Westerwaldes (Lahn-Dill-Bergland) eine gewisse Rolle, worüber in ersten Arbeiten zur Sukzession nach Acker- und Grünlandnutzung berichtet wurde (VON BORSTEL 1974). Landnutzungsdynamik ist für das Lahn-Dill-Bergland typisch: heute werden solche Standorte auch wieder beweidet (mit Mutterkühen oder Schafen, vgl. REGER et al. 2007).

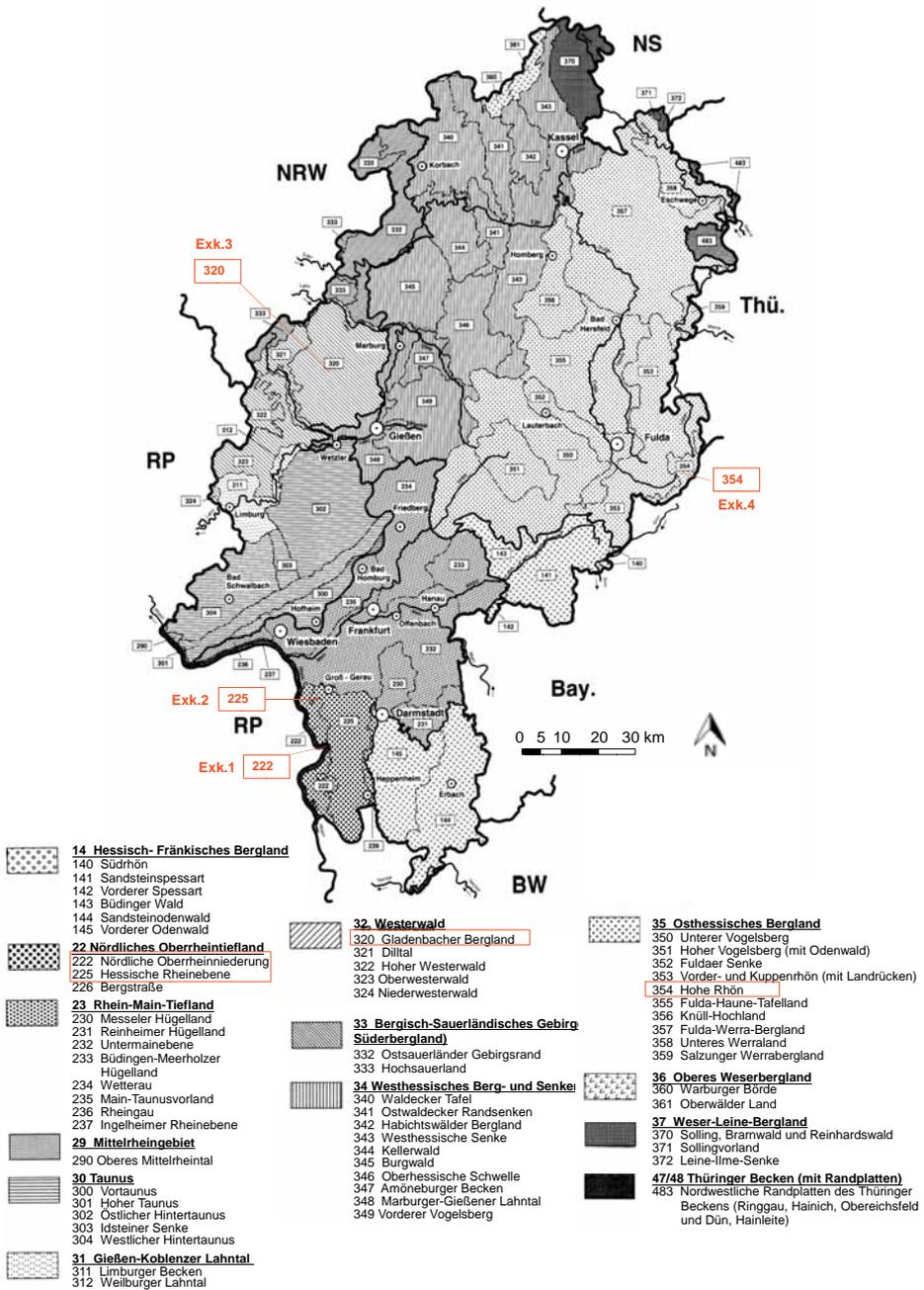


Abb. 2/8: Übersicht der naturräumlichen Gliederung von Hessen (nach KLAUSING 1974).

Auf Ackerland wird 2002 überwiegend Getreide (Winter-Weizen 31 %) angebaut, zu Beginn der 1970er Jahre noch zu fast 70 %, heute bei gestiegenem Raps (11,2 %)- und Maisanbau (Silomais 7,5 %) immerhin noch 63 %. „In den vergangenen 50 Jahren hat die Ertragsentwicklung bei allen Kulturpflanzen einen früher ungeahnten Aufschwung genommen. Lagen die Durchschnittserträge für Weizen im Jahre 1900 noch bei 20,7 dt/ha und für Roggen bei 19,6 dt/ha, so stiegen sie bis 1950 auf 27,5 und 23,6 dt/ha. Im Jahr 2000 lag der Weizenantrag in Hessen bei 71,9 dt und bei Roggen 58,8 dt/ha. [...]“ (GRASS 2005).

70 % der Einnahmen der Landwirte kommen aus der tierischen Veredelung. Allerdings ist Hessen kein Land mit intensiver Tierhaltung; durchschnittlich wird weit weniger als eine Großvieheinheit (GV)/ha LN gehalten. Dieser Tatsache verdankt Hessen einen heute noch hohen Anteil sehr artenreichen Grünlandes (Wiesen). Allerdings ist die Zahl der Milchvieh haltenden Betriebe sehr stark rückläufig. Gab es 1970 noch 72.600 Betriebe mit Milchkuhhaltung (5,1 Kühe/Betrieb), waren es 2003 nur noch 5.100 Betriebe (29,6 Kühe/Betrieb). Damit verbunden ist eine Leistungssteigerung in der Milchproduktion, die durchschnittlich bei 6.500 kg/Jahr beträgt (bei kontrollierten Herdbuchkühen 8.000 kg/Jahr). Solche Leistungen werden nicht durch die Verfütterung von Heu erzielt, sondern resultieren aus der Verfütterung von Silo-Mais, der auf Ackerstandorten produziert wird. Die Zahl der Mutterkühe liegt bei 40.500 (langsam steigende Tendenz); sie weiden einen Großteil des Futters ab, das früher der Heugewinnung vorbehalten war. Wo sich die Rinderhalter zurückziehen, werden die frei werdenden Flächen von Pferde- und Schafhaltern genutzt. Pferdehaltung ist vor allem im Umland der Städte eine lohnende Einkommensalternative für Landwirte; derzeit gibt es in Hessen wieder 35.000 Pferde. Vom Bedarf der Pferde an Rohfaser reichem Heu profitiert die Artenvielfalt magerer Wiesen, deren Ertrag in der Pferdehaltung abgesetzt werden kann (Exkursion 1: Stromtalwiesen in der Rheinaue). Schafe (ca. 190.000) und Ziegen (10.000) weiden in Naturschutzgebieten die für die Rinderhaltung nicht mehr benötigten Flächen ab (GRASS 2005).

2.7 Die natürliche Vegetation von Hessen

Für Europa liegt eine Karte der natürlichen Vegetation vor (BOHN et al. 2004). Der Ausschnitt, in dem das Bundesland Hessen liegt (Abb. 2/9), zeigt, dass in Hessen, abgesehen von kleinflächigen Sonderstandorten (z. B. Gewässer, Quellen, Hochmoore in der Rhön, Blockschutthalde), die zonale Vegetation auf normalen Standorten in verschiedenen Trophie- und Höhenbereichen von Buchenwäldern gebildet wird (BOHN et al. 2004). Die übrigen Standortbereiche besitzen als natürliche Vegetation formenreiche Laubwälder, in denen die Buche fehlt oder nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Flächenmäßig überwiegen in allen Höhenlagen Hainsimsen-Buchenwälder (*Luzulo-Fagenion*; Legendeneinheit F9, F10) auf sauren, an Kationen armen Böden mit schlechter bis mittlerer Nährstoffversorgung aus Sand-, Schluff-, Tonstein (Mittlerer und Unterer Buntsandstein), Ton-, Kieselschiefer, Grauwacke und Quarzit (Unterkarbon, Devon; Exkursion 3), Sand (Tertiär) sowie dem Verwitterungsmaterial der genannten Gesteine mit geringem Lößanteil. Auf an Kationen reichen Böden mit guter Nährstoffversorgung aus Lehm- und Schuttdecken vulkanischer Gesteine (Exkursion 4), Verwitterungsmaterial aus Kalk-, Sand- und Tonstein (Muschelkalk, Buntsandstein) oder Grauwacke, Ton- und Kieselschiefer (Karbon, Devon) sowie über Tertiär-, Muschelkalk- und Buntsandstein-Gesteinen kommen auf neutralen bis sauren Böden Waldmeister-Buchenwälder (*Galio-Fagenion*) und auf basischen Böden im Hügel- und unteren Bergland Orchideen-Buchenwälder (*Cephalanthero-Fagenion*) vor (Legendeneinheiten F11 - F13).

Azonale Wälder haben in Hessen natürliche Vorkommen in den Flusssystemen von Rhein, Main, Lahn, Werra und Fulda. Der Wasserhaushalt in der Flussaue bestimmt die Zusammensetzung der Auen- und feuchten Niederungswälder (*Alno-Ulmion*) mit *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus species*, *Salix species*, *Populus nigra*, *Alnus glutinosa* und *A. incana* (Legendeneinheit U1; Exkursion 1). Stiel-Eichen-Hainbuchenwälder (*Carpinion betuli*, Legendeneinheit F5) kommen in der Niederung des Rheins und in Flussabschnitten von Lahn, Ohm, Eder, Schwalm, Fulda, Wehre und Werra auf holozänen fluviatilen Talsedimenten aus Löß und Lößlehm vor (BOHN 1994). Im wärmebegünstigten Rheingau würden thermophile Trauben-Eichen-Hainbuchenwälder vorherrschen (Legendeneinheit F6). Auf den ausgedehnten pleistozänen Lockersedimenten (Fluss- und Flugsanddecken) der Rhein-Main-Ebene (Kap. 2.4.2) sind bodensaure, zwergrausch- und

moosreiche Eichen- und Kiefern-Eichenwälder (*Genisto-Quercenion robori-petraeae*, Legendeneinheit F3; Exkursion 2) die natürliche Vegetation.

2.8 Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Hessens

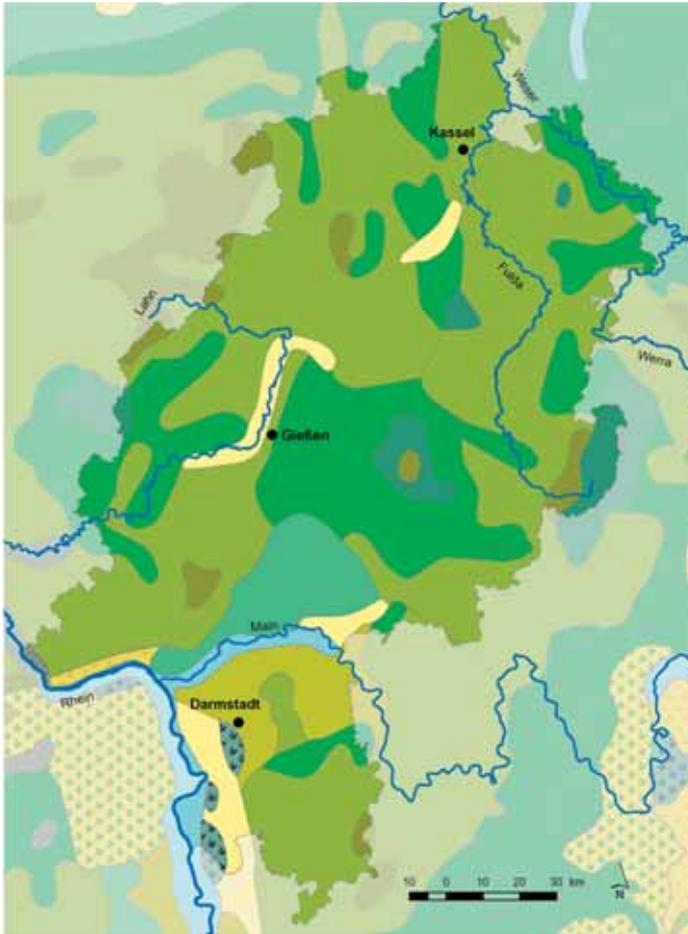
- Annette Otte & Beatrix Mattonet -

Die vier Exkursionen führen in Exkursionsgebiete, die durch floristischen Reichtum und Besonderheiten ausgezeichnet sind. Ein Kapitel über die Situation der bestandsgefährdeten Farn- und Samenpflanzen in Hessen soll dies verdeutlichen. Die Arbeitsgruppe „Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Hessens“ der Botanischen Vereinigung für Naturschutz in Hessen (BVNH) hat zum 31. Oktober 2008 die 4. Fassung der Roten Liste veröffentlicht (<http://www.bvnh.de/>). Alle Zahlengaben beziehen sich auf 1.822 Farn- und Samenpflanzen in Hessen, zu denen auch 152 fest eingebürgerte Neophyten zählen (BVNH 2008). Die Gefährdungssituation wird durch Abb. 2/10 veranschaulicht, die analog zu einer Darstellung von KORNECK et al. (1998) erstellt wurde, wo die Gefährdungssituation für die Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands analysiert und bewertet worden ist. Einen Abdruck der Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Hessens (Nomenklatur nach HAEUPLER & WISSKIRCHEN 1998) finden Sie am Ende des Exkursionsführers (Anhang 1).

In Hessen sind 640 Farn- und Samenpflanzen (BVNH 2008) als Arten der Roten Liste der Kategorien 0 - R erfasst, dazu kommen noch 127 Arten (7 %) der Vorwarnstufe (V). Das entspricht 35,1 % des Bestandes und liegt um 6,7 % über dem Wert für Deutschland! Dies ist vorrangig bedingt durch die hohe Zahl von 143 ausgestorbenen oder verschollenen Arten (7,8 % Kategorie 0). In der Auswertung von KORNECK et al. (1998) sind bundesweit nur 1,4 % (47 Arten) ausgestorben oder verschollen. Erklärbar sind diese Unterschiede damit, dass Arten die in Hessen als ausgestorben oder verschollen gelten, glücklicherweise in anderen Bundesländern noch vorkommen. Zu den in Hessen ausgestorbenen oder verschollenen Arten zählen Ackerwildkräuter wie *Adonis flammea*, *Calendula arvensis*, *Nonea pulla*, *Vaccaria hispanica* und Magerrasenarten wie *Botriochloa ischaemum*, *Gentiana verna*, *Ophrys sphegodes*, *Orchis coriophora*, *Trinia glauca*, Arten der Felsheiden *Dryas octopetala*, *Dorycnium herbaceum*, *Daphne cneorum*, Wasserpflanzen wie *Caldesia parnassifolia*, *Luronium natans*, *Potamogeton coloratus*, *P. gramineus*, *Utricularia intermedia*, Arten der Zwischenmoore *Drosera intermedia*, *D. longifolia*, *Hammarbya paludosa*, *Rhynchospora fuca*, *Scheuchzeria palustris* sowie Arten der Nadelwälder *Arctostaphylos uva-ursi*, *Linnaea borealis*, *Rubus chamaemorus* u. v. a. Beinahe identisch sind die Vergleichswerte mit der Liste von Deutschland bei den Kategorien 1 (He: 3,1 %, D 3,6 %), 2 (He: 8,4 %, D 8,2 %), 3 (He: 10,8 %, D 11,5 %) und G (He: 1 %, D 1 %). Über den Werten für Deutschland liegen noch die Kategorien R (He: 4,0 %, D 2,8 %) und V (He: 7,0 %, D 5,1 %).

Die Arten für die das Bundesland Hessen besondere Verantwortung besitzt, sind nach HEMM (2008) *Allium lineare*, *Bassia laniflora*, *Campanula baumgartenii*, *Carex hordeistichos*, *Festuca duvalii*, *Euphrasia frigida*, *Iris spuria*, *Mibora minima*, *Moenchia erecta*, *Scleranthus verticillatus*, *Sedum villosum*, *Ventenata dubia* und *Vicia orobus*. Ein Vergleich der Bestandssituation zwischen 1996 und 2008 weist für die folgenden Arten eine Bestandsverbesserung nach: *Bassia laniflora* 2 → 3, *Campanula baumgartenii* 3 → V und *Iris spuria* 2 → 3; allerdings ist *Vicia orobus* verschollen (→ 0). Die Auswertung von HEMM zeigt weiterhin, dass die folgenden Pflanzenfamilien durch einen hohen Anteil an

bestandsgefährdeten Arten auffallen: *Lycopodiaceae* (Gattung *Diphasiastrum*, *Huperzia selago*, Gattung *Lycopodium*), *Pyrolaceae* (*Chimaphila umbellata*, *Moneses uniflora*, *Orthilia secunda*, Gattung *Pyrola*), *Lentibulariaceae* (*Pinguicula vulgaris*, Gattung *Utricularia*), *Orobanchaceae* und *Orchidaceae*.



-  **F3** Bodensaure, zwergstrauch- und moosreiche Eichen- und Kiefern-Eichenwälder im ostmitteleuropäischen Tief- und Hügelland auf Sand
-  **F5** Vorwiegend hygrophile Stieleichen-Hainbuchenwälder des Tieflandes und in Flussniederungen
-  **F6** Traubeneichen-Hainbuchenwälder ohne oder mit wenig Buche in trockenwarmen Gebieten
-  **F8** Bodensaure, artenarme Drahtschmielen-Buchenwälder und Eichen-Buchenwälder des Tieflandes
-  **F9** Hainsimsen-Buchenwälder des Hügel- und unteren Berglandes
-  **F10** Hainsimsen-Buchenwälder des höheren Berglandes, teils mit Tanne und/oder Fichte
-  **F11** Waldmeister- und Bingelkraut-Buchenwälder des Tieflandes
-  **F12** Waldmeister-, Waldgersten- und Orchideen-Buchenwälder des Hügel- und unteren Berglandes, teils mit Tanne
-  **F13** Waldmeister-, Zahnwurz-, Heckenkirschen- und Blaugras-Buchenwälder des höheren Berglandes und der Randalpen, meist mit Tanne, z.T. Mit Fichte
-  **U1** Auen- und feuchte Niederungswälder unterschiedlicher Zusammensetzung mit Stieleichen, Esche, Ulmen, Weiden, Schwarzpappel, Schwarz- und Grauerle

Abb. 2/9: Ausschnitt "Hessen" aus der Karte der natürlichen Vegetation Europas, Maßstab 1: 2.500.000 (BOHN et al. 2004). *Abdruck genehmigt mit Zustimmung des BfN, 01.12.2007*

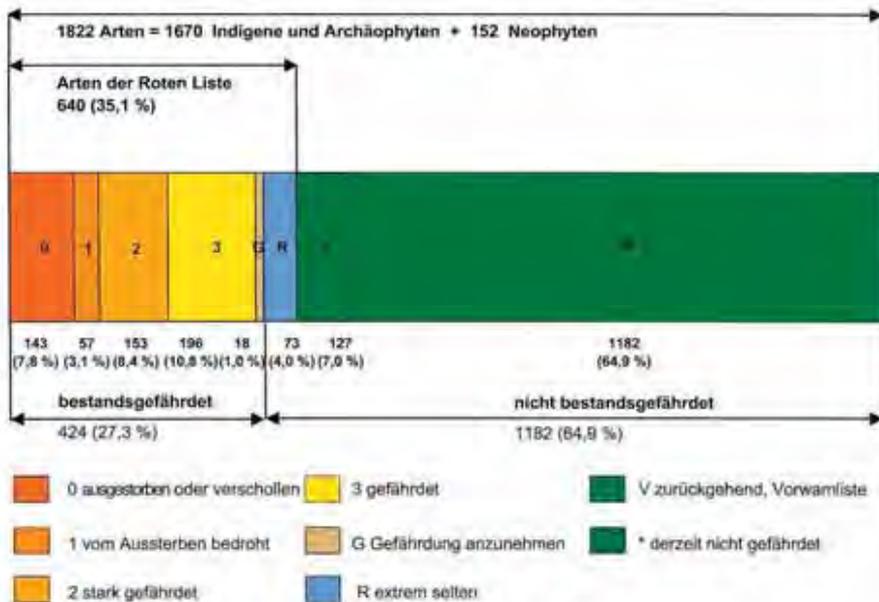


Abb. 2/10: Gefährdungssituation der Farn- und Samenpflanzen in Hessen. Die Abbildung wurde nach KORNECK et al. (1998) erstellt, um einen Vergleich mit der Situation in Deutschland zu ermöglichen. Die Rote Liste (BVNH 2008) ist im Anhang des Exkursionsführers abgedruckt (Anhang 1).

Die Auswertung der 640 Rote Liste Arten mittels der Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (2001) gibt gute Hinweise auf die Standortbevorzugung der Arten (Abb. 2/11). Hinsichtlich des Faktors **Licht** haben die meisten Arten (466 n) Werte von 7 bis 9, womit halblichtige bis voll besonnte Standorte gekennzeichnet sind. Bzgl. des Faktors **Temperatur** dominieren Zeigerwerte von 6 und 7 (371 n); damit kennzeichnen ELLENBERG et al. (2001) warme Standorte. Bei der **Kontinentalitätszahl** gibt es keinen deutlichen Schwerpunkt; das Spektrum zeigt, dass den Rote Liste Arten Zahlen von 2 bis 5 zugeordnet sind (412 n), was ein Kontinentalitätsgefälle von ozeanisch (K 2) bis schwach subkontinental (K 5) kennzeichnet. Dieses Bild entspricht der Verteilung aller Arten in Deutschland (KORNECK et al. 1998). Bei den **Bodenfaktoren** zeigt sich, dass die **Reaktionszahlen** der meisten Rote Liste Arten zwischen 7 und 9 liegen (332 n); d. h. schwach saure (R 7) bis kalkreiche Böden (R 9) bevorzugen. Da in Hessen überwiegend saure Ausgangsgesteine und saure Böden weitflächig verbreitet sind, sind die Arten der Kalkstandorte (über Muschelkalk, kalkreichen Flugsanden, Löß; vgl. Kap. 2.2 und 2.4) deutlich stärker gefährdet als die der sauren. Der Schwerpunkt der **Nährstoffzahlen** der Arten liegt zwischen 1 und 3 (341 n), womit stickstoffarme bis mäßig stickstoffreiche Standorte gekennzeichnet sind. Auf solchen Standorten können die meisten in Deutschland vorkommenden Arten wachsen; allerdings heben die flächendeckend angestiegene Nährstoffgehalte in Böden und Gewässern diese generelle Eigenschaft unserer Flora - die einen Konkurrenzvorteil für die Arten bedeutet - auf. Bei den **Feuchtezahlen** gibt es drei Gruppen: die Mehrheit der Arten hat niedrige (2 bis 5; 256 n), weniger Arten mittlere (7 bis 9; 172 n) und etliche Arten haben hohe (10 - 12; 44 n) Feuchtezeigerwerte; damit sind trockene, feuchte bis nasse sowie semi- bis aquatische Standorte definiert. Auch hier weicht die Verteilung der hessischen Rote Liste Arten von der für Deutschland ab: Der Anteil rückläufiger Arten mit Zeigerwerten von 10 - 12 ist

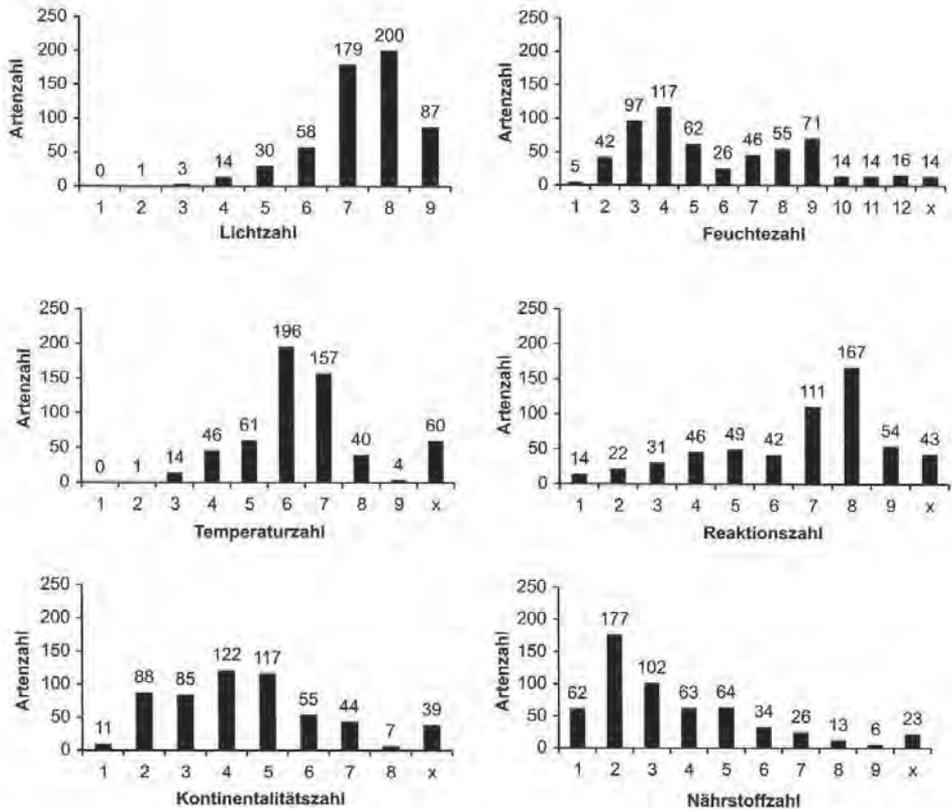


Abb. 2/11: Zeigerwertespektrum (ELLENBERG et al. 2001) der Farn- und Samenpflanzen der Roten Liste von Hessen (BVNH 2008). Für 61 Arten von 640 liegen keine Zeigerwerte vor, nicht abgebildet sind Arten mit "?".

in Hessen niedriger als im bundesweiten Vergleich, da Wasserpflanzen in der Flora von Hessen natürlicherweise seltener sind (keine natürlichen großen Stillgewässer, keine großflächigen Moore). Der Rückgang natürlicherweise in Hessen seltener Arten hat nicht ausgleichbare Verluste zur Folge. Festzustellen ist, dass in Hessen mit den höchsten Anteilen Rote Liste Arten dort zu rechnen ist, wo die Standortverhältnisse sonnig, warm und trocken (oder feucht bis nass), basisch (kalkreich) und insbesondere nährstoffarm sind. Welche Vegetationseinheiten diese Typisierung umfasst (ELLENBERG et al. 2001) und in welchen Biotoptypen derzeit die höchsten Artenverluste festzustellen sind, zeigt Abb. 2/12. Die meisten rückläufigen Arten (184, 29 %) kommen in den anthropo-zoogenen Heiden und Rasen vor (davon 57 Arten der Kalkmagerrasen, 53 Arten des Wirtschaftsgrünlandes, 44 Arten der Sand- und Felsrasen), gefolgt von der krautigen Vegetation gestörter Plätze mit 143 Arten (22 %; davon 52 Arten der Getreideäcker), der Süßwasser- und Moorvegetation mit 109 Arten (17 %; davon 40 Arten der Kleinseggen-Zwischenmoore und -Sümpfe), den Laubwäldern mit 41 Arten (6 %; davon 34 Arten der sommergrünen Laubwälder und Gebüsche) sowie den waldnahen Staudenfluren mit 33 Arten (5 %; davon 30 Arten der sonnigen Staudensäume an Gehölzen). Eine Besonderheit der Flora von Hessen sind Vorkommen von Arten der Salzwasser- und Meerstrands-Vegetation sowohl an natürlichen (Salzquellen der Wetterau) wie anthropogenen Binnensalzstellen (Neuhof b. Fulda, Werra). Der natürlicherweise artenarmen Halophytenvegetation müssen 1,4 % (9 Arten) der Rote Liste Arten zugeordnet werden.

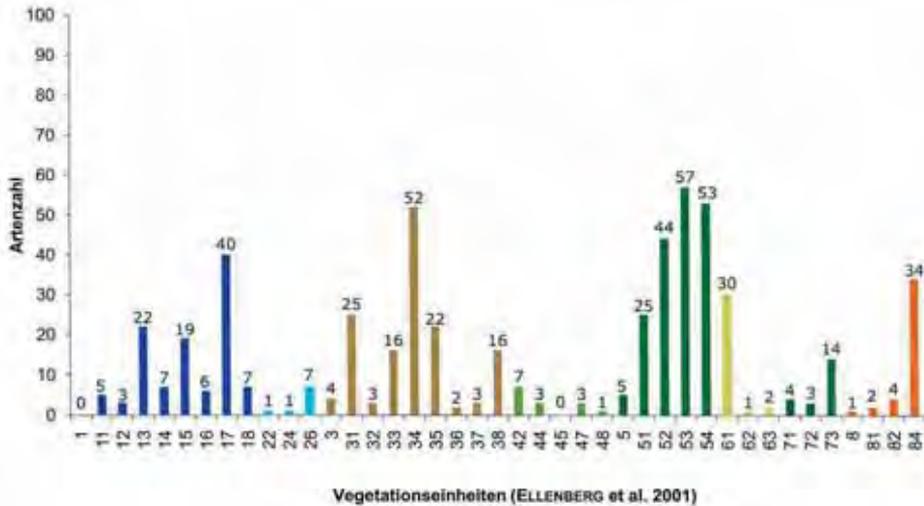


Abb. 2/12: Verteilung der Farn- und Samenpflanzen der Roten Liste Hessens (BVNH 2008) zu Vegetationseinheiten (ELLENBERG et al. 2001; von 640 Arten (100 %) sind 554 (87 %) eingestuft.

Übergeordnete Vegetationseinheiten: 1 Süßwasser- und Moorvegetation, 2 Salzwasser- und Meerstrands-Vegetation, 3 Krautige Vegetation gestörter Plätze, 4 Steinfluren und alpine Rasen, 5 Anthropo-zoogene Heiden und Rasen, 6 Waldnahe Staudenfluren und Gebüsche, 7 Nadelwälder und verwandte Gesellschaften, 8 Laubwälder und verwandte Gesellschaften (weitere Angaben siehe ELLENBERG et al. 2001).

Biotoptypen wie naturnahe Gewässer, Moore, Sümpfe und Laubwälder haben in Hessen weniger Rote Liste Arten als anthropogene, aus landwirtschaftlicher Nutzung hervorgegangenen Magerrasen, das Wirtschaftsgrünland und das Ackerland. Die Ursachen des Artenrückgangs auf (ehemals) landwirtschaftlich genutzten Flächen sind bekannt (vgl. Abb. 15ff von KORNECK et al. 1998).

Im Rahmen der Exkursionen wird dies diskutiert, denn es wird an Rote Liste Arten reiche Süßwasser- und Moorvegetation (Exkursionen 1 und 4), krautige Vegetation gestörter Plätze (Exkursion 3), Vegetation anthropo-zoogener Heiden und Rasen (Exkursionen 1 - 4) sowie der Nadel- und Laubwälder (Exkursionen 1 und 4) gezeigt. Die beobachteten Farn- und Samenpflanzen können in die Liste im Anhang 1 eingetragen werden.

3 Die Exkursionen

3.1 Exkursion 1: Die nördliche Oberrheinniederung

– Text, Tabellen und Abbildungen zusammengestellt von
Ralph Baumgärtel & Tobias W. Donath –

Exkursionsführung: Ralph Baumgärtel, Tobias W. Donath, Linda S. Jung, Ralf Schmiede, Bianka Zelle

3.1.1 Die Exkursionsroute

Das Exkursionsgebiet liegt auf dem Kartenblatt L 6316 Darmstadt West (1:50 000) und führt in der nördlichen Oberrheinniederung in das Naturschutzgebiet „Kühkopf-Knoblochsau“ und in Renaturierungsflächen nahe des NSGs. Folgende Exkursionspunkte werden besucht:

1. NSG „Kühkopf-Knoblochsau“
 - Artenreiche Stromtalwiesen
 - Hartholzauenwald
 - Altwasser und Weichholzaue
 - Auwaldsukzession
2. Grünlandrenaturierung durch Mahdgutübertragung
 - Renaturierter Stromtalwiesenbestand auf einer ehemaligen Ackerfläche

3.1.2 Lage und Ausstattung des Exkursionsgebietes

Lage und Naturraum

Das Exkursionsgebiet NSG „Kühkopf-Knoblochsau“ und die in benachbarten Bereichen liegenden Renaturierungsflächen befinden sich Luftlinie ungefähr 35 km südwestlich von Frankfurt und ungefähr 15 km westlich von Darmstadt. Alle Exkursionspunkte liegen rheinseits des Rheinwinterdeichs und sind daher einer relativ naturnahen Überflutungsdynamik ausgesetzt. Naturräumlich befinden sich die Exkursionspunkte in der Haupteinheitengruppe „Nördliches Oberrheintiefland“ und dort in der Haupteinheit „Nördliche Oberrheinniederung“ (HLUG 2002) (Abb. 3.1/1).

Geologischer Untergrund, Böden

Die Standorte befinden sich allesamt in der holozänen Aue, die in diesem Abschnitt nur gering in die pleistozäne Niederterrasse eingesenkt ist (BÖGER 1991, DAMBECK 2005). Die aktuell durch ein System von Sommer- und Winterdeichen in verschiedenen Auenkompartimente unterteilte Aue weist in diesem Bereich eine Breite von bis zu ca. 10 km auf. Ursache für diese in diesem Abschnitt ungewöhnliche Breite der Aue ist die ca. 15 Kilometer nördlich des Exkursionsgebietes quer zum Rhein verlaufende Nackenheimer Schwelle (Perm, Rotliegendes), die die Tiefenerosion des Rheins vermindert (BÖGER 1991). Das in der Folge sehr geringe Gefälle von 0,07 Promille (7 cm/km) im Bereich des Kühkopfes führte in der Vergangenheit zur Bildung weit ausholender Mäander, die heute überwiegend verlandet sind. Diese bilden in der Landschaft, neben von den Mäandern ehemals umflossenen höheren Bereichen, die tieferliegenden Senken.

Rheinseits des Winterdeichsystems finden sich überwiegend Braune Auenböden aus meist

schluffig-lehmigen vorverbrauntem Auensedimenten (allochthone Vega), in tieferliegenden Bereichen auch Auengleye (HLUG 2002). Landseits des Rheinwinterdeichs haben sich aus carbonathaltigen tonigen Auesedimenten Schwarze Tonböden (Vertisolartige Pelosole), die im Unterboden teils Vergleungsmerkmale aufweisen, ausgebildet. Im Bereich ehemaliger Mäander und Rinnen sind Auengleye und Naßgleye aus Niedermoortorf und Auensedimenten anzutreffen.



Abb. 3.1/1: Das Exkursionsgebiet mit den Exkursionspunkten im NSG „Kühkopf-Knoblochsau“: (1) artenreiche Stromtalwiese, (2) Hartholzauenwald, (3) Altwasser und Weichholzaue, (4) Auwaldsukzession, (5) artenreiche Stromtalwiese und (6) renaturierter Stromtalwiesenbestand auf einer ehemaligen Ackerfläche.

Hydrologie

Die Aue ist durch Sommer- und Winterdeiche in drei hydrologische Kompartimente unterteilt (HÖLZEL & OTTE 2001). Landseits des Rheinwinterdeichs bis zur Niederterasse erstreckt sich die Altaue. Dieser Bereich wird bei Hochwasserständen des Rheins nicht direkt überflutet, sondern tiefliegende Bereiche werden durch aufsteigendes klares und nährstoffarmes Grundwasser, das bei hohen Wasserständen des Rheins nicht abfließen kann, überstaut. Rheinseits des Winterdeiches lassen sich zwei Bereiche unterscheiden, die Rezentau und die Hybridau. Die Rezentau liegt rheinseits der Sommerdeiche und wird daher bei Hochwasser des Rheins direkt mit schwebstoffreichem Flusswasser überflutet. In der Hybridau, die zwischen Rheinwinterdeich und den rheinseits vorgelagerten Sommerdeichen liegt, findet bei Hochwasser nur bei Pegelständen über ca. 6,50m (Wormser Pegel) eine direkte Überflutung mit Rheinwasser statt, bei niedrigeren Wasserständen tritt wie in der Altaue nur eine Überstauung durch aufsteigendes Druck- und Qualmwasser auf.

Hochwasser treten überwiegend im Winter bis Frühsommer auf, können aber auch zu allen anderen Jahreszeiten vorkommen (DISTER 1980; BÖGER 1991). Die Tulla'sche Rhein-korrektur im 19. Jhd. und folgende wasserbauliche Maßnahmen haben einerseits zu einer verstärkten Sohlenerosion und damit zu einer Absenkung der Mittelwasserstände um ca. 1,5 m geführt, andererseits folgte u. a. auf den Ausbau des südlichen Oberrheins eine deutliche Zunahme von Spitzenhochwasser (BÖGER 1991). Typisch ist ein starker Wechsel zwischen hochwasser geprägten Jahren und Trockenjahren. Die intrannuelle Schwankungsamplitude der Wasserstände kann bis zu 7 m betragen, wobei die Schwankungsamplitude der Grundwasserstände mit zunehmender Entfernung vom Rhein abnimmt (BISSELS et al. 2005).

Klima

Das Exkursionsgebiet weist ein warm-trockenes, subkontinental getöntes Klima der planaren Stufe (Höhe 84 - 87 m ü. NN) auf. Die Jahresmitteltemperaturen liegen bei 10 bis 10,5 °C, die mittleren jährlichen Niederschläge im Bereich von 550 – 600 mm (MÜLLER-WESTERMEIER 1999). Typischerweise sind insbesondere die Sommermonate durch Trockenheit ($NS_{1991-2000} = 151 - 175$ mm) und hohe Temperaturen ($T_{1991-2000} > 19,1$ °C) geprägt (HLUG 2002). Die Anzahl der Tage mit einer mittleren Tagestemperatur von ≥ 5 °C beträgt > 250 Tage/Jahr (DWD 1981).

Landnutzung

Im Allgemeinen zeichnen sich die Böden der Aue durch eine hohe Fruchtbarkeit aus und werden daher – dort wo die Winterdeiche vor Überflutungen schützen, weitgehend intensiv ackerbaulich genutzt (BÖGER 1991). Begünstigt wurde die allgemein zu beobachtende Ausweitung der Ackernutzung auf Kosten der Grünland- und Waldbestände durch die mit der Sohlenvertiefung des Rheins und der Grundwasserförderung einhergehende Grundwasserabsenkung. Eine bedeutende Rolle spielte dabei auch die Umsetzung des Generalkulturplans bereits zum Ende der 1920er Jahre des letzten Jahrhunderts, die zu einer großflächigen Entwässerung landwirtschaftlicher Nutzflächen geführt hat (HEYL 1929).

Als Folge dieser Entwicklung konnten naturnahe Lebensräume fast ausschließlich rheinseits des Winterdeiches erhalten werden, vor allem im NSG „Kühkopf-Knoblochsau“. So befinden sich größere, zusammenhängende Auwaldbestände ausschließlich in diesem Bereich. Eine ähnliche Situation zeigt sich bei artenreichen Stromtalwiesenbeständen, deren Restbestände ebenfalls auf die Naturschutzgebiete konzentriert sind (HÖLZEL et al. 2002). Diese Situation besserte sich mit Beginn der 1980er Jahre. Damals begannen z. B. innerhalb des NSG „Kühkopf-Knoblochsau“ erste Renaturierungsbemühungen mit dem Ziel, zumindest in Teilbereichen Ackerflächen in artenreiche Auenwiesenbestände umzuwandeln. Neben solchen passiven

Renaturierungsmaßnahmen wurden seit Mitte der 1990er Jahre mehrere Forschungsprojekte zur Entwicklung von geeigneten Verfahren zur aktiven Wiederansiedelung typischer Stromtalwiesenarten auf Ackerstandorten und in artenarmen Grünlandbeständen mittels Mahdgutauftragung durchgeführt (Exkursionspunkt 6, HÖLZEL et al. 2003, HÖLZEL et al. 2006, DONATH et al. 2007, SCHMIEDE et al. unpublizierte Daten).

Entwicklung des NSG „Kühkopf-Knoblochsau“

Noch bis Anfang des 19. Jhd. war der Rhein ein ungebändigter Fluss, der seinen Verlauf immer wieder veränderte. Erosions- und Sedimentationsprozesse bedingten eine reich strukturierte Flusslandschaft mit einem kleinflächig wechselnden Mosaik initialer und reifer Lebensräume. Große Überschwemmungen richteten Verheerungen in den anliegenden Ortschaften an und forderten nicht selten Menschenleben.

Eine flussabschnittsweise Regulierung des Stroms scheiterte an den politischen Verhältnissen. Erst mit der Neuordnung Europas nach dem Wiener Kongress (1814-1815) und der Angliederung der neu gebildeten Provinz Rheinhessen an das Großherzogtum „Hessen und bei Rhein“ wurden die Voraussetzungen für eine Rheinregulierung geschaffen.

Die bereits im Badischen eingeleitete Rektifikation des Rheins wurde im nun beidseits hessischen Teil durch den hessischen Oberbaudirektor Dr. Claus Kröncke fortgeführt. Bereits 1829 war der „Durchstich am Geyer“ erfolgt, durch den der vormals linksrheinische Kühkopf zur rechtsrheinischen Insel wurde.

In den 1930er Jahren gab es erste Bestrebungen zum Schutz der verbliebenen Rheinauen, die kriegsbedingt unterbrochen und erst nach 1945 wieder aufgenommen wurden. Das 1952 ausgewiesene Naturschutzgebiet „Kühkopf-Knoblochsau“ zählt zu den ältesten Naturschutzgebieten in Hessen. Die Verordnung wurde mehrmals novelliert, zuletzt 1998. Im Zuge der letzten Novellierung wurde die forstliche Bewirtschaftung der Auwälder zugunsten eines waldfächendeckenden Prozessschutzes eingestellt. Das Naturschutzgebiet ist mit mehr als 260 nachgewiesenen Vogelarten (REGIERUNGSPRÄSIDIUM DARMSTADT 2010) auch „Europareservat für den Vogelschutz“, „FFH-Gebiet“ und Bestandteil des ca. 6000 ha umfassenden EU-Vogelschutzgebietes „Hessische Rheinauen mit Kühkopf-Knoblochsau“.

3.1.3 Die Exkursionspunkte im Einzelnen

1. „Neue Anlage“ - artenreiche Auenwiese

Dieser artenreiche Stromtalwiesenbestand, der auf Landkarten aus dem 18. Jhd. noch als eine von Rheinarmen umflossene Insel dargestellt ist, liegt unmittelbar südlich des ehemaligen prä-Tullaschen Rheinverlaufs. Die im Allgemeinen entlang eines Höhengradienten zu beobachtende Differenzierung der Vegetation lässt sich in diesem Bestand sehr gut nachvollziehen. Die anzutreffende Artenkombination verdeutlicht die besonderen Standortbedingungen, denen diese Arten ausgesetzt sind: Auf langanhaltende Überflutungsereignisse folgen in der Regel Perioden mit sehr stark ausgeprägter Trockenheit. Diese subkontinentale Tönung des Klimas weist Parallelen zu den klimatischen Verhältnissen im osteuropäischen Hauptareal einiger typischer Auenwiesenarten auf, so dass botanische Besonderheiten der Auenwiesen am hessischen Oberrhein (z. B. *Viola pumila*, *Allium angulosum* oder *Scutellaria hastifolia*) im Exkursionsgebiet bis nahe oder direkt an die Westgrenze ihres weit nach Osteuropa greifenden Areals reichen.

Die höchsten Niveaus der Wiese, die im Bereich des ehemaligen Uferwalls des Rheins liegen, werden von alluvialen Glatthaferwiesen (*Arrhenatherion*) eingenommen. Solche Gesellschaften sind kennzeichnend für Wiesenbereiche in der Aue, die im langjährigen Mittel an weniger als acht Tagen im Jahr überflutet werden (HÖLZEL 1999). Auch innerhalb dieses Bereiches führt die unterschiedliche Überflutungshäufigkeit zu einer kleinräumigen Differenzierung der Vegetationsbestände. Höher gelegene Bereiche werden bei der in dem

Naturschutzgebiet vorherrschenden extensiven Grünlandnutzung (keine Düngung, ein bis zwei Schnitte im Jahr) häufig von Glatthafer-Trespenwiesen eingenommen. Arten, die auf diesem Niveau typischerweise auch anzutreffen sind, sind Magerkeitszeiger, wie *Salvia pratensis*, *Linum catharticum* oder *Viola hirta*. Typisch für die Lage in einem Stromtal ist das Vorkommen beispielsweise von *Allium scorodoprasum*, *Rumex thyrsoiflorus* und *Ranunculus polyanthemophyllos*.

In den tieferliegenden Bereichen zur Mitte der Wiese hin fallen typischerweise Arten wie *Bromus erectus* oder *Galium album* aus. Es treten verstärkt überflutungstolerantere Arten wie *Alopecurus pratensis*, *Agropyron repens* und Wechselfeuchtezeiger wie *Carex praecox*, *Sanguisorba officinalis*, *Galium wirtgenii* und *Silaum silaus* auf, die damit den Wechsel hin zur Kantenlauch-Fuchsschwanzwiese (*Cnidion*) anzeigen. Diese Pflanzengemeinschaft im tiefliegenden Bereich eines verlandeten Altarms wird im Mittel zwischen 8 und 26 Tagen im Jahr überflutet. Neben den oben genannten Arten treten typischerweise weitere Wechselfeuchtezeiger wie *Allium angulosum*, *Serratula tinctoria* oder *Galium boreale* und Flutrasenarten wie *Potentilla reptans*, *Agrostis stolonifera* oder *Ranunculus repens* hinzu.

2. „Schlappeswörth“ - Seitenarm mit Schwimmblattgesellschaften und Weichholzaue

Bei dem Gewässer handelt es sich um einen ober- und unterstrom angeschlossenen, stark verlandeten Seitenarm des Altrheins. Der gegenüber dem Beobachtungsstand liegende terrestrische Bereich gehört zu einer ehemaligen Rheininsel. Die Gewässersohle liegt ca. 50 cm unter Mittelwasserniveau, der Arm wird aber durch natürliche Sedimentablagerungen im Bereich des Einlaufs und der Mündung in den Altrhein erst bei Wasserständen deutlich über Mittelwasser durchströmt. Die Aufweitung des Seitenarms in Richtung Norden ist durch Lehmgewinnung im 19. Jhd. entstanden; ca. 150 m östlich des Beobachtungsstandes befand sich eine kleine Ziegelbrennerei. Bedingt durch diese anthropogenen Grabungstätigkeiten und natürliche Verlandungstendenzen am Altrhein finden sich hier typische Pflanzengemeinschaften mäßig durchströmter Seitenarme.

Bei länger währenden Mittelwasserperioden bilden sich Schwimmblattdecken des *Nymphoidetum peltatae* Bellot 1951 mit *Nymphoides peltata*, *Hippuris vulgaris*, *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum*, *Najas marina*, *Najas minor*, verschiedenen *Potamogeton*-arten und *Ranunculus circinatus*. Bei der Erfassung der Gewässermakrophyten in Hessen wurden darüber hinaus *Chara globularis* und *Nitellopsis obtusa* kartiert (KORTE et al 2009). Die ebenfalls im Gebiet vorkommende *Trapa natans* besiedelt tiefere Gewässer und ist in der Lage, auch stärkere Wasserstandsschwankungen als die hier vorkommende *Nymphoides peltata* zu tolerieren (DISTER 1980).

In lang anhaltenden Trockenperioden fällt der Seitenarm trocken, und es bilden sich Zwergbinsen-Gesellschaften des *Cypero-Limoselletum* im Mosaik mit Gesellschaften der *Bidentetea*. Die floristische Zusammensetzung hängt vom Zeitpunkt und der Dauer des Trockenfallens ab. So können am Ende lang andauernder sommerlicher Trockenperioden (wie im Jahr 2003) flächige *Bidention*- und *Chenopodion*-bestände kartiert werden, während sonst das *Cypero-Limoselletum* Korneck 1960 anzutreffen ist. Diese für die schlammigen, kalkhaltigen Ufer der Altrheine und deren Seitenarme typische Assoziation ist gekennzeichnet durch *Limosella aquatica*, *Ricia cavernosa*, *Cyperus fuscus* und *Gnaphalium uliginosum*. Typische Begleiter sind *Veronica catenata*, *Ranunculus sceleratus* und *Chenopodium rubrum*.

Gegenüber dem Beobachtungsstand befindet sich auch eine initiale nasse Weichholzaue etwa auf Mittelwasserniveau, deren Entstehung auf eine Trockenperiode Ende der 1980er Jahre zurückgeht. Weichholzaunen bilden sich saumförmig entlang der Seiten- und Altarme aus, sofern günstige Keimbedingungen bestehen und vegetationsfreier Boden vorhanden ist. Die Samen der Weiden- und Pappelarten sind nur wenige Tage keimungsfähig und be



Abb. 3.1/2: Blick auf das Altwasser mit Weichholzaue (Foto: A. Otte).

dürfen zur Keimung ausreichender Bodenfeuchte und sind im frühen Stadium kaum über flutungstolerant. Günstige Bedingungen bestehen oft nur alle paar Jahrzehnte, wodurch sich großflächig, gleichaltrige Bestände ausbilden. In diesen nassen Weichholzaunen bildet *Salix alba* Dominanzbestände, in denen nur vereinzelt auch *S. viminalis* und *S. purpurea* vorkommen. *Populus nigra* findet sich dagegen auf den eher sand- und kiesgeprägten dynamischen Standorten am Neurhein, und *Salix triandra* tritt an gestörten Ufern des Altrheins auf (Abb. 3.1/2).

3. „Rindswörth“ - mittlere Hartholzaue

Die Hartholzaue im Bereich des Rindswörthes war bis Anfang der 1980er Jahre durch einen Sommerdamm vor niedrigen Hochwassern geschützt und ist erst seit dessen Durchbruch während eines Hochwassers im 1983 unmittelbar an das Abflussgeschehen des Rheins angeschlossen. Die Aue weist in diesem Bereich ein starkes Relief auf und ist von zahlreichen Gerinnen durchzogen. Auf tiefgründigen allochthonen Vegen und Auengleyen finden sich Hartholzauewälder des *Querc-Ulmetum minoris* Issler 1924 (zur Syntaxonomie siehe auch HAUSCHILD et al (2006) (Abb. 3.1/3).

Obwohl neben dem Abstand zur Mittelwasserlinie ebenso die Korngrößenzusammensetzung und die Grundwasserdynamik standörtlich differenzierend wirken, werden die Hartholzaunen des Gebietes überwiegend nach dem Abstand zur Mittelwasserlinie beschrieben (DISTER 1980). Eine floristische Differenzierung kann anhand von Vegetationsaufnahmen aus dem Gebiet nachvollzogen werden (BAUMGÄRTEL 2004, Tab: 3.1/1).

Die im Mittel nur noch an 2 - 5 Tagen und maximal bis zu 30 Tagen in der Vegetationszeit überflutete Fläche wird der mittleren Hartholzaue zugeordnet. Diese ist gegenüber der unteren Hartholzaue durch das Ausbleiben von typischen Röhricharten und gegenüber der oberen durch das Fehlen mesophiler Frühjahrsgeophyten differenziert. So fehlen *Scilla bifolia*, *Anemone nemorosa* und *Primula elatior*. Mit im Durchschnitt 29 Gefäßpflanzenarten je Aufnahmefläche (200 m²) weisen die Wälder der mittleren Hartholzaue im Vergleich zu den Auwäldern der tiefen und hohen Stufe die höchste Artendiversität und gleichzeitig eine sehr hohe Strukturdiversität auf.

Tab. 3.1/1: Hydrologische Charakterisierung der Auwaldstufen im NSG „Kühkopf-Knoblochsau“; HHA = Hartholzaue (nach BAUMGÄRTEL 2004).

Auwaldstufe	Ist-Bestand	Pegel	Höhe über	Überflutungsdauer (Tage)	
		Erfelden (cm)	Mittelwasser (cm)	Max. *	mittlere*
Tiefe HHA	Pappelforste	375 – 435	164 – 224	36 – 62	7 – 16
Mittlere HHA	Eiche-Edellaubholz	435 – 535	244 – 324	17 – 29	2 – 5
Hohe HHA	Eiche-Edellaubholz	535 – 60	324 – 389	10 – 11	1

* Für Zeitraum 01.04. bis 30.09

Aktuelle Untersuchungen belegen zudem den herausragenden naturschutzfachlichen Wert eichendominierter Hartholzauenwälder für Flechten (CEZANNE & EICHLER 2009). So wurden im NSG „Kühkopf-Knoblochsau“ von insgesamt 173 Flechten- und flechtenbewohnenden Pilzarten 102 Arten in der Hartholzaue gefunden, davon alleine 65 Arten auf Eichen. Überregional bedeutsam sind die Vorkommen von *Bactrospora dryina* und *Chaenotheca hispidula*.

Der hohe Anteil von *Quercus robur* in der ersten Baumschicht resultiert aus den standörtlichen Bedingungen vor der Rheinkorrektur. Werden die Bestände heute noch bis etwa 30 Tage während der Vegetationszeit überschwemmt, konnte DISTER (1980) für vergleichbare Standortniveaus für den Zeitraum von 1821 bis 1830 Überflutungszeiten von mehr als 100 Tagen nachweisen. Die Stiel-Eiche wuchs damals unter Bedingungen auf, die für die heute konkurrenzstarken Arten *Fraxinus excelsior* und *Acer pseudoplatanus* ungünstig waren (Überflutungstoleranz < 40 Tage). Durch die in der Rheinaue weit verbreitete Mittelwaldwirtschaft sowie einen jählich motivierten Waldbau wurde die Eiche zudem anthropogen gefördert. Heute ist *Quercus robur* auf dem Niveau der mittleren Hartholzaue in der aktuellen Verjüngung praktisch nicht mehr nachweisbar. Auffällig ist der hohe Anteil von *Acer pseudoplatanus* und *Fraxinus excelsior* in der zweiten Baumschicht und der aktuellen Verjüngung.

Die Wälder im Naturschutzgebiet wurden von 1970 bis 1998 nur extensiv nach naturschutzfachlichen Zielen „bewirtschaftet“. 1998 wurden Bewirtschaftung und selektive Pflegemaßnahmen komplett eingestellt. Abgesehen von Verkehrssicherungsmaßnahmen am Wegesrand wurde der Bestand daher seit mehr als 40 Jahre praktisch nicht mehr bewirtschaftet. Der sich vollziehende Bestockungswandel ist in Bezug auf die Erhaltungsziele der FFH-Richtlinie problematisch, da negative Auswirkungen auf die FFH-Anhangsarten Heldbock, Hirschkäfer und Eremit zu erwarten sind.

4. „Rindswörth“ - Auwaldsukzession auf ehemaliger Ackerfläche

Nach dem Sommerdammbbruch 1983 wurde auf 300 ha der Kühkopffinsel die ackerbauliche Nutzung eingestellt. Auf 93 ha konnten sich seither durch un gelenkte Sukzession junge Bestände der Hartholzaue entwickeln.

Die Sukzessionsfläche im Rindswörth mit einer Ausdehnung von 7 ha nimmt insofern eine Sonderstellung ein, da sie unmittelbar landseits der Dammbbruchstelle von 1983 liegt. Bei dem Dammbbruch wurde ein ca. 7 m tiefer Kolk ausgespült und der angrenzende Acker wurde mit den ausgespülten Sandmassen überdeckt. Die Sedimentschicht über der ehemals ackerbaulich genutzten Vega beträgt bis zu 50 cm. Die Fläche wird heute bei Hochwasser völlig überschwemmt, die Überflutungsdauer beträgt aber auch bei lang anhaltenden Hochwasserereignissen nicht mehr als 30 Tage. Es handelt sich also um einen potentiellen Hartholzauenstandort auf mittlerem Höhenniveau (vgl. Tab. 3.1/1).



Abb. 3.1/3: Hartholzauenwald im NSG „Kühkopf-Knoblochsau“ (Foto: H. Zettl).

Dambruch und Sedimentation fanden im April statt, so dass einige Wochen später, zur Zeit der Samenreife von Weiden- u. Pappelarten, die gut durchfeuchteten, vegetationsfreien und übersandeten Flächen ein optimales Keimungsbett für Auenweichhölzer darstellten. Bereits im Spätsommer war die Fläche nahezu flächendeckend von Schwarzpappel- und Weidenverjüngung eingenommen. Dies zeigt sehr deutlich, dass die Ausbildung temporär weichholzdominierter Wälder in der rezenten Aue nicht aufgrund der relativen Lage des Standorts über Mittelwasserniveau, sondern aufgrund des Vorhandenseins von Rohbodenstandorten zur Zeit der Samenreife von *Salix*- und *Populus*-Arten erfolgt (Abb. 3.1/4).

Die Weichhölzer dominierten in der Anfangsphase stark, vereinzelt konnte auch die Feldulme noch nachgewiesen werden. Eine erste Aufnahme der Fläche 1999/2000 ergab eine Gesamtzahl von ca. 5400 Bäumen/ha (Tab. 3.1/2; BAUMGÄRTEL & GRÜNEKLEE 2002).

Bereits nach 17 Jahren war eine Sukzession in Richtung *Quercus ulmetum* zu erkennen. So konnten mit 309 Stiel-Eichen, 1763 Eschen und 36 Berg-Ahorne pro Hektar die typischen Baumarten der Hartholzaue nachgewiesen werden. Ebenso haben sich alle Straucharten dieser Hartholzauenstufe etabliert. Der für die Sukzessionsflächen sehr hohe Eichenanteil resultiert aus der räumlichen Nähe der Fläche zu mannbaren Eichenbeständen. Die aktuelle Aufnahme im Winter 2010 dokumentiert den Rückgang der „Vorwaldarten“ zugunsten der Hartholzauearten (Tab. 3.1/2). *Rubus caesius* bildet im Unterstand, aber vor allem auf den lückig bestockten Teilflächen dichte Bestände, auf Störstellen konnte vereinzelt *Viola elatior* festgestellt werden. Die zukünftige Entwicklung des Bestandes, insbesondere die Baumartenverteilung, wird von den Hochwasserverläufen der nächsten Jahrzehnte abhängen.

Tab. 3.1/2: Artenverteilung der vorkommenden Baumindividuen nach 7 und 17 Jahren Auwaldsukzession. HHA = Hartholzauze, WHA = Weichholzauze.

Aufnahmejahr	2000	2010
Traktflächen n	11	11
Traktflächen m²	1100	1100
<i>Populus nigra</i>	1645	430
<i>Salix alba</i>	1481	230
<i>Quercus robur</i>	309	160
<i>Fraxinus excelsior</i>	1763	1640
<i>Acer pseudoplatanus</i>	36	0
<i>Malus spec./Pyrus spec.</i>	27	10
<i>Ulmus spec.</i>	154	120
HHA-Arten	2291	1980
WHA-Arten	3127	670



Abb. 3.1/4: Weichholzauenbestand auf mittleren Hartholzauenniveau, der sich nach einem Deichbruch im Jahr 1983 auf einer Ackerfläche entwickelt hat (Foto: A. Kirmer).

5. „Reichertinsel“ - artenreiche Auenwiesen

Dieser artenreiche Stromtalwiesenbestand zeigt ebenfalls sehr gut die typische Abfolge der verschiedenen Pflanzengemeinschaften entlang eines Höhen- und damit Überflutungsgradienten in der Aue. Die tiefliegenden Bereiche der Flächen befinden sich im Anschluss an eine noch teilweise wasserführende Flutrinne, so dass die Flächen bei Hochwasserereignissen zeitnah überstaut werden. Die Abfolge der Pflanzengemeinschaften entspricht weitestgehend der des Exkursionspunktes 1, von Glatthaferwiesen (*Arrhenatherion*) der höheren Bereiche bis zu Kantenlauch-Fuchsschwanzwiesen (*Cnidion*) der tiefliegenden Bereiche. Im Vergleich zum 1. Exkursionspunkt treten einige typische Arten der Auenwiesen hinzu: *Peucedanum officinale* auf den mittleren Bereichen, *Viola pumila* in den tieferliegenden Bereichen und entlang einer Gebüschreihe *Viola elatior*. Als faunistische Besonderheit ist auf dieser Fläche die Haarstrang-Eule *Gortyna borelii* (Anhang II, IV der FFH-Richtlinie) vertreten, deren Auftreten an das Vorkommen von *Peucedanum officinale* gebunden ist.

6. „Kämmerfeld“ - Renaturierung von Stromtalwiesen durch Mahdgutübertragung

Ansatzpunkt für die in Zusammenarbeit mit dem Regierungspräsidium Darmstadt, der Gemeinde Riedstadt und HESSEN-FORST Forstamt Groß-Gerau, durchgeführte Übertragung von Mahdgut für die Wiederansiedlung artenreicher Stromtalwiesen war die Erfahrung, dass es bei den bis Mitte der 1990er Jahre großflächig durchgeführten Grünlandrenaturierungsmaßnahmen in der hessischen Rheinaue kaum zur Etablierung gewünschter Zielarten gekommen ist (DONATH et al. 2003, BISSELS et al. 2004). Gründe hierfür waren die Ausbreitungs- und Samenlimitierung, da die Samenbanken nach Ackernutzung oder auch intensiver Grünlandnutzung aufgezehrt waren (DONATH et al. 2003, BISSELS et al. 2005). Da nur relativ wenige, individuenschwache Restpopulation in Randstrukturen oder Altbeständen vorhanden sind, können diese nur einen geringen Samendruck aufbauen, so dass die Wiederbesiedelung der Renaturierungsflächen ein langsamer, langandauernder Prozess ist (DONATH et al. 2003).



Abb. 3.1/5: Mahdgutaufrtragung auf eine ehemalige Ackerfläche mittels eines Siloladewagens (Foto: M. Harnisch).

Im Rahmen des durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) geförderten Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben (2000-2005) wurde die Mahdgutübertragung auf ca. 50 ha durchgeführt (HÖLZEL et al. 2006) (Abb. 3.1/5). Insgesamt konnten innerhalb von viereinhalb Jahren 92 Pflanzenarten mit dem Mahdgut auf den Projektflächen etabliert werden. Neben häufigeren Grünlandarten konnten 25 Arten der Roten Listen (Deutschland, Hessen), darunter auch einige bundesweit stark gefährdete wie z. B. *Iris spuria*, *Iris sibirica*, *Viola pumila* oder *Scutellaria hastifolia*, nachgewiesen werden (Abb. 3.1/6).

Auf der Exkursionsfläche, einer zum Zeitpunkt der Mahdgutübertragung drei Jahre alten Ackerbrache, wurde im Herbst 2000 Mahdgut einer *Cnidion*-Wiese (NSG „Riedloch von Trebur“ in 8 km Entfernung) und einer *Molinion*-Wiese (NSG „Riedwiesen von Wächterstadt“ in 0,5 km Entfernung) aufgebracht. Die Fläche liegt in der Rezentau und wird bei Hochwasserständen des Rheins ab ca. 4,5 m am Wormser Pegel direkt vom Rheinwasser überflutet.

Die Erhebung der Vegetation auf 30 Dauerbeobachtungsflächen über vier Jahre zeigte eine erfolgsversprechende Vegetationsentwicklung. Nach einem starken Rückgang der Deckungsgrade von Acker- und Ruderalarten, die diese Fläche anfangs dominierten (z. B. *Cirsium arvense*, *Erigeron annuus* und *Tripleurospermum perforatum*), stieg auf dem mit *Cnidion*-Mahdgut besetzten Bereich die Zahl der auf der Fläche etablierten Zielarten im Zeitraum 2001 bis 2004 von neun auf 16 Zielarten und auf dem mit *Molinion*-Mahdgut besetzten Teilstück von elf auf 21 Zielarten an (HÖLZEL et al. 2006; DONATH et al. 2007).

Die ausgeprägten Unterschiede in der sich etablierenden Vegetation zwischen den Teilstücken der Fläche sind dabei auf die verschiedenen Mahdgutherkünfte zurückzuführen. Auf der *Cnidion*-Fläche war das Vorkommen von Arten wie *Iris spuria*, *Inula britannica*, *Lotus tenuis* und *Senecio aquaticus* charakteristisch. Die *Molinion*-Fläche zeichnet



Abb. 3.1/6: Renaturierte, artenreiche Stromtalwiese mit Blühaspekten von *Iris spuria* und *Galium wirtgenii*. (Foto: M. Harnisch).

sich durch das Vorkommen von Arten des Spenderbestandes „Molinion-Wiese“ (z. B. *Genista tinctoria*, *Iris sibirica* oder *Viola persicifolia*) aus. Bemerkenswert ist hier der seit 2004 kontinuierliche Nachweis von *Gentiana pneumonanthe* und *Molinia caerulea* agg. (HÖLZEL et al. 2006; HODVINA persönliche Beobachtung). Neben den Zielarten konnten sich auch häufigere Grünlandarten wie *Lotus corniculatus*, *Centaurea jacea* oder *Plantago lanceolata* aus dem aufgebrauchten Mahdgut auf der Fläche etablieren.

Die gesammelten Befunde zeigen eindrucksvoll, dass die aktive Einbringung von Samen der typischen Stromtalwiesenflora sehr gut geeignet ist, um die vorherrschende Ausbreitungslimitierung zu überwinden. Weitere Informationen zu den abgeschlossenen und laufenden Renaturierungsvorhaben finden Sie unter www.stromtalwiesen.de.

3.1.4 Artenlisten zur Exkursion

Tab. 3.1/3 Artenliste zu den Exkursionspunkten

Exkursionspunkt lfd Nr.	2	2
Vegetationstyp / Artenname	Schwimmblattgesellschaftem Zwerghinsen-/Zweizahnfluren	
Azolla filiculoides	x	
Butomus umbellatus	x	
Cratophyllum demersum	x	
Chara globularis	x	
Elodea nutallii	x	
Hippuris vulgaris	x	
Lemna minuta	x	
Lemna minor	x	
Lemna trisulca	x	
Myriophyllum spicatum	x	
Najas marina	x	
Najas minor	x	
Nitellopsis obtusa	x	
Nymphoides peltata	x	
Potamogeton x angustifolius	x	
Potamogeton gramineus	x	
Potamogeton lucens	x	
Potamogeton nodosus	x	
Potamogeton pectinatus	x	
Potamogeton perfoliatus	x	
Potamogeton pusillus	x	
Ranunculus circinatus	x	
Spirodela polyrhiza	x	
Agrostis stolonifera	x	
Alisma lanceolata	x	
Alisma plantago-aquatica	x	
Alopecurus aequalis	x	
Bidens frondosa	x	
Chenopodium glaucum	x	
Chenopodium rubrum	x	
Cyperus fuscus	x	
Eleocharis acicularis	x	
Gnaphalium uliginosum	x	

Exkursionspunkt lfd Nr.	2	2
Vegetationstyp / Artenname	Schwimmblattgesellschaftem Zwerghinsen-/Zweizahnfluren	
Iris pseudoacorus	x	
Juncus articulatus	x	
Limosella aquatica	x	
Lythrum salicaria	x	
Myosotis scorpioides	x	
Oenanthe aquatica	x	
Polygonum brittingeri	x	
Polygonum lapathifolia	x	
Potentilla supina	x	
Ranunculus sceleratus	x	
Riccia cavernosa	x	
Rorippa amphibia	x	
Rorippa palustris	x	
Rumex maritimus	x	
Rumex palustris	x	
Sagittaria sagittifolia	x	
Veronica catenata	x	
Azolla filiculoides	x	
Butomus umbellatus	x	
Cratophyllum demersum	x	
Chara globularis	x	
Elodea nutallii	x	
Hippuris vulgaris	x	
Lemna minuta	x	
Lemna minor	x	
Lemna trisulca	x	
Myriophyllum spicatum	x	
Najas marina	x	
Najas minor	x	
Nitellopsis obtusa	x	
Nymphoides peltata	x	
Potamogeton x angustifolius	x	
Potamogeton gramineus	x	
Potamogeton lucens	x	

Exkursionspunkt lfd Nr.	2	2
Vegetationstyp / Artenname	Schwimmblattgesellschaftem Zwerghinsen-/Zweizahnfluren	
Potamogeton nodosus	x	
Potamogeton pectinatus	x	
Potamogeton perfoliatus	x	
Potamogeton pusillus	x	
Ranunculus circinatus	x	
Spirodela polyrhiza	x	
Agrostis stolonifera	x	
Alisma lanceolata	x	
Alisma plantago-aquatica	x	
Alopecurus aequalis	x	
Bidens frondosa	x	
Chenopodium glaucum	x	
Chenopodium rubrum	x	
Cyperus fuscus	x	
Eleocharis acicularis	x	
Gnaphalium uliginosum	x	
Iris pseudoacorus	x	
Juncus articulatus	x	
Limosella aquatica	x	
Lythrum salicaria	x	
Myosotis scorpioides	x	
Oenanthe aquatica	x	
Polygonum brittingeri	x	
Polygonum lapathifolia	x	
Potentilla supina	x	
Ranunculus sceleratus	x	
Riccia cavernosa	x	
Rorippa amphibia	x	
Rorippa palustris	x	
Rumex maritimus	x	
Rumex palustris	x	
Sagittaria sagittifolia	x	
Veronica catenata	x	

Exkursionspunkt lfd Nr.	1	5	6	6
Artenname	Stromtalweise	Stromtalweise	Renaturierungsfläche - Cnidion	Renaturierungsfläche - Molinion
Deschampsia cespitosa			x	x
Dipsacus fullonum			x	x
Draba muralis		x		
Elymus repens	x	x	x	x
Epilobium hirsutum				x
Epilobium tetragonum			x	x
Equisetum arvense	x	x		
Erigeron annuus			x	x
Erysimum cheiranthoides			x	
Euphorbia esula	x	x	x	
Euphorbia exigua			x	x
Fallopia convolvulus			x	
Festuca arundinacea	x	x	x	x
Festuca pratensis	x			
Festuca rubra agg.	x	x		
Filipendula ulmaria	x	x	x	
Fragaria viridis	x	x		
Galium aparine agg.			x	x
Galium boreale	x	x	x	
Galium mollugo agg.	x	x	x	x
Galium palustre				x
Galium verum agg.	x	x	x	x
Genista tinctoria				x
Gentiana pneumonanthe				x
Geranium dissectum			x	
Geum urbanum	x	x		
Glechoma hederacea	x	x	x	x
Helicotrichon pubescens	x	x	x	
Hypericum perforatum			x	x
Inula britannica			x	x
Inula salicina	x	x	x	x
Iris pseudacorus				x
Iris sibirica				x
Iris spuria			x	
Juncus compressus			x	x
Lactuca serriola			x	x
Lathyrus pratensis	x	x	x	x
Lathyrus tuberosus			x	x
Leontodon hispidus	x	x		
Lepidium campestre			x	
Leucanthemum vulgare agg.	x	x	x	x
Linaria vulgaris			x	x
Linum catharticum	x	x	x	
Lolium perenne			x	x
Lotus corniculatus	x	x	x	x
Lotus tenuis			x	
Lycopus europaeus			x	x
Lysimachia nummularia	x	x	x	
Lysimachia vulgaris			x	x
Lythrum salicaria			x	x
Medicago lupulina	x	x	x	x
Melilotus officinalis				x
Mentha aquatica			x	
Mentha arvensis			x	x
Mercurialis annua				x
Molinia caerulea agg.				x

Exkursionspunkt lfd Nr.	1	5	6	6
Artenname	Stromtalweise	Stromtalweise	Renaturierungsfläche - Cnidion	Renaturierungsfläche - Molinion
Myosotis arvensis			x	
Pastinaca sativa			x	x
Persicaria amphibia	x	x	x	x
Peucedanum officinale			x	
Phalaris arundinacea			x	x
Phleum pratense			x	x
Picris hieracioides agg.	x	x	x	x
Plantago lanceolata	x	x	x	x
Plantago major intermedia			x	x
Plantago media	x	x		
Poa angustifolia	x	x	x	x
Poa palustris			x	
Poa trivialis	x	x	x	x
Potentilla anserina			x	
Potentilla erecta				x
Potentilla reptans	x	x	x	x
Potentilla supina			x	x
Prunella vulgaris	x	x	x	x
Pseudolysimachion longifolium	x	x	x	x
Pulicaria dysenterica				x
Ranunculus acris	x	x	x	x
Ranunculus ficaria	x			
Ranunculus polyanthemos agg.	x	x		
Ranunculus repens	x	x	x	x
Rorippa sylvestris			x	x
Rubus caesius			x	x
Rumex acetosa	x	x	x	x
Rumex crispus			x	x
Rumex obtusifolius			x	x
Rumex thyrsiflorus	x	x		
Salvia pratensis			x	
Sanguisorba officinalis	x	x	x	x
Scrophularia nodosa			x	x
Scutellaria galericulata			x	x
Scutellaria hastifolia			x	x
Securigera varia				x
Selinum carvifolia	x			
Senecio aquaticus			x	x
Senecio erucifolius			x	x
Serratula tinctoria	x	x	x	x
Silaum silaus			x	x
Silene flos-cuculi	x	x	x	x
Solidago canadensis			x	x
Sonchus arvensis				x
Sonchus asper	x	x		
Sonchus oleraceus			x	
Stachys palustris			x	x
Succisa pratensis			x	x
Symphytum officinale	x	x	x	x
Tanacetum vulgare				x
Taraxacum officinale agg.	x	x	x	x
Tetragonolobus maritimus			x	
Thalictrum flavum			x	x
Torilis arvensis			x	
Tragopogon dubius			x	

Exkursionspunkt lfd Nr.	1	5	6	6
Artenname	Stromtalweise	Stromtalweise	Renaturierungsfläche - Cnidion	Renaturierungsfläche - Molinion
Tragopogon pratensis agg.	x	x	x	
Trifolium campestre			x	x
Trifolium dubium	x	x	x	
Trifolium pratense	x	x	x	x
Trifolium repens	x	x	x	x
Tripleurospermum perforatum			x	x
Trisetum flavescens	x	x		
Urtica dioica			x	x
Valeriana pratensis	x	x	x	x
Valerianella locusta			x	
Verbena officinalis	x			
Veronica arvensis			x	x
Veronica catenata			x	
Veronica chamaedrys	x	x		
Veronica serpyllifolia	x	x		
Vicia angustifolia	x	x	x	x
Vicia cracca	x	x	x	x
Vicia hirsuta			x	x
Vicia sepium	x	x		
Vincetoxicum hirsutinaria			x	x
Viola elatior			x	
Viola hirta			x	x
Viola persicifolia				x
Viola pumila			x	x

3.2 Exkursion 2: Basenreiche Sandstandorte in der hessischen Rheinebene

- Text, Tabellen und Abbildungen zusammengestellt von Angelika Schwabe, Karin Süß, Christian Storm, Michael Stroh, Karsten Böger, Rainer Cezanne –

Exkursionsleiter: Karsten Böger, Carsten Eichberg, Angelika Schwabe, Michael Stroh, Christian Storm, Karin Süß

3.2.1 Die Exkursionsroute in der Übersicht

Die vier Exkursionsgebiete liegen auf den topographischen Karten L 6116 Darmstadt (West) und L 6316 Worms. Folgende Exkursionspunkte bilden das Programm:

1. Naturdenkmal (ND) „Rotböhl“
2. Griesheimer Sand
 - NSG „Ehemaliger August-Euler-Flugplatz von Darmstadt“
 - NSG „Griesheimer Düne und Eichwäldchen“
 - Restitutionsfläche „Streitgewann“
3. ND „Seeheimer Düne“ und Restitutionsgebiet Seeheim-Jugenheim
4. NSG „Kalksandkiefernwald von Bickenbach, Pfungstadt und Seeheim-Jugenheim“
 - Steppenrasen (*Allio-Stipetum*) und Kiefernbestände
 - beweidete und unbeweidete *Pyrolo-Pinetum* Bestände

3.2.2 Hintergrund und Themenschwerpunkte

Die Übergangszone zwischen dem Hessischen Ried (früheres Neckar-Flussbett) und dem Odenwald wird durch ein Gebiet mit vorwiegend basenreichen Sand-Lebensräumen geprägt. Die Standorte sind durch relativ geringe Niederschläge, hohe Insolation, Sommertrockenheit und Nährstoffarmut charakterisiert. Die Lebensräume sind bekannt für ihren Reichtum an seltenen Pflanzenarten wie z. B. *Jurinea cyanooides*, *Bassia laniflora*, *Koeleria glauca* und seltenen Pflanzengesellschaften (z. B. *Sileno conicae-Cerastietum semidecandri* s. l., *Jurineo-Koelerietum glaucae*, *Allio-Stipetum*), die wir im Gebiet zeigen können. Mittlerweile sind diese Arten und Vegetationstypen sehr stark gefährdet, vor allem durch Habitat-Zerstörung und -Fragmentierung.

Sukzessionsprozesse führen von Pionierstadien der Klasse *Koelerio-Corynephoretea* zu artenreichen Beständen des *Allio-Stipetum (Festuco-Brometea)*. Im Falle höherer Nährstoffwerte im Boden wird die Sukzession durch die Entwicklung zu ruderalisierten, artenarmen Stadien (z. B. mit *Calamagrostis epigejos*) geprägt. Weitere Sukzessionsprozesse sind durch das Einwandern von Gebüschern wie z. B. *Prunus spinosa* und *Ligustrum vulgare* oder der Etablierung von *Pinus sylvestris* charakterisiert. Fragmentarische Bestände des *Pyrolo-Pinetum sylvestris* kommen noch vor.

Um die hochgradig gefährdete Offenland-Vegetation zu schützen bzw. zu entwickeln, wurde zumeist im Jahre 2000 ein Beweidungsregime mit Schafen und z. T. mit Eseln etabliert. Um die Gebiete zu vergrößern und zu verbinden, werden Methoden der Restitution eingesetzt, die zumeist auch die abiotischen Aspekte (Verwendung von nährstoffarmen Tiefensanden) umfassen. Immer erfolgt auf den restituierten Flächen eine Beweidung als Management-Maßnahme.

Auf der Exkursion werden Leitbildflächen mit hochgradig gefährdeter Sandvegetation und benachbarte Restitutionsflächen gezeigt. Außerdem können wir Beweidungseffekte im Gelände demonstrieren (Vergleich beweideter und langjährig nicht beweideter Flächen). Wir konzentrieren uns besonders auf Vegetationstypen der *Koelerio-Corynephoretea* und *Festuco-Brometea*, aber es werden auch beweidete Bestände des *Pyrolo-Pinetum* gezeigt.



Abb. 3.2/1: Im Norden befinden sich die Exkursionsgebiete (1) ND Rotbühl und (2) Griesheimer Sand mit den Exkursionspunkten (2.1) NSG „Ehemaliger August-Euler-Flugplatz von Darmstadt“, (2.2) NSG „Griesheimer Düne und Eichwäldchen“ und (2.3) „Streitgewann“. Weiter südlich befinden sich die Exkursionsgebiete (3) ND „Seeheimer Düne“ und Restitutionsgebiet Seeheim-Jugenheim und (4) die Kalksandkiefenwälder (4.1) bei Bickenbach und (4.2) Seeheim.

3.2.3 Die Exkursionsroute

Die Exkursionsroute umspannt ein Gebiet zwischen Weiterstadt im Norden und Bickenbach/Bergstraße im Süden (Abb. 3.2/1). Wir beginnen im stark industrialisierten Bereich zwischen Frankfurt und Darmstadt mit einer kleinen Leitbildfläche (Gebiet 1), die in den letzten Jahren durch verschiedene Restitutionsmaßnahmen erweitert werden konnte

(ND „Rotbühl“).

Anschließend fahren wir in den Griesheimer Sand (Gebiet 2). Hier existierte bis in die 30er Jahre des letzten Jahrhunderts noch ein großflächiges zusammenhängendes militärisch genutztes Sandgebiet (Karte bei ZEHM & ZIMMERMANN 2004). Heute gibt es als Fragmente noch drei hochkarätige Leitbildflächen, von denen wir zwei aufsuchen werden: das NSG „Ehemaliger August-Euler-Flugplatz von Darmstadt“ (Gebiet 2.1) und das NSG „Griesheimer Düne und Eichwäldchen“ (Gebiet 2.2). Die Vegetationskomplexe dieser Naturschutzgebiete und das Beweidungsregime werden Thema dieses Exkursionsteils sein. Eine neue Restitutionsfläche („Streitgewann“, Gebiet 2.3) bildet den ersten Baustein zu einer Vernetzung der Flächen 2.1 und 2.2.

Im Bereich der nördlichen Bergstraße zeigen wir eine hochkarätige sehr kleine Leitbildfläche (ND „Seeheimer Düne“) und die sehr erfolgreichen Restitutionsmaßnahmen mit einem Tiefensand-Korridor (Gebiet 3). Die Exkursion wird ausklingen mit dem Exkursionsziel NSG „Kalksandkiefernwald von Bickenbach, Pfungstadt und Seeheim-Jugenheim“ (Gebiet 4). Hier zeigen wir zunächst randliche Flächen im südlichsten Teil mit Übergängen zwischen Steppenrasen (sehr gut ausgebildete Bestände des *Allio-Stipetum*) und Kiefernbeständen (Gebiet 4.1 Bickenbach), dann beweidete und unbeweidete Bestände des *Pyrolo-Pinetum* nahe dem nordwestlichen Ortsgebiet von Seeheim-Jugenheim (Gebiet 4.2).

3.2.4 Allgemeine Bemerkungen zum Exkursionsgebiet

Die Entstehung der südhessischen Sandgebiete geht zurück auf das Spätglazial der Würmeiszeit (AMBOS & KANDLER 1987). Der Sand wurde aus vegetationsarmen Schottern der Rheinterrassen ausgeblasen und lagerte sich als Flugsand ab. Da die Flugsande der südhessischen Gebiete auf Erosionsmaterial des Rheins zurückgehen, sind sie in der Regel primär kalkhaltig und basenreich, was einen wesentlichen Unterschied zu anderen Binnenland-Sandökosystemen Zentraleuropas darstellt. Die Böden entkalken zwar im Laufe der Entwicklung, durch sekundäre Umlagerungen im Zuge der anthropogenen Nutzungen kam es aber immer wieder zur Freilegung der Sande und zu erneuten Verwehungen des kalkreichen Substrates. Als Bodentypen finden sich auf basenreichen Substraten in initialen Stadien Locker-Syroeme und Pararendzinen meist hoher Basensättigung (Gehalte im Oberboden 0-10 cm: Gesamt-N 0,03-0,05 %, Humusgehalt 0,4-1,2 %, Phosphat-P (CAL) 8-20 mg/kg). Konsolidierte Sandrasen sind durch Braunerden und Bänder-Braunerden, teilweise mit Versauerung des Oberbodens, gekennzeichnet (Gesamt-N 0,07-0,17 %, Humusgehalt 2-3 %, Phosphat-P (CAL) 8-12 mg/kg (BERGMANN 2004). Die geringen Nährstoffgehalte und der zeitweise angespannte Wasserhaushalt limitieren die pflanzliche Primärproduktion. Der atmosphärische Stickstoffeintrag durch die Luft (feuchte und trockene Deposition) betrug im Jahre 2001/02 im zentralen Teil des Gebietes (NSG „Ehemaliger Euler-Flugplatz von Darmstadt“) ca. 16 kg*ha⁻¹*a⁻¹. Nach Daten des Umweltbundesamtes wurden 2004 in Dünenökosystemen des gesamten Untersuchungsgebietes 14–17 kg*ha⁻¹*a⁻¹ Stickstoff eingetragen (SÜSS et al. 2010).

Das Klima des Oberrheingrabens ist durch eine relativ hohe Jahresschwankung der Temperatur gekennzeichnet (bis 19 °C zwischen den Monaten); die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 9,7 °C und die Jahres-Niederschlagswerte betragen 658 mm (1961-1990 Frankfurt/Main Flughafen, www.dwd.de). Die Meereshöhe der Exkursionsziele liegt bei 100-120 m.

Kalkreiche Binnenland-Sandökosysteme zählen zu den artenreichsten Ökosystemen in Deutschland. Viele Pflanzen- und Tierarten der Sandökosysteme sind hochgradig gefährdet, und einige der an Sand gebundenen Habitattypen gehören zu den gefährdeten Lebensräumen des Anhangs I der Fauna-Flora-Habitat (FFH)-Richtlinie der Europäischen Union. Hierzu gehören: „*Koelerion glaucae*“ (Natura 2000-Code 6120) sowie „Subpannonische Steppen-Trockenrasen („*Festucetalia valesiacae*“, Code 6240) sowie „Offene Grasflächen mit

Corynephorus und *Agrostis* auf Binnendünen“ (Code 2330) (SSYMANK et al. 1998).

Die Lebensräume bergen seltene Pflanzenarten wie z. B. *Jurinea cyanooides* (FFH-Anhang-Art, s. BEIL et al. 2009), *Bassia laniflora*, *Koeleria glauca* und *Poa badensis*. Für die besonders gefährdeten Arten der Sandvegetation wurden Artenhilfsprogramme durch die „Botanische Vereinigung für Naturschutz in Hessen“ erarbeitet (*Alyssum montanum subsp. gmelinii*: HODVINA & CEZANNE 2007b, *Bassia laniflora*: HODVINA & CEZANNE 2008, *Chimaphila umbellata*: HODVINA et al. 2009, *Fumana procumbens*: HODVINA & CEZANNE 2007a, *Mibora minima*: HODVINA & BUTTLER 2002, *Nigella arvensis*: HODVINA & CEZANNE 2007c, *Poa badensis*: HODVINA & CEZANNE 2008).

Offene Sandökosysteme sind abhängig von einer hohen Dynamik. In der Naturlandschaft wurden die Sande zunächst immer wieder umgeschichtet und verlagert, und es entstanden stetig neue Pionierstandorte. Auch die traditionelle Landnutzung früherer Kulturlandschaften, insbesondere die Beweidung, war für die Erhaltung der Sandvegetation förderlich. Nicht zuletzt spielte auch die zum Teil bis ins Mittelalter zurückreichende militärische Nutzung der Gebiete eine Rolle für deren Erhaltung. Heute sind die Offenland-Sandstandorte durch Überbauung, Veränderung der landwirtschaftlichen Nutzung, Aufforstung, Eutrophierungsprozesse und Sandabbau stark verändert und dezimiert worden. Das typische Vegetationsmosaik einer solchen sandgeprägten Pionier- und Rasenvegetation lässt sich in der heutigen Kulturlandschaft in der Regel nur mit einem gezielten und spezifischen Natur-schutzmanagement erhalten und fördern (SCHWABE & KRATOCHWIL 2009).

Sukzessionsprozesse führen von Pionierstadien der Klasse *Koelerio-Corynephoretea* zu artenreichen Beständen des *Allio-Stipetum* (*Festuco-Brometea*). Im Falle höherer Nährstoffwerte im Boden wird die Sukzession durch die Entwicklung zu ruderalisierten, artenarmen Stadien (z. B. mit *Calamagrostis epigejos*) gekennzeichnet. Der Schwellenwert in Richtung stärkerer Ruderalisierung liegt hier oberhalb von etwa 20 mg Phosphat-P/kg Trockenboden (SÜSS et al. 2004). Die Sukzession schreitet weiter mit der Etablierung von Gebüschern wie z. B. *Prunus spinosa* und *Ligustrum vulgare*. Oft kommt es zu einer Gräserdominanz über Zeiträume von mehr als 10 Jahren (z. B. *Stipa capillata*), wie wir mit Dauerflächen-Untersuchungen zeigen konnten (SÜSS et al. 2010).

Um die hochgradig gefährdete Vegetation zu schützen bzw. zu entwickeln, wurde auf größeren Flächen bereits im Jahre 2000 ein Beweidungsregime mit Schafen und z. T. mit Eseln etabliert. Beweidung sorgt einerseits durch Fraß für ein Zurückdrängen dominanter Arten wie z.B. *Calamagrostis epigejos* und gleichzeitig für eine hohe Dynamik durch das kleinflächige Entstehen von Störstellen, z. B. durch Tritteinwirkungen. Dadurch werden bedrohte Arten der Pionierstandorte, oft Therophyten, gefördert und Dominanzbildner zurückgedrängt. Ein weiterer bedeutender Effekt der Beweidung liegt in der Ausbreitung von Pflanzenarten durch epi- und endozoochore Prozesse (EICHBERG et al. 2007, WESSELS et al. 2008), so dass der Diasporenterfer der Weidetiere zu einer Vernetzung fragmentierter Habitate führen kann.

Die Beweidungsmaßnahmen im Offenland werden wissenschaftlich begleitet, u. a. im Rahmen des Erprobungs- & Entwicklungs-Vorhabens „Ried und Sand: Biotopverbund und Restitution durch extensive Landbewirtschaftung“ (www.riedundsand.de, finanziert durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des BMU). Das Projekt wird betreut durch den Landkreis Darmstadt-Dieburg (Hauptverfahren) und die TU Darmstadt, Arbeitsgruppe Vegetationsökologie (Wissenschaftliche Begleitung). Die Beweidung erfolgt durch den Landschaftspflegehof Stürz.

Als Waldgesellschaft kommt auf kalkreichen Dünenstandorten das *Pyrolo-Pinetum sylvestris* vor. Die Vertreter der Pyrolaceae sowie *Goodyera repens* sind jedoch extrem selten geworden. Wahrscheinlich charakterisieren die *Pinus*-Bestände nur ein Übergangsstadium, und *Fagus sylvatica* und *Quercus robur* sind in der Lage, sich im weiteren Verlauf der Sukzession dauerhaft zu etablieren. Es erfolgt z. T. eine Beweidung der Bestände mit Schafen und punktuell mit Eseln.

3.2.5 Die Exkursionspunkte im Einzelnen

1. Naturdenkmal „Rotbühl“

Das Exkursionsgebiet „Rotbühl“ (Weiterstadt) liegt im Übergangsbereich zwischen nördlichem Oberrheingraben und der Untermainebene. Hier verbinden sich somit zwei durch unterschiedliche geologische Verhältnisse gekennzeichnete Räume. Das Exkursionsgebiet wird zwar durch die carbonatreichen äolischen Sedimente des Rheins geprägt, in naher Umgebung finden sich jedoch auch saure, kalkfreie Sande der Untermainebene, z. B. mit *Mibora minima*.

Der Name „Rotbühl“ leitet sich vom althochdeutschen „gerodeter Hügel“ ab, der bereits 1610 als Weinberg urkundlich erwähnt wurde (BATHON & WITTENBERGER 1986). Im ersten Weltkrieg war das Gebiet noch militärisches Übungsgelände. Im Rahmen der Bauarbeiten für die Autobahn wurden hier von 1933 bis 1935 etwa 135.000 m³ Sand abgetragen. Der nördliche „Große Rotbühl“ wurde 1938 wegen seiner „seltenen Sanddünenflora und -fauna“ als flächenhaftes Naturdenkmal unter Schutz gestellt. 1950 fand die Ausweisung in den heutigen Grenzen statt (4,2 ha Größe), die auch dem FFH-Gebiet entsprechen.

Neben lockeren Kieferngruppen, die das Erscheinungsbild prägen, trägt das ND „Rotbühl“ ein Mosaik aus u. a. *Jurineo-Koelerietum glaucae*-, *Allio sphaerocephali-Stipetum capillatae*- und *Corynephorretalia*-Beständen. Diese bereits von ACKERMANN (1954) beschriebenen gut entwickelten Sandrasenbestände stellen heute noch hochwertige Leitbildflächen dar.

Seit dem Jahr 2001 dienen wissenschaftlich begleitete Restitutionsmaßnahmen (STROH 2006, EICHBERG et al. 2010) auf angrenzenden Erweiterungsflächen der Vergrößerung und Förderung der seltenen Sandvegetation. Diese Erweiterungsflächen konnten mit Hilfe von Ausgleichsmaßnahmen zu den Bebauungsplänen „2.“ bzw. „3. Gewerbegebietserweiterung vor dem Rotbühl“ aus den Jahren 1997 und 2003 („Anlage, Entwicklung und extensive Pflege eines Sandmagerrasens“) umgesetzt werden. Als Pflegemaßnahme wird das gesamte Gebiet seit 2000 jährlich im Frühjahr und im Herbst mit Eseln beweidet. Mit Hilfe eines Rasterpunktsystems (Flächengröße 80 m²) werden die Entwicklung der Vegetation und der Wildbienen- sowie Heuschreckenfauna in einem Monitoring dokumentiert.

Im Rahmen der Exkursion lassen sich neben den Leitbildflächen auch die Auswirkungen verschiedener Restitutionsmaßnahmen vergleichend studieren (siehe Abb. 3.2/2).

Leitbildflächen, eselbeweidet

Auf der Altdüne des „Großen Rotbühl“ liegen die zu den Leitbildflächen zählenden Punkte A1-C1, D1-D3 sowie E2-3, die ein Mosaik aus Beständen des *Jurineo-Koelerietum glaucae*- und *Allio-Stipetum capillatae* aufweisen. Auch kleinflächige, ehemalige Restitutionsflächen aus dem Jahr 1986, die sich sehr gut entwickelt haben, zählen zu diesem Bereich. *Koeleria glauca*, *Helichrysum arenarium*, *Medicago minima*, *Festuca davalii*, *Scabiosa canescens* und *Euphorbia seguieriana* erreichen hier hohe Stetigkeiten, desweiteren fallen die Bestände durch ausgeprägte Moosdeckungen (insbesondere *Tortula ruraliformis*) auf.

Abiotisch restituierte Flächen ohne Inokulation, eselbeweidet

In zwei verschiedenen Jahren (2003 und 2007) wurden an das ND angrenzende Erweiterungsflächen übersandet, ohne dass eine anschließende Inokulation mit artenreichem Mahdgut stattfand. Durch die Integration dieser Gebiete in die bestehende Eselweide findet ein Artentransfer über epi- und endozoochoren Transport statt.

Auf den Punkten B6-7 und C6-7 wurde im Jahr 2003 punktuell Sand aus örtlichen Baustellen aufgetragen, der im Nachhinein nicht inokuliert wurde. Rote Liste-Arten wie *Phleum arenarium*, *Helichrysum arenarium* oder *Silene otites* treten hier zwar regelmäßig, jedoch in

geringer Deckung auf. Häufiger kommen die für die Wildbienenfauna bedeutende *Centaurea stoebe* oder auch *Poa angustifolia*, *Berteroa incana*, *Bromus sterilis* und *Sisymbrium altissimum* vor.

Im Jahr 2007 entwidmete die Stadt Weiterstadt die Wegparzelle, die bis dahin die Restitutionsflächen vom Südteil des ND trennten. Die hier restituierten Flächen (Punkte B8, C8, D5-8) wurden kleinflächig mit Sand überdeckt, ohne dass eine Inokulation stattfand. Auch diese Flächen sind eselbeweidet und bisher weitgehend von Ruderalarten geprägt.

Abiotisch restituierte Flächen ohne Inokulation, gemulcht

Die Punkte G7+G8 liegen im Bereich einer Ackerbrache, die 1995 im Rahmen von Ersatzmaßnahmen mit Sand aus örtlichen Baustellen übersandet wurde und seitdem einmal jährlich gemulcht wird. Neben *Elymus repens* und *Poa angustifolia* treten hier auch die Rote Liste-Arten *Silene oites*, *Helichrysum arenarium* und *Medicago minima* auf.

Abiotisch restituierte Flächen mit nachfolgender Inokulation, eselbeweidet

Auf weiteren Flächen konnten abiotische Restitutionsmaßnahmen mit nachfolgender Inokulation mit Mahd- und Rechgut vorgenommen werden. Als Spenderflächen für die Mahd- und Rechgutgewinnung dienten einerseits die Leitbildflächen des Rotböhls selbst, andererseits das im Griesheimer Sand gelegene FFH-Gebiet „Beckertanne Ost“, ein Gebiet mit ausgedehnten *Jurineo cyanoidis-Koelerietum glaucae*- und *Corynephorretalia*-Pionierbeständen.

Auf den Punkten B4-5 und C4-5 fand im April und August 2001 eine Profillumkehr statt, d. h.

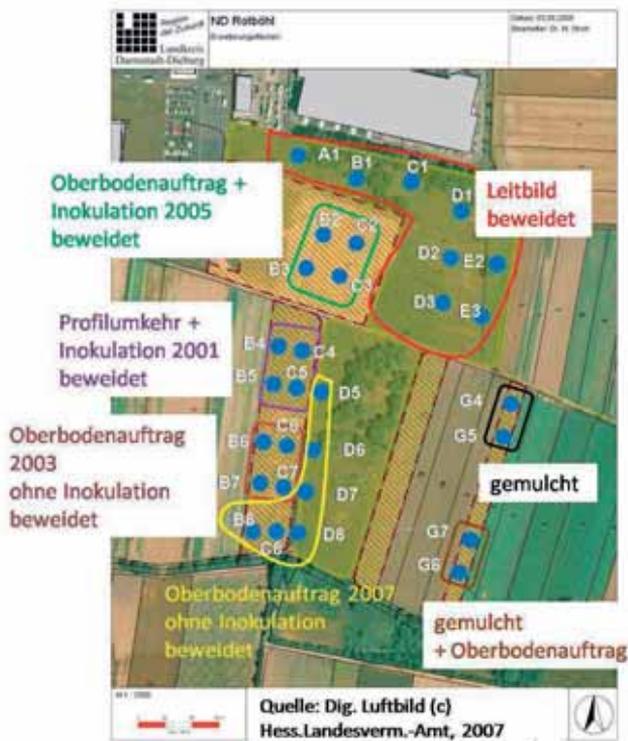


Abb. 3.2/2: ND „Rotböhl“: Leitbild und verschiedene Behandlungen der restituierten Erweiterungsflächen.

nährstoffreicher Oberboden wurde in die Tiefe gebracht und mit nährstoff- und diasporenarmem Tiefensand überdeckt. Die Punkte B4+C4 wurden anschließend mit Material vom Rotbühl, die Punkte B5+C5 mit Material vom Gebiet „Beckertanne Ost“ inokuliert. Die restituierten Sande sind seit dem Jahr 2002 in die Eselbeweidung mit eingebunden. Neben *Corynephorus canescens* und *Helichrysum arenarium* treten hier auch regelmäßig Arten wie *Phleum phleoides*, *Silene otites* und *Ononis repens* auf.

Im Jahr 2005 konnte ein angrenzender Acker zum Restitutionsgebiet hinzugewonnen werden (Punkte B2-3 und C2-3). Hier wurde flächig autochthoner Sand aufgeschüttet, zu Dünen modelliert und mit Mahdgut der beiden Spenderflächen inokuliert. Auch diese Punkte wurden anschließend in die Eselbeweidung integriert. Insbesondere frühsukzessionale Arten wie *Phleum arenarium*, *Silene conica*, *Medicago minima* oder *Corynephorus canescens* sind hier zu finden. Sehr vereinzelt treten auch bereits *Stipa capillata* oder *Euphorbia seguieriana* auf, aber auch Ruderalarten wie *Coryza canadensis* oder *Oenothera biennis* s. l.

Flächen ohne Restitutionsmaßnahmen, gemulcht

Die Punkte G4+G5 liegen im Bereich einer Ackerbrache, die seit 1995 einmal jährlich gemulcht wird und vorwiegend durch *Rumex thyrsiflorus* und *Centaurea stoebe* sowie *Poa angustifolia*, *Elymus repens* und *Calamagrostis epigejos* geprägt ist.

2. Exkursionspunkt: Griesheimer Sand

2.1 NSG „Ehemaliger August-Euler-Flugplatz von Darmstadt“

Das 71 ha umfassende Naturschutz-, Vogelschutz- und FFH-Gebiet (Abb. 3.2/3) ist in dieser Größe noch erhalten, weil es nach dem 2. Weltkrieg bis 1992 durch die amerikanischen Streitkräfte (vor allem als Hubschrauber-Landeplatz) genutzt und deshalb nicht in landwirtschaftliche Kultur genommen wurde. Nach zähem Ringen und Abwägung verschiedenster Interessen (Bebauung, Geschäftsflughafen u. a.) wurde das Gebiet 1996 als NSG ausgewiesen. Es handelt sich um den ältesten Flugplatz Deutschlands, der seit 1913 genutzt wird (ZEHM & ZIMMERMANN 2004). Heute gehört das Gebiet der Technischen Universität Darmstadt, die eine Naturschutz-verträgliche Nutzung z. B. für Forschungsflüge mit Leichtbauflugzeugen, zusichert.

Der Euler-Flugplatz weist einen ausgeprägten Standortgradienten in Ost-West-Richtung auf. Die östlichen Bereiche mit höheren pH-Werten und Kalkgehalten (7,2-7,5 in 0,01 mol/l CaCl₂, Kalkgehalte 1,2-13 %; BERGMANN 2004) weisen *Koelerion glaucae*-Vegetation auf, wohingegen im mittleren Teil Bestände des *Armerio-Festucetum trachyphyllae* auftreten (pH 5,9-7,3; Kalkgehalte 0,2-1,4 %; BERGMANN 2004), die nach Westen mehr und mehr ruderalisieren, da die westlichsten Flächen ehemalige Spargeläcker darstellen.

Wir werden uns im östlichen Teil typische Pionierfluren des *Sileno-Cerastietum semidecandri* s. l. ansehen, die hier reich sind an *Phleum arenarium* und *Silene conica*. Sie sind verzahnt mit „Biologischen Krusten“, Pioniergemeinschaften aufgebaut aus Cyanobakterien, Grünalgen, Flechten (z. B. *Collema*) und akrokarpes Moosen. Auf 20 x 20 cm-Flächen kommen in den Krusten bis zu 29 Taxa vor. Auf Krustenflächen verläuft die Vegetationsentwicklung mit Höheren Pflanzen oft sehr langsam (HACH et al. 2005, LANGHANS et al. 2009a,b). Das *Koelerion glaucae* ist hier reich an *Koeleria glauca*, *Festuca duvalii* und *Helichrysum arenarium*. *Jurinea cyanoides* fehlt, wurde aber im Rahmen eines Epizoochorie-Experimentes eingebracht (EICHBERG et al. 2005). Ferner werden wir den Gradienten hin zum *Armerio-Festucetum* betrachten. Bezeichnende Arten in letzterer Assoziation sind *Armeria maritima* subsp. *elongata*, *Koeleria macrantha*, *Festuca brevipila*, *Potentilla argentea*, *Cerastium arvense*, *Myosotis ramossissima* u. a.. Eine Problem-pflanze im Gebiet ist *Cynodon dactylon*, für deren Zurückdrängung es bisher keine aus Natur-



Abb. 3.2/3: Schaf-beweidetes Gebiet im Ostteil des NSG „Ehemaliger Euler-Flugplatz von Darmstadt“. Im Vordergrund: *Koelerion glaucae* mit blühendem *Helichrysum arenarium*. (Foto: C. Eichberg)

schutzsicht akzeptable Methode gibt. Die *Koelerion glaucae*-Bestände und das *Armerio-Festucetum* haben in den letzten Jahren sehr unter einer großen Kaninchenpopulation gelitten. Durch Einbruch dieser Population regenerieren sie sich seit 2009 aber nach und nach.

Insgesamt gibt es seit dem Jahre 2000 ein Rasterpunktesystem für das Vegetationsmonitoring mit 80 m²-Flächen (entsprechend dem Gebiet Rotböhl) sowie 14 beweidete und dazugehörige eingezäunte Referenzflächen, die den Einfluss der Beweidung zeigen. Zusätzlich bestehen seit 2005 sechs Kaninchen-freie gezäunte Flächen. Der Einfluss der Beweidung wird von uns seit dem Jahre 2000 untersucht. Der Langzeit-Datensatz zeigt für diese Periode sehr starke Effekte abiotischer und biotischer Extremfaktoren, die den Faktor Beweidung z. T. überlagern (FAUST unpublizierte Daten.).

Der Euler-Flugplatz beherbergt die größte Steinschmätzer-Population in Hessen (oft 8 Paare), ferner brütet hier seit wenigen Jahren der Wiedehopf. Das Gebiet weist eine reiche Invertebraten-Fauna auf mit vielen bedrohten thermobionten Tierarten, so z. B. Wildbienen (BEIL & KRATOCHWIL 2004, BEIL et al. 2008).

2.2 NSG „Griesheimer Düne und Eichwäldchen“

Das Naturschutz-, Vogelschutz- und FFH-Gebiet „Griesheimer Düne und Eichwäldchen“ (45 ha) kann in weiten Teilen als Leitbildfläche angesehen werden und wurde bereits 1953 als Naturschutzgebiet ausgewiesen.

Geomorphologisch sind im Gebiet noch Dünenstrukturen mit einer maximalen Höhe von 5 m über dem umliegenden Niveau ausgebildet. Insgesamt dominiert ein Komplex basenreicher Sand- und Steppen-Rasen. Der Pflegezustand des Gebietes war bis zum Jahre



Abb. 3.2/4: Gut ausgebildete Bestände des *Allio-Stipetum* mit Dominanz von *Stipa capillata* im NSG „Griesheimer Düne und Eichwäldchen“. Im Hintergrund: kleinflächige offene Bereiche mit *Koelerion glaucae*-Beständen. (Foto: A. Schwabe)

2000 nicht gut; große Fazies von *Calamagrostis epigejos* prägten beträchtliche Teile des Gebietes. Die Altbestände von *Jurinea cyanoides* sind im Gebiet verschollen. Die Rasen werden seit dem Jahre 2000 durch Schaf- und seit einigen Jahren durch eine Kombination mit Eselbeweidung gepflegt. Inzwischen ist der Pflegezustand exzellent, was auf der Exkursion vielfach gezeigt werden kann. Pionierbestände des *Sileno conicae-Cerastietum semidecandri* s. l. (u. a. mit *Phleum arenarium*) und *Jurineo-Koelerietum glaucae* kommen nur punktuell vor (letzteres mit *Koeleria glauca*, *Poa badensis*, punktuell mit *Alyssum montanum* subsp. *gmelinii*). Als Besonderheit der Pionierfluren kann *Bassia laniflora* gezeigt werden. Die besonders schön ausgebildeten großflächigen Bestände des *Allio-Stipetum* werden auf der Exkursion demonstriert (punktuell auch mit *Fumana procumbens*) (Abb. 3.2/4). Das Ruderalisierungspotential einiger Flächen kann auf unbeweideten Referenzflächen demonstriert werden, wo sich z. B. *Calamagrostis epigejos* anreichert. Inzwischen in das NSG einbezogene Gebiete mit ehemaliger landwirtschaftlicher Nutzung, die noch im Jahre 2000 hohe Deckungen von *Calamagrostis epigejos* aufwiesen, sind durch die Beweidung wesentlich verbessert worden.

Ornithologisch bemerkenswert sind im Offenland Vorkommen von Steinschmätzer und Schwarzkehlchen. Das Gebiet ist berühmt für die Vorkommen seltener thermobionter Invertebraten (Steppenbiene *Nomioides minutissimus*, Italienische Schönschrecke *Calliptamus italicus* und viele andere).

2.3 „Streitgewann“

Das Gebiet liegt nur 300 m vom NSG „Griesheimer Düne und Eichwäldchen“ entfernt und wurde bis 2004 als Acker genutzt. Nach Haferanbau ohne Düngung im Jahre 2004 ist die Fläche ohne abiotische Restitution im Herbst 2004 mit Mahd- und Rechgut von Leitbildflächen aus dem Griesheimer Sand beimpft worden. Die Phosphat-P-Werte liegen bei rund 200 mg/kg Trockenboden und damit weit über der definierten Schwellenlinie, oberhalb derer eine Ruderalisierung zu erwarten ist. Das Gebiet wird mit Schafen beweidet, seit 2009 auch mit Eseln.

Die Fläche stellt auf der Exkursion ein Modell für Maßnahmen ohne abiotische Restitution dar und kann dann mit dem Gebiet 3 verglichen werden. Es haben sich einige typische Arten der Sandflora wie z. B. *Alyssum alyssoides*, *Armeria maritima* subsp. *elongata*, *Asperula cynanchica*, *Corynephorus canescens*, *Koeleria glauca*, *Koeleria macrantha*, *Medicago minima*, *Myosotis stricta*, *Phleum arenarium*, *P. phleoides*, *Silene otites*, *Stipa capillata*, *Cladonia rangiformis* angesiedelt, aber es ist bisher nicht zu einer guten Ausbildung des *Koelerion glaucae* gekommen. Die Ruderalisierung wird immer wieder durch die Beweidung zurückgedrängt („restorative grazing“). Noch VOLK (1931) beschrieb eine spontane Ansiedlung des *Jurineo-Koelerietum* auf aufgelassenen Spargelfeldern. Ein spontanes Auftreten kann heute auf den überall stark gedüngten Ackerflächen nicht mehr beobachtet werden.

Im Gebiet Streitgewann konnten im Rahmen eines Experimentes im Jahre 2005 drei Tiefensandflächen von je 10 m x 10 m aufgeschüttet werden, wo es möglich war, die epizoochore Ausbreitung von Diasporen sowie die Etablierung zu verfolgen. Dieses von Saskia Wessels begründete Experiment (WESSELS-DE WIT & SCHWABE 2010) wird heute weiter verfolgt im Zuge einer laufenden Dissertation von Linda Freund. Wir werden auf diesen Flächen die sehr gute Entwicklung der epizoochor ausgebreiteten Arten *Alyssum montanum* subsp. *gmelinii*, *Stipa capillata*, *Phleum arenarium* und anderer sehen können. Auf der Experimentierfläche können wir auch *Jurinea cyanoides* zeigen, deren Diasporen durch Schaftritt eingetrampelt wurden und so der Prädation von Vögeln oder Mäusen entgingen (zur Prädation, s. EICHBERG et al. 2005).

3. Exkursionspunkt: ND „Seeheimer Düne“ und Restitutionsgebiet Seeheim-Jugenheim

Das Exkursionsziel im nordwestlichen Ortsgebiet von Seeheim-Jugenheim umfasst das ND „Seeheimer Düne“ (FFH-Gebiet) und direkt anschließende Restitutionsflächen.

Das 1954 ausgewiesene Naturdenkmal ist nur sehr klein (0,7 ha), weist aber die in der floristischen Struktur am besten ausgebildeten Bestände des *Jurineo-Koelerietum glaucae* im gesamten hessischen Gebiet auf. Die floristische Ausstattung ist exquisit mit *Jurinea cyanoides*, *Koeleria glauca*, *Poa badensis*, reichlich *Alyssum montanum* subsp. *gmelinii* und in den weiter entwickelten Stadien auch mit großen Beständen von *Fumana procumbens* und *Euphorbia seguieriana*. In manchen Jahren tritt *Orobanche arenaria* auf. Der zentrale *Koelerion glaucae*-Bereich der Düne ist relativ stabil (s. die Dauerflächen-Aufnahmen bei SÜSS et al. 2010). Er weist ausgedehnte Bestände von bodenbewohnenden Flechten auf (*Peltigera rufescens*, *Cladonia*-Sippen); randlich befinden sich jedoch *Allio-Stipetum*-Bereiche und vorwiegend im Halbschatten *Calamagrostis epigejos*-Bestände. Daher wird das Gebiet seit einigen Jahren mit Eseln beweidet, um ein Vordringen der Ruderalisierung vom Rande her zu verhindern und um offene Stellen zu schaffen. Wir werden auf der Exkursion diese Restfläche vorsichtig von der Seite aus betrachten können.

Vor diesem Hintergrund stellte sich die Frage, ob nicht mit Hilfe von Restitutionsmaßnahmen die Fläche der Düne vergrößert werden könnte. Dazu gibt es inzwischen Maßnahmen, die in einem Zeitraum von 10 Jahren nach und nach umgesetzt wurden (STROH et al. 2002, 2007, EICHBERG et al. 2010). Ergebnisse einer Pilotstudie (1) und



Abb. 3.2/5: Esel-Erstbeweidung im restituierten Sandkorridor im Oktober 2006, 18 Monate nach der Aufschüttung. Die Esel dezimierten die dichten Bestände von *Artemisia campestris*. Die gefährdete Art *Euphorbia seguieriana* wird nicht beffressen (Vordergrund). Hintergrund: ND "Seeheimer Düne". (Foto: A. Schwabe)

Erfolge bei einer Tiefensand-Aufschüttung (2) werden wir auf der Exkursion betrachten können.

(1) Auf einem ehemaligen Acker, der zeitweise als Erd- und Bauschuttfläche genutzt wurde, konnte 1998 eine Pilotstudie zur Restitution von Sandrasen durchgeführt werden. Es wurden biotische Restitutionsmaßnahmen wie Mahd- und Rechgut- sowie Sodenübertragung mit anschließender Pflegebeweidung durchgeführt. Samenbank und Diasporenniederschlag zeigten in Voruntersuchungen eine ruderale Prägung, so dass eine spontane Wiederherstellung der Sandvegetation nicht wahrscheinlich war. Die Bodennährstoffgehalte weisen einen vergleichsweise hohen Gehalt an CAL-löslichem Phosphat-P (87 mg/kg Trockenboden) auf.

Die Ergebnisse zeigen eine hohe Übertragungsrate der Zielarten auf den beimpften Flächen und eine starke Ruderalisierung auf den Flächen mit spontaner Sukzession (Kontrollflächen ohne Pflegemaßnahmen). Beweidung ohne vorausgehende Inokulation führt in diesem Fall nicht zur Entwicklung von Beständen, die sich in stärkerem Maße den Leitbildgesellschaften annähern, wenn auch die Dominanz von *Calamagrostis epigejos* hier gemindert wurde.

(2) Auf der Basis dieser Ergebnisse wurde im Jahr 2005 eine weitere Restitutionsmaßnahme durchgeführt, welche die neu etablierten Sandstandorte mit dem ND Seeheimer Düne verknüpft und somit der Habitatfragmentierung entgegenwirkt (Abb. 3.2/5).

Um nährstoff-, insbesondere phosphatarmes und diasporenfreies Substrat zu erhalten, war es möglich, kalkreichen Tiefensand aufzuschütten. Rund 6000 m³ des Tiefensandes wurden kostenneutral von einer etwa 1 km entfernten Baustelle einer Schule angefahren und geschüttet. Die Flächen sind mit Mahd- und Rechgut aus Leitbildflächen inokuliert worden; der nördliche Teil mit Material der „Seeheimer Düne“, der südliche mit Material der „Beckertanne“ im Griesheimer Sand. Eine anschließende Eselbeweidung (Abb. 3.2/5) sorgt für

Tab. 3.2/1: Prozentuale Stetigkeit der Rote Liste-Pflanzenarten im Gebiet Seeheim-Jugenheim (Korridor) (Stetigkeit von 7 Rasterpunkten à 80 m²), außerhalb der Probeflächen vorhanden: *Jurinea cyanooides*.

Jahr	2005	2006	2007	2008	2009
<i>Phleum arenarium</i>		17	33	50	67
<i>Silene conica</i>		67	67	50	83
<i>Veronica verna</i>		17			33
<i>Medicago minima</i>		67	100	100	100
<i>Poa badensis</i>		17	33	33	50
<i>Koeleria glauca</i>			17	17	17
<i>Koeleria macrantha</i>				17	17
<i>Phleum phleoides</i>			33	50	83
<i>Stipa capillata</i>				17	33
<i>Thymus serpyllum</i>	17	33	50	50	50
<i>Alyssum gmelinii</i>		33	67	67	100
<i>Fumana procumbens</i>		17	17	33	67
<i>Euphorbia seguieriana</i>			50	67	83
<i>Cladonia rangiformis</i>	67	100	100	100	100

hohe Dynamik und selektive Förderung der Zielarten. Eine Ordination zeigt, dass die Entwicklung hin zu den jeweils spezifischen Donorflächen geht (EICHBERG et al. 2010). Die Stetigkeit der Rote Liste-Arten im Restitutionsgebiet ist in Tab. 3.2/1 dargestellt. Inzwischen konnten auch hochwüchsige Pappeln, die Teile des Korridors beschatteten, entfernt werden.



Abb. 3.2/6: Restituiertes *Jurineo-Koelerietum glaucae* mit *Alyssum montanum* subsp. *gmelinii* und *Koeleria glauca* (Seeheim-Jugenheim, restituiertes Korridor). (Foto: A. Schwabe)

Nach fünf Vegetationsperioden zeigt sich eine hohe Zahl an Rote Liste-Arten, die sich etabliert haben. Es entwickelten sich sehr schöne Bestände des *Koelerion glaucae* (Abb. 3.2/6). Zudem konnte eine reiche Wildbienenfauna nachgewiesen werden (KRAUSCH unpublizierte Daten.).

4. Exkursionspunkt: Kalksandkiefernwald

Das Flugsandgebiet südlich von Darmstadt ist weitflächig von Kiefern-Reinbeständen oder -Mischbeständen bestockt. Schon seit den 30er Jahren des letzten Jahrhunderts haben Botaniker auf die herausragende Bedeutung dieser Wälder hingewiesen (KNAPP 1946, ACKERMANN 1954, BÖGER 1982, CEZANNE 1983). Eine Besonderheit sind Restvorkommen des *Pyrolo-Pinetum sylvestris* (Wintergrün-Kiefernwald). Diese subkontinentale Gesellschaft besitzt in der nördlichen Oberrheinebene (z. B. Darmstadt, Mainz, Schwetzingen Hardt) ihre westlichsten Vorposten. Nach vorübergehender Sicherstellung 1954 kam es 1996 zur Ausweisung des Naturschutzgebietes „Kalksandkiefernwald von Bickenbach, Pfungstadt und Seeheim-Jugenheim“. Es besteht aus einer 6 ha und einer ca. 80 ha großen Teilfläche. Das Gebiet ist mit heute bis zu 160jährigen Kiefernbeständen bestockt. Als Bodentypen finden sich kalkhaltige Pararendzinen und oberflächlich versauerte Pararendzina-Braunerden. Die Boden-pH-Werte (in 0,01 mol/l CaCl₂) in 0-5 cm Tiefe liegen in verschiedenen Ausbildungen zwischen 5,6 und 6,9 und in 15-25 cm Tiefe bei 7,0-7,2 (ZEUCH 1997).

Die Frage des Reliktcharakters der offenen Sandvegetation und der Kiefernwälder wird kontrovers diskutiert (s. z. B. PHILIPPI 1971, der davon ausgeht, dass viele Sippen erst nach den Waldrodungen unser Gebiet erreicht haben). Wahrscheinlich hat es aber seit dem Spät- und / oder frühen Postglazial einige dieser Sippen im Gebiet gegeben (SCHWABE et al. 2000). Die Kiefer selbst ist in pollenanalytischen Untersuchungen aus dem benachbarten Pfungstädter Moor seit dem Ende der letzten Eiszeit durchgehend nachzuweisen (JORNS 1965). Seit der Bronzezeit stieg der Kiefernanteil wieder an. Die menschliche Besiedlung des Oberrheingrabens erfolgte schon in prähistorischer Zeit durch die Bandkeramiker. Da auf den Flugsanden bereits geringe und seltene Störungen ausreichen, um Kiefernansiedlungen zu begünstigen, hat der menschliche Einfluss sicher nicht unerheblich zur Wiederausbreitung der Kiefer beigetragen. Ob auch die für das *Pyrolo-Pinetum* charakteristischen Pyrolaceae, wie KORNECK (1974) annimmt, in diesen, hier und da wohl immer wieder neu entstehenden Pionierkiefernwäldern durchgehend vorhanden waren, ist zumindest fraglich, denn diese Arten werden auch häufig mit dem Kiefernanbau verschleppt. In der hessischen Rheinebene werden seit dem 16. Jahrhundert Kiefern gezielt angesät, nachdem man in der benachbarten badischen Rheinebene und im nahegelegenen Frankfurt bereit auf über 100-jährige Erfahrung mit dem Kiefernanbau zurückblicken konnte (IMMEL 1923). Für das engere Exkursionsgebiet sind ab 1727 Kiefern-Ansaaten belegt (STREITZ 1967), für die wahrscheinlich großenteils allochthones Saatgut verwendet wurde (z. B. aus dem Nürnberger Reichswald). Im 16. Jahrhundert waren diese Flächen noch waldfrei. Seine heutige Ausdehnung erreichte der Kalksandkiefernwald Ende des 18. Jahrhunderts.

Seit Beginn des 19. Jahrhunderts wurde in hessischen Wäldern der schlagweise Hochwaldbetrieb eingeführt. Die Begründung der hiesigen Kiefernwaldbestände erfolgte dabei entweder durch Naturverjüngung mit vorheriger Bodenbearbeitung oder durch Pflanzung im Waldfeldbau, bei dem in den ersten Jahren ein Anbau von z. B. Kartoffeln zwischen den Pflanzreihen erfolgte. Neben der Holznutzung war Waldweide verbreitet, was unter anderem heute noch im Wald vorkommende Wacholder-Bestände bezeugen. Parallel dazu nahm die Streunutzung zu. Diese wurde in Gemeindewäldern schon in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts gesetzlich geregelt, in Bauernwäldern aber intensiv betrieben. Seit den 30er Jahren des letzten Jahrhunderts wurden die Kiefernbestände durch nahezu flächendeckenden Buchenunterbau strukturell stark verändert, so dass heute im Darmstädter Flugsandgebiet

nur noch wenige reine Kiefernwälder vorhanden sind.

Charakterarten des *Pyrolo-Pinetum* und Differenzialarten der Assoziation innerhalb der Klasse *Pulsatillo-Pinetea*, die heute noch zu finden sind, sind *Viola rupestris*, *Pyrola chlorantha*, *Moneses uniflora*, *Goodyera repens*, *Carex ericetorum*, *Carex ornithopoda* und *Orthilia secunda*. Früher kam auch *Chimaphila umbellata* hier vor, die jedoch seit 30 Jahren verschollen ist. allgemein sind die Pyrolaceae stark rückläufig.

In der Neubearbeitung des *Dicrano-Pinion* im Rahmen der Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands (HEINKEN 2008) lässt der Autor das *Pyrolo-Pinetum* und die Klasse *Pulsatillo-Pinetea* nicht gelten und stellt die Bestände der nördlichen Oberrheinebene als *Peucedano-Pinetum* zum *Dicrano-Pinion*. Aufgrund der im *Pyrolo-Pinetum* des Gebietes zurücktretenden Säurezeiger (u. Trenn- und Kennarten des *Dicrano-Pinion*) ist dies aus oberrheinischer Sicht zu diskutieren.

In der Krautschicht der von uns besichtigten Bestände weisen aufgrund der lichten Bestandesstruktur Arten der *Festuco-Brometea* und *Trifolio-Geranietea* einen hohen Anteil auf. Auch die Moosschicht ist gut entwickelt; hier stellt das boreal-kontinental verbreitete *Dicranum polysetum* ein Bindeglied zu den osteuropäischen Kiefernwäldern her. Auf den ersten Blick befremdlich wirkt in manchen Beständen das gemeinsame Vorkommen von basiphytischen Arten der *Brometalia erecti* neben Säurezeigern wie *Deschampsia flexuosa* oder *Pleurozium schreberi*. Dieses liegt in steilen pH-Gradienten begründet, die in horizontaler, vor allem aber vertikaler Richtung auftreten und bis zu 4 pH-Einheiten auf 15 cm betragen können (LÖTSCHERT 1950). Sie werden durch die versauernd wirkende Nadelstreu auf dem kalkhaltigen Flugsand bewirkt.

Die Stetigkeit von *Moneses uniflora* hat von 1983 bis 1997 von 45 % auf 1 % abgenommen (nach Aufnahmen von CEZANNE 1983 und ZEUCH 1997, zit. bei SCHWABE et al. 2000); heute ist die Art weitgehend erloschen. Auch die Orchideen *Goodyera repens* und *Epipactis atrorubens* sind stark im Rückgang. Besonders in den früher bevorzugt besiedelten Beständen mittleren Alters sind sie durch *Rubus*-Sippen stark bedroht. Das Vorkommen von *Rubus*-Sippen (vornehmlich *R. fruticosus* agg.) wurde schon von ACKERMANN (1954) festgestellt, aber seit den 1980er Jahren haben diese dramatisch an Deckung zugenommen, so dass typisch ausgebildete Bestände des *Pyrolo-Pinetum* mittlerweile nur noch kleinflächig vorkommen. Neben den *Rubus*-Sippen ist es *Calamagrostis epigejos*, das nicht nur die charakteristische Flora des *Pyrolo-Pinetum* bedroht, sondern auch die Kiefern-Verjüngung. Ein dritter Faktor, der besonders das Vorkommen der lichtliebenden Saum- und Trockenrasenarten einschränkt, ist die Unterbauung der Kiefernbestände mit Laubhölzern (SCHWABE et al. 2000).

Trotz dieser Faktoren war der Kalksandkiefernwald zur Zeit der Unterschutzstellung immer noch das Vorkommensgebiet von 28 Pflanzenarten der Roten Listen (D, Hessen, Region Hessen-SW, BÖGER 2007). Aufgrund der Gefährdungen wurde bereits ein Jahr nach der Ausweisung als NSG ein Rahmenpflegeplan (NATURPLAN 1997) erstellt und ein Erfolgsmonitoring auf 10 Dauerbeobachtungsflächen eingeleitet. Angestrebt wurde die langfristige Sicherung eines Mosaiks aus verschiedenen Altersstadien des *Pyrolo-Pinetum* einschließlich der thermophilen Säume. Als Maßnahmen wurden Beweidung mit Ziegen und Schafen, Bekämpfung unerwünschter Baumarten, Bestandesverjüngungen nach Schaffung von Rohbodenflächen und mechanische Pflege der Waldinnensäume festgeschrieben. Umgesetzt wurde diese Pflege überwiegend durch den Landschaftspflegehof Stürz. Über die Entwicklung der Flächen informiert der Biomonitoring-Bericht (BÖGER 2007). Demnach konnte der „Rückgang einiger charakteristischer Arten des *Pyrolo-Pinetum* [...] nicht aufgehoben werden“. Dies gilt auch an Stellen, die bislang nicht von Problemarten bedrängt wurden und wurde auch in anderen Beständen der nördlichen Oberrheinebene beobachtet. Als mögliche Ursachen werden neben anthropogenen Nährstoffeinträgen vor allem die fortschreitende Bodenentwicklung nach dem Einstellen der Nebennutzungen (besonders der Streunutzung) diskutiert (SCHWABE et al. 2000). Günstiger ist die Situation für die Arten der

Trockenrasen, für die sich die Pflege „bestandesstabilisierend oder sogar bestandserweiternd auswirkt“ (BÖGER 2007). Die Zurückdrängung der Problemarten insbesondere durch die Beweidung war erfolgreich, Beweidung muss jedoch als Dauermaßnahme etabliert werden.

4.1 Bereich Bickenbach

Im südlichen Bereich des NSG können wir randlich einen Bestand zeigen, der besonders schön die Verzahnung von Steppenrasen mit lockerer Kiefernbestockung zeigt. Die Kiefern sind reich mit *Viscum album* subsp. *austriacum* besiedelt. Es kommt in den lichten Beständen praktisch das gesamte Arteninventar des *Allio-Stipetum* in einer besonders artenreichen und blütenreichen Ausprägung vor, z. B. mit *Scabiosa canescens*, *Silene otites*, *Dianthus carthusianorum*, *Stachys recta*, *Ajuga genevensis*, *Allium sphaerocephalon* (der nur in manchen Jahren so üppig blüht wie bei Abb. 3.2/7). Lückige Stellen werden durch *Alyssum alyssoides* gekennzeichnet. Auf Teilen der Fläche erfolgt eine Eselbeweidung; dadurch wird das besonders im nördlichen Teil der Fläche unter Kieferschirm wuchskräftige *Calamagrostis epigejos* zurückgedrängt. Die Kiefernverjüngung wird von den Eseln nicht gefressen (wohl aber von Schafen). Der Besucherdruck auf diese Fläche ist sehr groß, so dass Störungen in den Randbereichen sichtbar sind. Auch die weitere Ausbreitung von *Cynodon dactylon* vom Weg aus in die Fläche kann beobachtet werden.

4.2 Bereich Seeheim

Die Exkursionsroute muss im NSG weitgehend auf Wegen verlaufen. Es wird uns aber möglich sein, charakteristische Arten und Bestandesbilder vom Wegrand aus sehen. Besonders eine Reihe von wärme- und lichtliebenden Trockenrasen- und Saumarten (z. B. *Helianthemum nummularium* subsp. *obscurum*, *Euphorbia seguieriana*, *Epipactis atrorubens*, *Asperula cynanchica*, *Thymus serpyllum*, *Gentiana cruciata* und andere, punktuell auch *Stipa pennata* s. str., syn.: *S. joannis*, Abb. 3.2/8) werden den besonderen Charakter dieser Bestände deutlich machen. Stellenweise hat sich auch *Linum perenne* eingefunden, vermutlich nach Schaf-Ausbreitung aus den Gebieten Pfungstadt oder Griesheimer Sand.

Ein besonderes Augenmerk wird außerdem auf einige Stellen gelegt, an denen die Auswirkungen der Beweidungsmaßnahmen erkennbar werden (Schaf- und Ziegenbeweidung meist als kurzzeitige Stoßbeweidung, je nach Bedarf ein bis mehrmals im Jahr). Der Unterwuchs mit und ohne diese Pflege lässt sich an Stellen mit langjährigen Beweidungsgrenzen gut studieren, Abb. 3.2/9 u. Abb. 3.2/10. Hier ist vor allem die Reduktion (aber nicht die Elimination) der *Rubus fruticosus* agg.-Dickichte augenfällig.

Schließlich wird die Gelegenheit bestehen, auch Dauerflächen aus dem Monitoring-Programm zu besichtigen; anhand der langjährigen Daten lässt sich hier die Problematik des Schutzes der seltenen Pyrolaceae oder von *Goodyera repens* diskutieren.



Abb. 3.2/7: Mosaik von *Allio-Stipetum capillatae*-Beständen und *Pinus sylvestris* (blühend: *Allium sphaerocephalon*, *Stipa capillata*, *Galium verum*). (Foto: A. Schwabe)



Abb. 3.2/8: *Stipa pennata* s.str. im *Pyrolo-Pinetum*. (Foto: A. Schwabe)



Abb. 3.2/9: Unbeweidetes Gebiet des *Pyrolo-Pinetum* mit einem dichten Bestand von *Rubus fruticosus agg.* (Foto: K. Böger)



Abb. 3.2/10: Beweidetes Gebiet des *Pyrolo-Pinetum* mit Lebensräumen für heliophile Arten. (Foto: K. Böger)

3.2.6 Artenlisten zur Exkursion

Tab. 3.2/2 Artenliste zu den Exkursionspunkten

Exkursionspunkt	lfd. Nr	1	2a	2b	2c	2c	3	4a	4b
Gebietsbezeichnung Artenname		Rotbühl	August- Euler- Flug- platz	Gries- heimer Düne	Streit- gewann	Streit- gewann Expe- rimen- täl- ä- che	See- heimer Düne und Korri- dor	Kalk- sand- kiefern- wald A	Kalk- sand- kiefern- wald B
nach Wisskirchen & Haeupler 1998									
9 öYVEVA-anzen									
<i>Acer campestre</i>		x							x
<i>Acer negundo</i> juv.		x	x	x	x				
<i>Achillea millefolium</i> agg.		x	x	x	x		x		
<i>Acinos arvensis</i>		x	x	x			x		x
<i>Agrimonia eupatoria</i>		x	x	x	x				x
<i>Agrimonia procera</i>				x					
<i>Agrostis capillaris</i>		x	x	x	x				
<i>Agrostis vinealis</i>		x	x	x	x				
<i>Aira caryophylla</i> subsp. <i>caryophylla</i>		x		x					
<i>Ajuga genevensis</i>		x	x	x				x	
<i>Allium sphaerocephalon</i>		x	x	x			x		
<i>Alyssum alyssoides</i>		x	x	x	x		x	x	
<i>Alyssum montanum</i> subsp. <i>gmelinii</i>				x		x	x		
<i>Amaranthus blitoides</i>		x	x	x			x		
<i>Z ^ R R e Y T d c V e c ~exus</i>		x	x		x		x		
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>		x							
<i>Anchusa arvensis</i>		x	x	x					
<i>Z _ T Y f d R ` W c i n a l i s</i>		x	x						
<i>Anthriscus caucalis</i>		x							
<i>Arabis glabra</i>		x		x	x			x	
<i>Arabis hirsuta</i> agg.		x		x					x
<i>Arctium lappa</i>					x				
<i>Arenaria serpyllifolia</i> agg.		x	x	x	x		x	x	
<i>Armeria maritima</i> subsp. <i>elongata</i>		x	x	x	x	x			
<i>Artemisia campestris</i>		x	x	x			x		
<i>Z d a R R e f d ` W c i n a l i s</i>		x	x	x	x		x	x	
<i>Asperula cynanchica</i>		x	x	x	x		x	x	x
<i>Astragalus glycyphyllos</i>				x					
<i>Avena fatua</i>		x							
<i>3 R t H R J R Z - o r a</i>		x	x	x			x		
<i>Berberis vulgaris</i>									x
<i>Berteroa incana</i>		x	x	x	x		x		
<i>Betula pendula</i>		x	x						x
<i>Brachypodium pinnatum</i>				x			x		
<i>Brachypodium sylvaticum</i>				x					x
<i>Bromus erectus</i>		x	x				x		
<i>Bromus hordeaceus</i>		x	x	x	x		x	x	
<i>Bromus sterilis</i>		x	x	x	x		x		
<i>Bromus tectorum</i>		x	x	x	x		x	x	
<i>Bryonia dioica</i>				x			x		x
<i>Calamagrostis epigejos</i>		x	x	x	x		x	x	x
<i>Campanula rapunculus</i>		x	x	x	x		x		
<i>Campanula rotundifolia</i>				x				x	x
<i>Cardamine hirsuta</i>				x				x	

Exkursionspunkt	lfd. Nr	1	2a	2b	2c	2c	3	4a	4b
Gebietsbezeichnung Artenname		Reithöh	August- Euler- Flug- platz	Gries- heimer Düne	Streit- gewann	Streit- gewann Expe- rimen- täl- ä- che	See- heimer Düne und Korri- dor	Kalk- sand- kiefern- wald A	Kalk- sand- kiefern- wald B
<i>Carduus nutans</i>			x	x	x				
<i>Carex digitata</i>									x
<i>Carex ericetorum</i>								x	x
<i>Carex hirta</i>		x	x	x	x		x		
<i>Carex ornithopoda</i>									x
<i>Carex praecox</i>			x	x					
<i>Carex spicata</i>			x	x					
<i>Centaurea scabiosa</i>							x		
<i>Centaurea stoebe</i> (subsp. <i>micranthos zumeist</i>)		x	x	x	x	x	x		
<i>Cerastium arvense</i>		x	x	x			x		
<i>Cerastium holosteoides</i>			x	x					x
<i>Cerastium semidecandrum</i>		x	x	x	x		x	x	x
<i>Chenopodium album</i> agg.		x	x	x				x	
<i>Chenopodium hybridum</i>		x	x						
<i>Chenopodium strictum</i> subsp. <i>striatiforme</i>		x	x	x	x		x		
<i>Chondrilla juncea</i>		x	x	x					
<i>Cirsium arvense</i>		x		x	x				
<i>Cirsium vulgare</i>		x		x	x				
<i>Claytonia perfoliata</i>		x		x					
<i>Clematis vitalba</i>				x					x
<i>Clinopodium vulgare</i>									x
<i>Convallaria majalis</i>									x
<i>Convolvulus arvensis</i>		x	x	x	x		x		
<i>Conyza canadensis</i>		x	x	x	x		x	x	
<i>Corispermum leptopterum</i>			x	x					
<i>Cornus sanguinea</i>			x	x	x				x
<i>Corynephorus canescens</i>		x	x	x	x		x		
<i>Cotoneaster spec.</i>			x						x
<i>Crataegus monogyna</i>				x	x			x	x
<i>Crepis capillaris</i>		x	x	x	x		x	x	
<i>Crepis tectorum</i>			x	x					
<i>Cynodon dactylon</i>			x	x			x	x	
<i>4j _ `X` dF ^ `Wcinal</i>		x	x	x	x	x		x	
<i>Danthonia decumbens</i>									x
<i>Daucus carota</i>		x	x	x	x		x		
<i>5 WllyR° acR-exuosa</i>									x
<i>Descurainia sophia</i>					x				
<i>Dianthus carthusianorum</i>		x	x	x	x		x	x	x
<i>Digitaria ischaemum</i>			x	x					
<i>Digitaria sanguinalis</i>		x		x	x		x		
<i>Diploxys tenuifolia</i>		x	x	x	x		x		
<i>Dryopteris carthusiana</i>				x					x
<i>5 cj `ac&Zl} lix-mas</i>			x						x
<i>Echinochloa crus-galli</i>		x					x		
<i>Echium vulgare</i>		x	x	x	x		x	x	x
<i>Elymus campestris</i>			x	x	x				
<i>Elymus repens</i>		x	x	x	x		x		x
<i>Epilobium angustifolium</i>		x			x				

Exkursionspunkt	lfd. Nr	1	2a	2b	2c	2c	3	4a	4b
Gebietsbezeichnung Artenname		Rotbühl	August- Euler- Flug- platz	Gries- heimer Düne	Streit- gewann	Streit- gewann Expe- rimen- täl- che	See- heimer Düne und Korri- dor	Kalk- sand- kiefern- wald A	Kalk- sand- kiefern- wald B
<i>Epilobium brachycarpum</i>		x							
<i>Epilobium montanum</i>									x
<i>Epilobium tetragonum</i> subsp. <i>lamyi</i>			x	x					
<i>Epipactis atrorubens</i>									x
<i>Equisetum arvense</i>		x			x		x		
<i>Eragrostis minor</i>					x		x		
<i>Erigeron annuus</i> agg.		x	x	x	x				
<i>Erodium cicutarium</i>		x	x	x	x		x		
<i>Erophila verna</i>		x	x	x	x		x	x	
<i>Euonymus europaea</i>		x	x	x	x			x	x
<i>Euphorbia cyparissias</i>		x	x	x	x		x	x	x
<i>Euphorbia lathyris</i>		x							
<i>Euphorbia seguieriana</i>		x		x			x		x
<i>Fagus sylvatica</i>				x					x
<i>Fallopia convolvulus</i>		x	x	x	x		x		
<i>Festuca brevipila</i>		x	x	x	x				
<i>Festuca duvalii</i>		x	x	x			x	x	
<i>Festuca ovina</i> agg.				x	x		x		x
<i>Festuca rubra</i>		x	x	x	x				
<i>Fragaria vesca</i>									x
<i>Fumana procumbens</i>				x			x		
<i>Galium aparine</i>					x				
<i>Galium boreale</i>				x					
<i>Galium verum</i> agg.		x	x	x			x		x
<i>Gentiana cruciata</i>								x	
<i>Geranium columbinum</i>									x
<i>Geranium molle</i>		x	x	x	x			x	
<i>Geranium pusillum</i>		x	x		x				
<i>Geranium robertianum</i>									x
<i>Geranium sanguineum</i>				x					
<i>Geum urbanum</i>									x
<i>Goodyera repens</i>									x
<i>Hedera helix</i>		x		x					x
<i>Helianthemum nummularium</i> subsp. <i>obscurum</i>		x		x			x	x	x
<i>Helichrysum arenarium</i>		x	x	x	x		x		
<i>Helictotrichon pubescens</i>		x		x			x		x
<i>Herniaria glabra</i>			x	x	x				
<i>Hieracium pilosella</i>		x	x	x	x		x	x	x
<i>Hieracium umbellatum</i>		x							
<i>Hippocrepis comosa</i>							x		x
<i>Holosteum umbellatum</i>		x	x	x			x		
<i>Hordeum murinum</i>					x				
<i>Humulus lupulus</i>									x
<i>Hypericum perforatum</i>		x	x	x	x		x	x	x

Exkursionspunkt	lfd. Nr	1	2a	2b	2c	2c	3	4a	4b
Gebietsbezeichnung Artenname		Rotbühl	August- Euler- Flug- platz	Gries- heimer Düne	Streit- gewann	Streit- gewann Expe- rimen- täl- ä- che	See- heimer Düne und Korri- dor	Kalk- sand- kiefern- wald A	Kalk- sand- kiefern- wald B
<i>Hypochaeris radicata</i>		x	x	x	x				x
<i>^ aRZV daRZG-ora</i>				x					x
<i>Isatis tinctoria</i>				x					
<i>Jasione montana</i>		x		x					
<i>Juniperus communis</i>									x
<i>Jurinea cyanoides</i>				x		x	x		
<i>Koeleria glauca</i>		x	x	x	x	x	x		
<i>Koeleria macrantha</i>		x	x	x	x		x		
<i>Lactuca serriola</i>		x	x	x	x		x		
<i>Lamium amplexicaule</i>			x		x				
<i>Leontodon saxatilis</i>					x				
= <i>VäZU^ UV dZ-orum</i>			x	x	x				
<i>Ligustrum vulgare</i>			x	x				x	x
<i>Linaria vulgaris</i>			x	x					
<i>Linum perenne</i>				x					x
<i>Lonicera xylosteum</i>									x
<i>Lotus corniculatus</i>									x
<i>Luzula campestris</i>				x					
<i>Mahonia aquifolium</i>			x						x
<i>Malva alcea</i>		x	x	x					
<i>Malva neglecta</i>					x				
<i>Matricaria discoidea</i>					x				
<i>Medicago falcata (incl. M. x varia)</i>		x	x	x	x				
<i>Medicago lupulina</i>		x	x	x	x		x		
<i>Medicago minima</i>		x	x	x	x	x	x		
<i>Melica transilvanica</i>			x						x
<i>Melilotus albus</i>		x	x		x				
<i>Mercurialis annua</i>		x							
<i>Moehringia trinervia</i>				x					x
<i>Mycelis muralis</i>			x						x
<i>Myosotis arvensis agg.</i>		x							
<i>Myosotis ramosissima</i>		x	x	x	x		x		x
<i>Myosotis stricta</i>		x	x	x	x	x	x		
<i>Nigella arvensis</i>				x					
<i>Oenothera biennis s.l.</i>		x	x	x	x		x	x	x
<i>Ononis repens s. l.</i>		x	x	x	x		x		x
<i>Origanum vulgare</i>									x
<i>Ornithopus perpusillus</i>		x	x	x					
<i>Orobanche arenaria</i>			x	x			x		
<i>Oxalis stricta</i>		x							
<i>Papaver argemone</i>		x		x					
<i>Papaver dubium s.l.</i>		x	x	x	x		x		
<i>Papaver rhoeas</i>		x	x	x	x				
<i>Petrorhagia prolifera</i>		x	x	x	x		x		
<i>Peucedanum oreoselinum</i>		x							
<i>Phleum arenarium</i>		x	x	x	x	x	x		
<i>Phleum phleoides</i>		x	x	x	x		x		
<i>Picris hieracioides</i>			x		x				
<i>Pimpinella saxifraga</i>			x	x					x

Exkursionspunkt	lfd. Nr	1	2a	2b	2c	2c	3	4a	4b
Gebietsbezeichnung Artenname		Rotbühl	August- Euler- Flug- platz	Gries- heimer Düne	Streit- gewann	Streit- gewann Expe- rimen- täl- che	See- heimer Düne und Korri- dor	Kalk- sand- kiefern- wald A	Kalk- sand- kiefern- wald B
<i>Pinus sylvestris</i>		x	x	x			x		x
<i>Plantago lanceolata</i>		x	x	x	x		x	x	
<i>Platanthera bifolia</i>									x
<i>Poa angustifolia</i>		x	x	x	x		x	x	x
<i>Poa badensis</i>		x		x			x		
<i>Poa bulbosa</i>			x	x	x				
<i>Poa compressa</i>		x	x	x					
<i>Polygonatum odoratum</i>									x
<i>Persicaria amphibia</i>		x							
<i>Polygonum aviculare</i> agg.		x	x	x	x		x		
<i>Persicaria maculosa</i> (<i>Polygonum persicaria</i>)		x							
<i>Portulaca oleracea</i>			x		x				
<i>Potentilla argentea</i> agg.		x	x	x	x				
<i>Potentilla incana</i>			x	x			x		
<i>Potentilla verna</i> agg.		x	x	x			x	x	x
<i>Prunella vulgaris</i>				x					x
<i>Prunus avium</i>			x	x			x		x
<i>Prunus mahaleb</i>		x		x					x
<i>Prunus serotina</i>		x	x	x	x				
<i>Prunus spinosa</i> subsp. <i>spinosa</i>			x	x					
<i>Psyllium arenarium</i>		x	x	x	x				
<i>Pyrola chlorantha</i>									x
<i>Quercus petraea</i>			x						x
<i>Quercus robur</i>		x	x	x	x		x	x	
<i>Ranunculus bulbosus</i>				x			x		x
<i>Raphanus raphanistrum</i>		x							
<i>Reseda lutea</i>			x	x					
<i>Rhamnus cathartica</i>				x					x
<i>Rhinanthus minor</i>							x		
<i>Robinia pseudoacacia</i>		x	x	x	x		x		
<i>Rosa canina</i> s. l.		x	x	x	x				
<i>Rosa spinosissima</i>				x					
<i>Rubus caesius</i>		x	x	x			x	x	x
<i>Rubus fruticosus</i> agg.		x	x	x	x		x	x	x
<i>Rubus idaeus</i>									x
<i>Rumex acetosella</i> s.l.		x	x	x	x		x		
<i>Rumex obtusifolius</i>		x							
<i>Cf. ^ M eij cZ-orus</i>		x	x	x	x				
<i>Salsola kali</i> subsp. <i>tragus</i>		x	x	x	x		x		
<i>Salvia pratensis</i>		x		x			x		
<i>Sambucus nigra</i>			x	x					x
<i>Sanguisorba minor</i>							x		
<i>DRa`_RZR` Wcinalis</i>		x	x	x			x		
<i>Saxifraga tridactylites</i>		x	x	x	x		x	x	
<i>Scabiosa canescens</i>		x				x	x	x	x
<i>Securigera varia</i>			x	x			x		
<i>Sedum acre</i>		x	x	x	x		x	x	
<i>Sedum sexangulare</i>							x		

Exkursionspunkt	lfd. Nr	1	2a	2b	2c	2c	3	4a	4b
Gebietsbezeichnung Artenname		Rotbühl	August- Euler- Flug- platz	Gries- heimer Düne	Streit- gewann	Streit- gewann Expe- rimen- täl- che	See- heimer Düne und Korri- dor	Kalk- sand- kiefern- wald A	Kalk- sand- kiefern- wald B
Senecio inaequidens		x			x				
Senecio jacobaea		x	x	x	x		x	x	
Senecio vernalis		x	x	x	x		x	x	
Senecio vulgaris		x			x		x		
Setaria viridis		x	x	x	x		x		
Silene conica		x	x	x	x	x	x		
Silene latifolia subsp. alba		x	x	x	x		x		
Silene nutans								x	
Silene otites		x	x	x	x	x	x	x	
Silene vulgaris s.l.		x	x	x			x		x
Sinapis arvensis		x							
Sisymbrium altissimum		x	x	x	x		x		
ScZ ^ ScZ ^ `Wcinale		x							
Solanum dulcamara									x
Solanum nigrum		x	x		x		x		
Solanum physalifolium		x	x						
Solidago canadensis			x	x	x				x
Sonchus arvensis					x				
Sonchus asper		x	x		x				
Sonchus oleraceus					x				
Sorbus aucuparia			x						x
Spergula arvensis		x					x		
Stachys recta		x		x			x	x	
Stellaria graminea				x					
Stellaria media		x			x				
Stipa capillata		x	x	x	x	x	x	x	
Stipa pennata s. str. (Stipa joannis)							x	x	x
Tanacetum vulgare		x		x	x				
Taraxacum sect. erythrosperma		x	x	x	x				
Taraxacum sect. ruderalia		x	x	x	x				x
Teesdalia nudicaulis									
Teucrium scorodonia									x
Thlaspi arvense		x							
Thymus pulegioides s.l.			x	x					
Thymus serpyllum		x		x			x		
Tilia cordata			x	x					x
Tragopogon dubius		x	x	x	x		x	x	
Tragus racemosus						x			
Trifolium arvense		x	x	x	x		x		
Trifolium campestre		x	x	x	x		x		
Trifolium dubium		x							
Tripleurospermum perforatum		x		x					
Ulmus minor				x					
Urtica dioica s. l.		x	x	x	x		x		x
Urtica urens		x							
Valerianella carinata				x					
UV dZ -orum			x				x		
Verbascum lychnitis				x				x	x
Verbascum nigrum			x						

Exkursionspunkt	lfd. Nr	1	2a	2b	2c	2c	3	4a	4b
Gebietsbezeichnung Artenname		Rotböhl	August- Euler- Flug- platz	Gries- heimer Düne	Streit- gewann	Streit- gewann Expe- rimen- täc- ä- che	See- heimer Düne und Korri- dor	Kalk- sand- kiefern- wald A	Kalk- sand- kiefern- wald B
<i>Verbascum phlomoides</i>		x	x	x	x				
<i>Veronica arvensis</i>		x	x	x	x		x	x	x
<i>Veronica chamaedrys</i> s.l.									x
<i>Veronica hederifolia</i>		x							
<i>Viola tricolor</i> agg.								x	x
<i>Veronica praecox</i>		x	x	x	x		x		
<i>Veronica verna</i>		x	x	x	x		x		
<i>Vicia angustifolia</i>		x	x	x	x		x	x	x
<i>Vicia cracca</i> agg.									
<i>Vicia hirsuta</i>		x	x	x	x		x		
<i>Vicia lathyroides</i>		x	x	x	x		x		
<i>Vicia sativa</i>		x							
<i>Vicia villosa</i> s. l.		x	x	x	x		x		
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>				x					
<i>Viola hirta</i>									x
<i>Viola riviniana</i>				x					x
<i>Viola rupestris</i>				x			x	x	x
<i>Viola tricolor</i> agg.		x	x	x	x		x		
<i>Viscum album</i> subsp. <i>austriacum</i>				x					x
<i>Vulpia myuros</i>		x	x	x	x		x		
Moose (Koperski et al. 2000)									
<i>Brachythecium albicans</i>		x	x	x	x		x	x	x
<i>Bryum caespiticium</i>		x	x	x	x				
<i>Cladonia</i> sp. cf. <i>aculeata</i>		x							
<i>Dicranum polysetum</i>									x
<i>Hylocomium splendens</i>									x
<i>Hypnum cupressiforme</i> var. <i>lacunosum</i>		x	x	x	x		x	x	
<i>Leucobryum juniperoideum</i>									x
<i>Polytrichum juniperinum</i>		x							
<i>Racomitrium canescens</i> s.l.				x			x		
<i>Rhodobryum roseum</i>		x							
<i>Rhytidium rugosum</i>				x			x		
<i>Scleropodium purum</i>		x						x	x
<i>Thuidium abietinum</i>				x	x		x		
<i>Tortella inclinata</i>			x	x			x		
<i>Tortula ruraliformis</i>		x	x	x	x		x	x	x
Flechten (Scholz 2000)									
<i>Cetraria aculeata</i>			x	x	x				
<i>Cladonia ciliata</i>							x		
<i>Cladonia</i> sp. cf. <i>mbriata</i>		x		x					
<i>Cladonia foliacea</i>		x					x		
<i>Cladonia furcata</i> s. l.		x	x	x	x		x		
<i>Cladonia humilis</i>		x							
<i>Cladonia pyxidata</i> agg.		x	x	x			x		
<i>Cladonia rangiformis</i>		x	x	x	x		x		
<i>Cladonia scabriuscula</i>		x							
<i>Cladonia subulata</i>		x	x	x					
<i>Peltigera didactyla</i>		x	x		x				
<i>Peltigera rufescens</i>		x	x	x	x		x		

3.3 Exkursion 3: Das Lahn-Dill-Bergland

Text, Tabellen und Abbildungen zusammengestellt von Rainer Waldhardt

Exkursionsleiter: Lutz Eckstein, Oliver Ginzler, Annette Otte, Dietmar Simmering, Rainer Waldhardt

3.3.1 Die Exkursionsroute in der Übersicht

Die Exkursionsgebiete mit jeweils mehreren Exkursionspunkten liegen auf den topografischen Karten TK 25 Blatt 5317 (Rodheim-Bieber) und TK 25 Blatt 5215 (Dillenburg) und führen in die Gemarkungen (1) Erda (200 - 390 m ü. NN) im östlichen und (2) Eibach (270-430 m ü. NN) im westlichen Teil des Lahn-Dill-Berglandes (Abb. 3.3/1). Hinzu kommt ein Aussichtspunkt (A) südlich von Hohensolms, der einen weiten Blick in den östlichen Teil des Lahn-Dill-Berglandes erlaubt. Folgende Exkursionspunkte bilden das Programm:

- A Aussichtspunkt südlich von Hohensolms
1. Landwirtschaftsfläche auf Regosolen, Rankern und Braunerden in der Gemarkung Erda
 - Spörgel-Gesellschaften
 - Ginsterbestände auf ehemaligem Ackerland
 - Mesophiles Grünland
 2. Die Hudelandschaft Naturschutzgebiet „Kanzelstein bei Eibach“
 - Nelkenhafergesellschaft
 - Magere Glatthaferwiese und ihre Versaumungs- und Verbuschungsstadien
 - Mesophiles Schlehengebüsch
 - Bewirtschaftungsformen des Hainsimsen-Waldmeister-Buchenwaldes

3.3.2 Lage und Ausstattung des Exkursionsgebietes

Lage und Naturraum

Das 970 km² große Lahn-Dill Bergland (LDB; Abb. 3.3/1) liegt im Nordwesten Hessens. Die Region umfasst den nördlichen Bereich des Lahn-Dill-Kreises sowie Teile der Landkreise Gießen und Marburg-Biedenkopf. Das Gebiet wird im Norden, Osten und Süden durch den Ober- bzw. Mittellauf der Lahn begrenzt. Im Westen reicht die nach MEYNEN & SCHMITHÜSEN (1953 - 1962) als „Gladenbacher Bergland“ bezeichnete Naturraum-Haupteinheit, für die KLAUSING (1988) die in der Region übliche Bezeichnung „Lahn-Dill-Bergland“ verwendet, an das Dilltal heran. Westlich und nördlich des Dilltales folgen die Naturräume „Hoher Westerwald“ (Rheinland Pfalz) sowie „Siegerland“ und „Hochsauerland“ (Nordrhein-Westfalen).

Das hinsichtlich Standorteigenschaften und Landnutzung recht vielfältige LDB gliedert sich in elf Naturraumuntereinheiten. Im Westen des Gebietes erreichen in südöstlicher Richtung verlaufende, stark reliefierte Bergrücken mit hohen Waldanteilen (z. B. in der Untereinheit „Schelder Wald“) eine Höhe bis 609 m ü. NN. Den östlichen Teil des Gebietes kennzeichnen in Höhenlagen von 164 bis ca. 400 m ü. NN überwiegend landwirtschaftlich genutzte Becken (z. B. das „Niederweidbacher Becken“) und Hügelland mit geringerer Reliefenergie. Im zentralen Teil der Region sind auf ca. 400 - 500 m ü. NN in den „Bottenhorner Hochflächen“ größere Verebnungen ausgebildet. Auch dort überwiegt die landwirtschaftliche Nutzung.



Abb. 3.3/1: Exkursionsgebiete und -punkte im Lahn-Dill-Bergland.

A Aussichtspunkt südlich von Hohensolms

Exkursionsgebiet 1: Landwirtschaftsfläche der Gemarkung Erda

- 1.1 Spörgel-Gesellschaften
- 1.2 Ginsterbestände auf ehemaligem Ackerland
- 1.3 Mesophiles Grünland

Exkursionsgebiet 2: Hudelandschaft Naturschutzgebiet „Kanzelstein bei Eibach“ (Gemarkung Eibach)

- 2.1 Nelkenhafergesellschaft
- 2.2 Magere Glatthaferwiese und ihre Versaumungs- und Verbuschungsstadien
- 2.3 Mesophiles Schlehengebüsch
- 2.4 Bewirtschaftungsformen des Hainsimsen-Waldmeister-Buchenwaldes

Geologische Verhältnisse und Böden

Das LDB ist geologisch sehr heterogen und weist überwiegend devonische und unterkarbonische Sedimentgesteine auf. Tonschiefer, Grauwacken, Sandsteine und Kieselschiefer sind vorherrschend. In einzelnen Naturraumuntereinheiten (z. B. Schelder Wald und Bottenhorner Hochflächen) zeugen Diabase, Schalsteine und Roteisensteinlagerstätten, die für die historische Landschaftsentwicklung von zentraler Bedeutung waren (WEYL 1980, HARRACH 1998), von submariner vulkanischer Aktivität. Kleineräumig blieben Kalkgesteine erhalten.

In den Hang- und Beckenlagen bildeten sich durch fluviale, solifluidale und äolische Prozesse teils lössbeeinflusste periglaziale Schuttdecken (Fließerden) aus. In Abhängigkeit von Relief, Exposition und Ausgangsgestein sind die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Böden sehr vielfältig (HARRACH 1998, SCHOTTE & FELIX-HENNINGSSEN 1999, SZIBALSKI 2000). In Kuppenlagen und an Oberhängen der als eine Folge der periglazialen Prozesse asymmetrischen Täler (rascheres Auftauen der nach Süden exponierten

Hänge, die daher heute weniger steil sind, und stärkere Lössablagerung im Lee, d. h. an Westhängen) überwiegen basenarme, flachgründige Regosole, Ranker, Braunerde-Ranker und Ranker-Braunerden. Die Mittelhänge weisen überwiegend basenarme Braunerden auf. An den Unterhängen herrschen mäßig basenreiche Kolluvien vor. Geringe Wasserdurchlässigkeit des Tonschiefer-Gesteins und der ältesten periglazialen Lage (Basislage) haben an den Mittel- und Unterhängen teils zur Ausbildung von wechselfeuchten Pseudogleyen und Pseudogley-Braunerden geführt. Die im Hangzugwasser gelösten Kationen wirken sich positiv auf die Basenversorgung dieser Standorte aus. Im östlichen Teil der Region, insbesondere in den Beckenlagen, sind in diesen Hanglagen außerdem lössbeeinflusste, aber weitgehend entkalkte Parabraunerden ausgebildet. Die Auen werden von Gleyen dominiert.

Klimatische Verhältnisse

Das Klima der Region ist subatlantisch geprägt. Kühle und humide Bedingungen sind typisch. Dabei weist das im Regenschatten des Hohen Westerwaldes sowie des Sieger- und Sauerlandes gelegene Gebiet hinsichtlich der Jahresmitteltemperatur und des Jahresniederschlages einen ausgeprägten Nordwest-Südost-Gradienten auf: Im Nordwesten liegt die Jahresmitteltemperatur bei 6 °C, und der Jahresniederschlag beträgt 1100 mm; im Südosten sind dagegen 8 °C bzw. 700 mm zu verzeichnen (KNOCH 1950, HELELL 1981). Etwa die Hälfte des Jahresniederschlages fällt in den Wintermonaten.

Landnutzung

Erste Rodungen reichen im LDB in die Zeit der Bandkeramiker (ab etwa 5600 v. Chr.) zurück (SPEIER & POTT 1995). Seit der Eisenzeit (ab dem 8. Jahrhundert v. Chr.), als keltische Siedler begannen, die Roteisensteinlagerstätten der Region zu erschließen, wurde der Einfluss des Menschen auf die Naturlandschaft deutlich stärker. Der Erzreichtum des Gebietes war bis Anfang des 20. Jahrhunderts für die Landnutzung von größter Bedeutung. So wurden die natürlichen bodensauren Buchenwälder im Zuge der Gewinnung von Bauholz und Holzkohle (Abb. 3.3/2) in Eichen-Birken- und Hainbuchen-Niederwälder umgewandelt (SPEIER 1994). Um den steigenden Bedarf an Holz und Holzkohle im Bergbau und zur Erzverhüttung zu decken, etablierte sich im ausgehenden Mittelalter besonders im Westen des Gebietes (und im angrenzenden Siegerland; RANKE 1980) die Haubergswirtschaft als regionales Waldfeldbausystem (BAUMEISTER 1969, KOHL 1978). Mit zunehmender Industrialisierung des Erzbergbaus erfolgte ab dem 19. Jahrhundert die landwirtschaftliche Nutzung im LDB überwiegend im Nebenerwerb. Im westlichen Teil des Gebietes erschwerte Realernte mit erheblicher Flurzersplitterung (RÖHM 1962) zusätzlich eine Vollerwerbslandwirtschaft. Um den Nahrungsbedarf der Bevölkerung zu decken, wurden im Sinne einer Subsistenzwirtschaft alle ackerfähigen Standorte zum Anbau von z. B. Kartoffel und Roggen genutzt. Pseudovergleyte Hanglagen und Auen, die nicht zur Energiegewinnung für die im Gebiet damals zahlreichen Hammerhütten aufgestaut worden waren, stellten vergleichsweise produktive Grünlandstandorte dar. Zur Erhöhung der Produktivität weiterer in den Hanglagen als Grünland genutzter Flächen wurden im 19. Jahrhundert sog. Wässerwiesen durch Wiesenmeliorationsgenossenschaften angelegt (KOHL 1978). Sehr flachgründige, nicht ackerfähige Standorte der Oberhänge und Kuppen dienten als Allmendeweiden (KOHL 1978).

Mit dem Niedergang des Erzbergbaus im 20. Jahrhundert wurde der Großteil der nicht mehr benötigten Niederwälder in Fichtenforste umgewandelt (KOHL 1978). Daher ist der Laubwaldanteil im westlichen LDB heute deutlich niedriger als im östlichen Teil des Gebietes. Seit etwa 1960 änderte sich auch das Landnutzungsmuster des Offenlandes im LDB sehr deutlich. Bis dahin hatte sich die traditionelle Nebenerwerbslandwirtschaft weitgehend erhalten.



Abb. 3.3/2: In der Gemeinde Dietzhölztal, Lahn-Dill-Bergland, hat sich die Tradition der Holzköhlerei bis heute erhalten. Das Foto mit Kohlemeiler und Köhlermeister Haussner entstand während des Köhlerfestes 2009 im etwa 700 Jahre alten Ort Ewersbach. (Foto: R. Waldhardt; 14.06.2009)

Wirtschaftlicher Aufschwung nach dem zweiten Weltkrieg, räumliche Nähe zu Beschäftigungsalternativen und Europäisierung der Agrarwirtschaft führten dazu, dass schließlich ein Großteil des Ackerlandes in Grünland überführt wurde, als Brachland teils bis heute sekundärer Sukzession unterliegt (Abb. 3.3/3) oder in der mit ungefähr 240 Einwohnern je km² recht dicht besiedelten Region überbaut wurde (vgl. BÜRING 1970, SCHULZE v. HANXLEDEN 1972, BORSTEL 1974, KOHL 1978, SIMMERING et al. 2001, FUHR-BOBDORF 2003, HIETEL 2004, WALDHARDT & OTTE 2009).

Der seit Mitte des letzten Jahrhunderts ausgeprägte Nutzungswandel verlief innerhalb der Region nicht einheitlich. Auf lokaler Ebene überwiegt das brachgefallene Ackerland in Oberhanglagen, während der Anteil der heute als Grünland genutzten ehemaligen Ackerstandorte in Mittelhanglagen besonders hoch ist (HIETEL 2004, HIETEL et al. 2004). Auf regionaler Ebene lassen sich nach REGER et al. (2007) in Abhängigkeit von standörtlichen und sozioökonomischen Gegebenheiten (HIETEL et al. 2005) sechs Typen der Landnutzungsmuster und -dynamik gegeneinander abgrenzen (Abb. 3.3/4): So finden sich im Osten der Region Gemarkungen mit bis heute traditionellem Nutzungsmosaik aus Acker- und Grünland (Typ I), im zentralen Bereich überwiegen Gemarkungen mit hohem Brachlandanteil (Typ III) und im westlichen LDB herrschen solche Gemarkungen vor, deren Ackerland sukzessive in Grünland überführt wurde (Typ V). Insbesondere dort hat der gerichtete Nutzungswandel zu einem kleinräumigen Muster aus unterschiedlich alten Wiesen und Weiden geführt (WALDHARDT & OTTE 2003, REGER et al. 2007, WELLSTEIN et al. 2007). Die traditionelle Nutzung der Allmendeweiden wurde in der gesamten Region aufgegeben. Re-



Abb. 3.3/3: Besenginsterbestände auf ehemaligem Ackerland sind im Lahn-Dill-Bergland landschaftsprägend. Das Mosaik aus Acker-, Brach-, Grünland und Wald zeigt einen Ausschnitt aus der Gemarkung Oberhörten (Gemeinde Steffenberg). (Foto: R. Waldhardt; 01.06.2001)

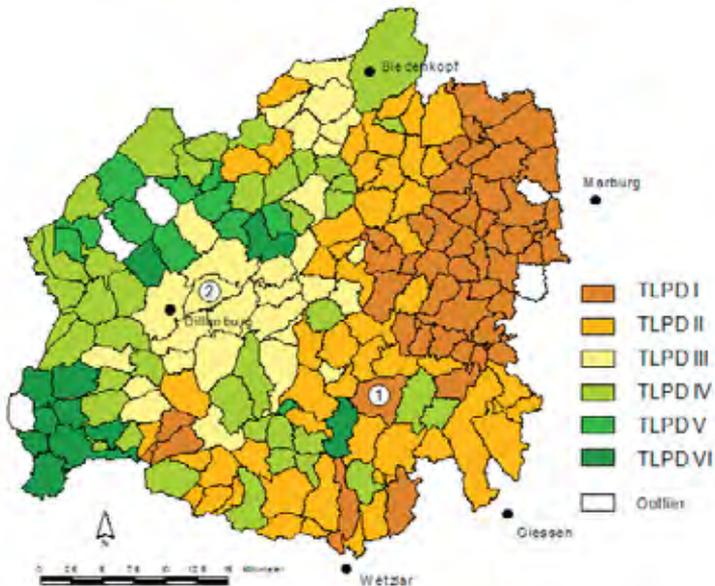


Abb. 3.3/4: Typen der Landnutzungsmuster und -dynamik im Lahn-Dill-Bergland
 In der aus REGER et al. (2007) entnommenen Abbildung sind die im Lahn-Dill-Bergland gelegenen Gemarkungen sowie Bereiche des westlich angrenzenden Dilltales und Hohen Westerwaldes berücksichtigt. Die TLPD I bis VI bezeichnen sechs Typen der aktuellen Landnutzungsmuster und der Nutzungsdynamik seit 1955: I (mit Gemarkung Erda): stabiles Nutzungsmuster mit innerhalb der Region vergleichsweise hohen Ackeranteilen; III (mit Gemarkung Eibach): Nutzungswandel mit weitgehender Aufgabe des Ackerbaus, insbesondere zugunsten von Brachland.

likte der Allmendeweiden stehen im Gebiet als zahlreiche kleinere Naturschutzgebiete unter Schutz (BERGMEIER 1987, NOWAK 1988, OTTE et al. 2008). Die Haubergswirtschaft hat sich, wenn auch nicht in Form des traditionellen Waldfeldbausystems, im westlichen Lahn-Dill-Bergland teils erhalten (Abb. 3.3/5).

Insgesamt sind heute etwa 44 % der Region bewaldet; 31 % der Gesamtfläche werden landwirtschaftlich genutzt (NÖHLES 2000). Dabei liegt der Flächenanteil des Ackerlandes bei nur 11 %. Weitere 5 % der Region sind als langjähriges Brachland verbuscht. Die Landwirtschaft im LDB ist bis heute durch einen geringen Einsatz von Betriebsmitteln gekennzeichnet. Im noch verbliebenen Ackerland überwiegt der Anbau von Raps, Gerste und Roggen (FUHR-BOBENDORF 2003). Der Einsatz von Dünger und Pflanzenschutzmitteln ist verhalten. Das Grünland-Management wird in weiten Teilen über Subventionen aus dem Hessischen Integrierten Agrarumweltprogramm (HIAP) gestützt. Ein Großteil des Grünlands wird ein- bis zweimal jährlich gemäht oder mit Schafen, Rindern oder Pferden (Großvieheinheit -GV- pro ha meist deutlich unter 1) beweidet. Die Bestände werden in aller Regel nicht oder mit bis zu $30 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ nur wenig gedüngt (WELLSTEIN et al. 2007). Bei im Vergleich zu anderen Regionen Hessens heute geringem Viehbestand (Tab. 3.3/1) mit besonders niedrigen Viehzahlen in Gemarkungen des östlichen LDBs (z. B. Gemeinde Hohenahr) und höheren Zahlen im westlichen Teil der Region (z. B. Gemeinde Eschenburg) ist die im LDB jährlich anfallende Grünland-Biomasse deutlich größer als die in der Landwirtschaft verwertete. Hiervon zeugen zahlreiche Heu-Rundballen, die teils über Jahre ungenutzt im Offenland verbleiben.

Die extensive landwirtschaftliche Nutzung sowie ein Mosaik aus Offenland und Wäldern begünstigen im LDB hohe Artendichten der Flora und Fauna (u. a. SCHNEDLER 1987, NOWAK 1988, 1992, NOWAK & WEDRA 1988, SPEIER 1994, WOLTERS et al. 1999, WALDHARDT et al. 1999, 2000, 2004, PURTAUF et al. 2002, HIRSCH et al. 2003a, b, SIMMERING 2006, WELLSTEIN et al. 2007, OTTE et al. 2008). Die landschaftliche Vielfalt und die hohe Biodiversität der Region werden touristisch vermarktet. Für Wanderer, Reiter und Radfahrer ist die im Jahr 2007 zum „Naturpark Lahn-Dill-Bergland“ erklärte Region gut erschlossen.

Vor dem Hintergrund der aktuellen landwirtschaftlichen Betriebsstrukturen (überwiegend Nebenerwerbsbetriebe ohne gesicherte Hofnachfolge; mittlere Betriebsgröße: 14 ha; mittlere Schlaggröße: 0,4 ha) und agrarpolitischer Rahmenbedingungen ist es aber fraglich, ob diese Vielfalt langfristig erhalten werden kann. Szenarien künftiger Landnutzung unter der Annahme von Varianten der Transferzahlung an landwirtschaftliche Betriebe (gekoppelte Zahlung, entkoppelte Zahlung, ohne Zahlung) lassen befürchten, dass die Lebensraumvielfalt in der Region deutlich abnehmen wird (REGER et al. 2009). Die weitere Entwicklung der Region wird insbesondere von der künftigen Ausgestaltung der zweiten Säule der EU-Agrarpolitik und von regionalen Konzepten der Produktion und Vermarktung landwirtschaftlicher Güter abhängen (WALDHARDT 2007). Eine weitere Perspektive könnte die energetische Nutzung der in der regionalen Forst- und Landwirtschaft nicht benötigten Biomasse darstellen, dies insbesondere bei bio-technologischer Weiterentwicklung der Biogas-Erzeugung aus Heu (WALDHARDT & OTTE 2009).

3.3.3 Die Exkursionsgebiete im Einzelnen

Aussichtspunkt südlich von Hohensolms

Der am Südrand des LDBs gelegene Aussichtspunkt A südlich von Hohensolms eröffnet einen weiten Blick in Richtung Norden in das Niederweidbacher Becken hinein und bis hin zu den Bottenhorner Hochflächen. Der Anteil des Offenlandes, das ein kleinräumiges Mosaik aus Acker- und Grünland darstellt, ist in diesem Ausschnitt der Region vergleichsweise hoch. In den Forsten sind vielfach Buchen-Hochwälder ausgebildet. Eichen-Hudewälder



Abb. 3.3/5: Landschaftsbild und Landnutzungen im westlichen Lahn-Dill-Bergland. Die Haubergsnutzung prägt in einigen Ausschnitten des westlichen Lahn-Dill-Berglandes, hier in der Gemeinde Dietzhölztal, auch heute das Landschaftsbild. Die Pferdeweide im Bildvordergrund wurde um 1950 als Acker genutzt. (Foto: R. Waldhardt, 08.06.2008)

Tab. 3.3/1: Großvieheinheiten (GV) und Viehbestand in ausgewählten Landkreisen und Gemeinden Hessens im Jahr 2007. (Quelle: HSL 2010)

Landkreis bzw. Gemeinde	GV	Rinder	Schweine
	<i>je ha landwirtschaftlich genutzter Fläche</i>		
Lahn-Dill-Kreis	0,51	0,48	0,15
Gemeinde Hohenahr	0,28	0,28	<0,01
Gemeinde Eschenburg	0,81	0,65	0,02
Landkreis Marburg- Biedenkopf	0,64	0,63	0,94
Schwalm-Eder-Kreis	0,67	0,47	2,4
Landkreis Fulda	0,94	1,04	1,05

und Eichen-Hainbuchenwälder erinnern an traditionelle, aber seit Mitte des 20. Jahrhunderts aufgegebene Landnutzungen. Das Landschaftsbild wirkt trotz der im Umgriff vieler Dörfer entstandenen Gewerbegebiete bis heute ausgesprochen ländlich. Die von den recht zahlreichen Wander-, Reit- und Radtouristen geschätzte Ruhe dieser Landschaft darf aber nicht über die tiefe Krise der regionalen Landwirtschaft hinwegtäuschen, die nicht nur an der Flurzerteilung, sondern u. a. auch an überwiegend veralteten Landmaschinen und den auf Weiden und in Ställen rückläufigen Zahlen der Nutztiere sehr deutlich wird.

1 Die Landwirtschaftsfläche auf Regosolen, Rankern und Braunerden in der Gemarkung Erda

In der Gemarkung Erda (Abb. 3.3/6) mit einer Gesamtfläche von 11,5 km² hat sich das traditionelle kleinräumige Nutzungs mosaik aus Acker-, Grün- und Brachland, Wald und Siedlung bis heute weitgehend erhalten (FUHR-BOßDORF 2003). Im Zuge von Flurbereinigungen wurden ehemals noch kleinere Bewirtschaftungseinheiten zu größeren Flächen zusammengelegt. Die nach REGER et al. (2007; siehe Abb. 3.3/4) dem Typ I der Landnutzungsmuster und -dynamik zugehörige Gemarkung liegt bei 200-390 ü. NN im "Niederweidbacher Becken" und damit in einem für ackerbauliche Nutzung standörtlich vergleichsweise günstigen Teilraum der Region: Die auf Tonschiefer und Grauwacke zurückgehenden Böden sind teils lössüberlagert (Abb. 3.3/7), die Jahresmitteltemperatur beträgt ca. 8 °C und der Jahresniederschlag liegt bei ca. 750 mm.

Die insgesamt 520 ha große Landwirtschaftsfläche der Gemarkung wird von zwei Haupterwerbsbetrieben (ein konventionell und ein biologisch wirtschaftender Betrieb) mit jeweils etwa 130 ha Betriebsfläche sowie mehreren kleineren Nebenerwerbsbetrieben bewirtschaftet. Im Ackerland (293 ha; mittlere Schlaggröße: 0,6 ha) überwiegen die Winterungen Winterweizen, Wintergerste, Roggen und Wintererbsen. Sommerungen, meist Sommergerste und Hafer, werden auf deutlich kleinerer Gesamtfläche angebaut. Im konventionell wirtschaftenden Betrieb werden Mineraldünger (ca. 150 kg N ha⁻¹ a⁻¹) und Herbizide ausgebracht. Im biologisch wirtschaftenden Betrieb erfolgt die Düngung organisch (ca. 100 kg N ha⁻¹ a⁻¹) und teils mit Kleeuntersaat. Das Grünland (222 ha; mittlere Schlaggröße: 0,4 ha) wird überwiegend einmal jährlich gemäht und allenfalls in mehrjährigem Abstand gedüngt. Einige wenige Wiesen werden mehrschürig genutzt. Manche Grünlandparzellen dienen Rindern oder Pferden als Weide. Aus der Nutzung gefallene Ackerbrachen (5 ha; mittlere Schlaggröße: 0,3 ha) blieben über mehr als fünf Jahrzehnte sich selbst überlassen. Diese Flächen grenzen teils an bewaldete Bereiche der Gemarkung an, sind in einigen Fällen aber auch von bewirtschafteten Äckern umgeben.

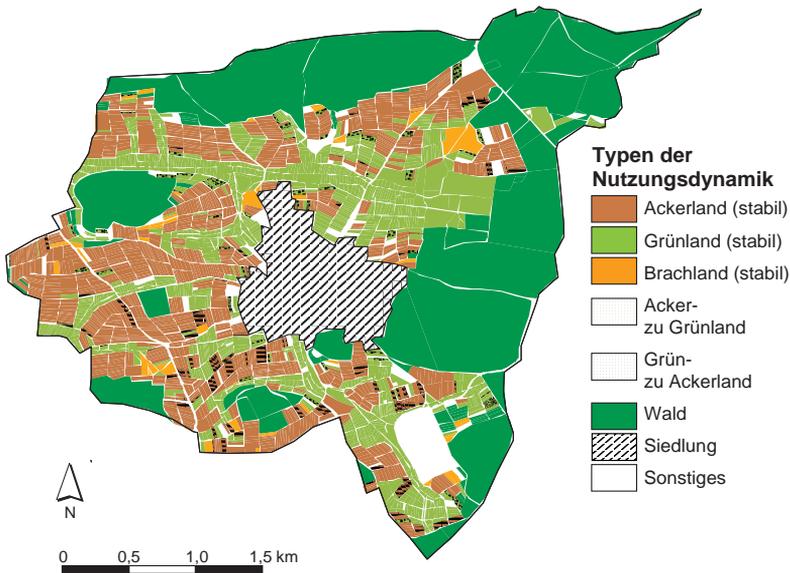


Abb. 3.3/6: Landnutzungsmuster und -dynamik der Gemarkung Erda im Jahr 1997. Stabil: kein gerichteter Nutzungswandel im Zeitraum 1955 bis 1997.

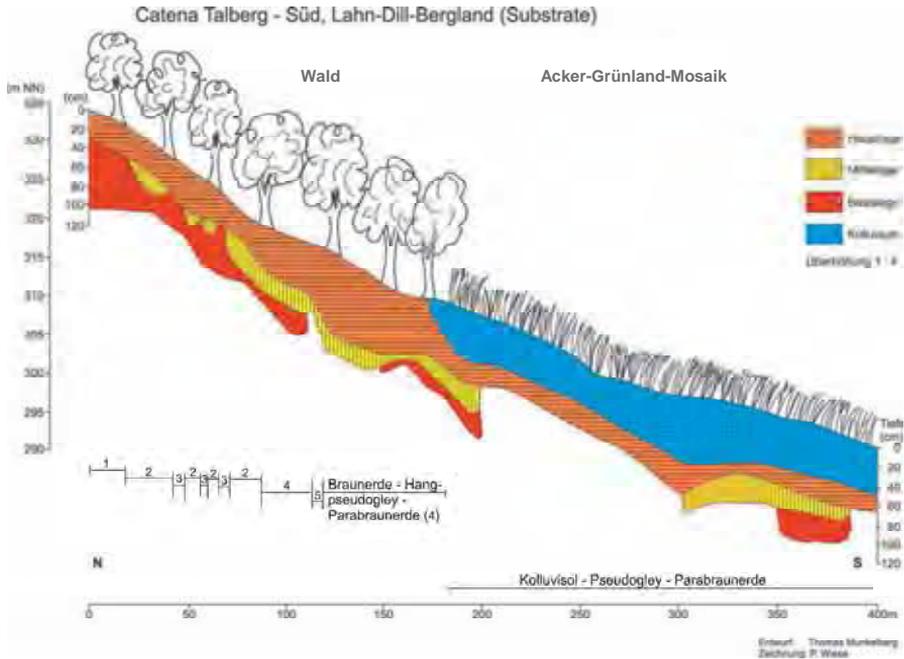


Abb. 3.3/7: Bodensubstrate und Bodentypen im nördlichen Teil der Gemarkung Erda.

Für die Anfertigung der Abbildung gilt unser Dank dem Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung der Justus-Liebig-Universität Gießen.

1.1 Spörgel-Gesellschaften (*Sperguletalia arvensis* Hüppe et Hofmeister 1990)

Die Segetalvegetation der Gemarkung Erda und weiterer Gemarkungen des Niederweidbacher Beckens variiert in Abhängigkeit von den Bodeneigenschaften (Tab. 3.3/2) und der Bewirtschaftungsweise kleinräumig sehr stark (NOWAK & WEDRA 1988, WALDHARDT et al. 1999, FUHR-BOBENDORF 2003). Die in Erda auf biologisch bewirtschafteten Regosolen, Rankern und Braunerden im Bestandesinneren (Abstand zum Ackerrand mind. 5 m; Aufnahmefläche: 25 m²; n = 51) mit durchschnittlich 23,9 Arten vergleichsweise artenreichen Bestände sind den *Sperguletalia arvensis* Hüppe et Hofmeister 1990 zuzurechnen. Trockenheits- und / oder Säurezeiger (nach ELLENBERG et al. 2001) wie *Anthemis arvensis* L., *Geranium molle* L. und *Scleranthus annuus* L. zeigen die geringe Wasser- und Basenverfügbarkeit an (Abb. 3.3/8). Anspruchsvollere Arten wie *Veronica persica* Poir., *Fumaria officinalis* L. und *Thlaspi arvense* L., die sich in den Beständen ebenfalls entwickeln, bilden oftmals Individuen mit nur geringer Biomasse und werden mit zunehmender Flachgründigkeit der Böden in den Beständen seltener.

Innerhalb eines Ackerschlages können die genannten Bodentypen hangabwärts in kleinräumiger Abfolge vorliegen, und viele Flächen werden in Richtung dieser Abfolge gepflügt. Zudem bewirtschaften Landwirte ihre im Gebiet verstreut liegenden Parzellen, die unterschiedlichste Bodenqualität aufweisen können, mit ein und denselben Landmaschinen.

Tab. 3.3/2: Mittlere bodenphysikalische und -chemische Kennwerte im Oberboden (5-10 cm) des Acker-, Brach- und Grünlands auf nach Süden exponierten Regosolen, Rankern und Braunerden der Gemarkung Erda. Die nFK-Werte beziehen sich auf den gesamten effektiven Wurzelraum.

Bodeneigenschaft	Ackerland	Brachland*	Grünland
<i>n der Parzellen</i>	17	6	8
Bodenart	SL (IS-sL)	SL (IS-sL)	SL (IS-sL)
Steinanteil** (Gew.-%)	29,1±18,8	31,1±9,7	25,9±13,9
nFK (mm)	69,0±29,6	60,7±9,8	75,7±42,2
pH (in CaCl ₂)	5,5±0,7	4,0±0,2	4,6±0,4
Ct (%)	1,5±0,3	2,1±0,3	1,8±0,3
Nt (%)	0,17±0,03	0,20±0,03	0,18±0,03
C/N	9,0±1,0	10,5±0,7	9,9±1,8
P _{Lac} (mg 100 g ⁻¹)	5,7±2,9	2,9±1,6	2,6±1,3
K _{Lac} (mg 100 g ⁻¹)	7,2±7,5	8,9±7,0	6,5±1,6

* langjährige Ackerbrachen; ** Steine > 3 mm

Die Verschleppung von Samen der Segetalarten auch an für ihre Entwicklung weniger günstige Standorte wird dadurch begünstigt und trägt neben der Düngung ursprünglich nährstoffarmer Böden mit dazu bei, dass die Vertreter der genannten Artengruppen häufig gemeinsam vorkommen. Dies gilt auf mit Winterungen bestellten Flächen auch für Charakterarten des *Papaveretum argemones* Kruseman et Vlieger 1939 (Sandmohn-Gesellschaft) wie *Papaver argemone* L., *P. dubium* L. und *Veronica triphyllos* L. sowie für *Matricaria recutita* L., die Charakterart des *Aphano-Matricarietum chamomillae* Tx. 1937 nom. mutat. propos. (Ackerfrauenmantel-Kamillen-Gesellschaft). Weitere früher bedeutsame Prozesse wie Beweidung von Stoppelfeldern und Verwendung von verunreinigtem Saatgut, die auf das Raummuster der Arten wirkten, sind in der Gemarkung Erda heute ohne Bedeutung.

Insgesamt rechnen wir die auf Rankern und Braunerden der Gemarkung in Winterungen entwickelten Bestände dem *Aphano-Matricarietum chamomillae* zu, das auf den flachgründigen Standorten als *Aphano-Matricarietum chamomillae scleranthetosum*, auf den tiefgründigeren und kleinräumig teils gut basenversorgten Standorten in typischer Ausbildung oder als *Aphano-Matricarietum chamomillae thlaspietosum* vorliegt. Wir stellen die auf den grusig-steinigen Böden, dort ist die erstgenannte Subassoziation am häufigsten, ausgebildeten Bestände nicht zum *Papaveretum argemones*, da u. a. die für diese Assoziation typischen Frühjahrsblüher wie *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort. fehlen und *Vicia villosa* Roth als in der Gemarkung ebenfalls vorkommende Charakterart dieser Assoziation erst vor ca. 20 Jahren vermutlich über verunreinigtes Klee gras-Saatgut nach Erda gelangte.

Die Segetalvegetation konventionell bewirtschafteter Äcker sowie auch die unter Sommerungen ist überwiegend stark verarmt (im Mittel 9,0 Arten je 25 m²-Aufnahmefläche) und kann der Syntaxonomie von HÜPPE & HOFMEISTER (1990) folgend oft nur *Violenae arvensis*-Fragmentgesellschaften zugeordnet werden.

Bemerkenswert sind im Übrigen Vorkommen von *Galeopsis segetum* Neck., der in Erda und weiteren Gemarkungen der näheren Umgebung überwiegend auf sehr steinhaltigen Ackerböden teils hohe Individuendichten erreicht. Auch diese für Fels- und Geröllfluren typische sommerannuelle Art weist auf die Basenarmut und die geringe Wasserverfügbarkeit des von ihr besiedelten Ackerlandes.



Abb. 3.3/8: Artenreicher Rapsacker in der Gemarkung Erda (Lahn-Dill-Bergland) mit *Matricaria recutita*, *Anthemis arvensis*, *Tripleurospermum perforatum*, *Papaver dubium*, *Centaurea cyanus*, *Apera spica-venti* und mehr als 20 weiteren Arten. (Foto: R. Waldhardt, 14.06.2009)

Die biologisch bewirtschafteten Äcker der Gemarkung Erda sind nicht nur in den oberirdisch entwickelten Beständen arten- und individuenreich. Auch die Bodensamenbanken dieser Äcker zeigen die für Ackerwildkräuter derzeit günstigen Bedingungen deutlich an. Im Pflughorizont, der oft nicht tiefer als 15 cm reicht, finden sich durchschnittlich 45.000 Samen je m² von im Mittel 35 Arten (FUHR-BOBENDORF 2003).

Insgesamt wurden auf 17 floristisch kartierten Ackerflächen (ein 5 m breiter Randbereich der Äcker wurde bei der Kartierung ausgespart) des hier behandelten Standortspektrums der Gemarkung Erda 114 Arten erhoben, darunter 51 Ackerwildkrautarten im engeren Sinne. Dieser aktuelle Artenreichtum in der Gemarkung hängt im Wesentlichen von der extensiven Bewirtschaftung des Ackerlandes durch allein einen Betrieb ab. Entsprechend hoch ist die Gefahr des Artenverlustes, falls sich die lokale Struktur der Landwirtschaftsbetriebe künftig ändern sollte.

1.2 Ginsterbestände auf ehemaligem Ackerland

Besenginsterbestände sind, insbesondere zur Blütezeit von *Cytisus scoparius* (L.), im Rheinischen Schiefergebirge das Landschaftsbild prägende Lebensräume. Im Lahn-Dill-Bergland besiedelt der Besenginster neben brachgefallenen Heiden, Kahlschlägen und Böschungen vor Jahrzehnten, überwiegend zwischen 1950 und 1965, aufgegebenes Ackerland. Standörtlich handelt es sich um Bereiche der Landwirtschaftsfläche, die im Oberboden durch einen hohen Steinanteil, geringe Feldkapazität, niedrigen pH-Wert und sehr geringen P_{Lac} -Gehalt (Tab. 3.3/2) gekennzeichnet sind. Es ist davon auszugehen, dass auf diesen Flächen vor dem Brachfallen dem *Aphano-Matricarietum chamomillae scleranthetosum* zuzuordnende Bestände ausgebildet waren.

Die Syndynamik und Ökologie von Besenginsterbeständen des Lahn-Dill-Berglandes legen SIMMERING et al. (2001) dar. Für die Gemarkung Erda sind in dieser Arbeit genannte Ausbildungen der Sukzessionsreihen saurer bis mittlerer Standorte kennzeichnend. Typischerweise sind die in Erda vorkommenden Besenginsterbestände auf ehemaligem Ackerland Sukzessionsstadien der *Festuca rubra-Agrostis tenuis*-Gesellschaft (Rotschwingel-Straußgras-Magerweiden) mit Besenginster zuzuordnen. Diese sind durch hohe Stetigkeiten und Deckungsgrade der beiden namensgebenden Arten gekennzeichnet. Zahlreiche Magerkeitszeiger wie *Pimpinella saxifraga* L., *Hypericum perforatum* L. und *Rumex acetosella* L. entwickeln sich mit geringen Deckungsgraden in der dichten Gras-Matrix. Daneben handelt es sich in Erda um Bestände, die der *Arrhenatherum elatius*-Dominanzgesellschaft mit Besenginster zuzuordnen sind. Die Dominanz des Glatthafer erklären die Autoren über die Wirkung des Besenginsters als Ecosystem Engineer, der die Oberböden der Brachen mit Basen (Mg^{2+} , Ca^{2+}) anreichert. Möglicherweise wird der Glatthafer zusätzlich auch mikroklimatisch begünstigt, da der teils beschattete Boden der Brachen mit in der Degenerationsphase lückiger Strauchschicht weniger stark austrocknet als in standörtlich vergleichbaren Magerwiesen. Im Vergleich zu genutzten Glatthaferwiesen fehlen in den Brachen vor allem mahdabhängige krautige Wiesenarten.

Nach SIMMERING et al. (2001) ist der floristische Grundstock der Besenginsterbestände mit 17 Arten, die eine Stetigkeit von $> 20\%$ aufweisen, klein; jedoch sind die von den Autoren untersuchten Bestände mit insgesamt 302 Arten unterschiedlichster ökologisch-soziologischer Gruppen der anthropo-zoogenen Heiden und Rasen, der krautigen Vegetation oft gestörter Plätze, der waldnahen Staudenfluren und Gebüsche sowie der Laubwälder für den landschaftlichen Artenreichtum bedeutsam. Allein in der Gemarkung Erda wurden bei im Mittel 19,7 Arten in 25 m² großen Aufnahmeflächen (n = 21) insgesamt 199 Arten in nur sechs Besenginsterbeständen der genannten Standorttypen kartiert.

Möglicherweise haben in den beiden zurückliegenden Jahrzehnten milde Winter mit dazu beigetragen, dass sich Besenginsterbestände auf ehemaligem Ackerland im LDB als recht beständiges Sukzessionsstadium erhalten konnten. In den beiden zurückliegenden strengeren Wintern 2008/9 und 2009/10 wurde der frostempfindliche Besenginster deutlich geschädigt. Es bleibt abzuwarten, ob sich die Besenginsterbestände regenerieren oder in ein nächstes Sukzessionsstadium übergehen. Nach SIMMERING et al. (2001) sind *Pruno-Rubion radulae*-Vormäntel und *Rubus idaeus*-Bestände zu erwarten, die über *Rhamno-Prunetea*-Gebüsche schließlich zu Wäldern (*Fagion sylvaticae*) überleiten. Aber nicht nur sukzessionsbedingt sind die Besenginsterbestände der Gemarkung Erda kein dauerhaftes Element der Kulturlandschaft. Einige der brachgefallenen Standorte wurden im zurückliegenden Jahrzehnt wieder in Kultur genommen.

1.3 Mesophiles Grünland

Auch die Grünlandvegetation der Gemarkung Erda ist in Abhängigkeit von den Bodeneigenschaften (Tab. 3.3/2) und der Bewirtschaftungsweise vielfältig. Auf Regosolen, Rankern und Braunerden überwiegt die einschürige Mahd von Beständen, die teils dem

Arrhenatheretum hypochaeridetosum radicatae Lisbach et Peppler-Lisbach 1996 (Magere Glatthaferwiesen kalkarmer, mäßig basenreicher Standorte), teils der *Festuca rubra-Agrostis tenuis*-Gesellschaft zuzuordnen sind.

In beiden Fällen haben *Agrostis capillaris* L. und *Festuca rubra* L. hohe Deckungsgrade. Hochwüchsige Gräser wie *Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv. ex J. Presl & C. Presl entwickeln sich in den von mittelhohen Gräsern dominierten Beständen der *Festuca rubra-Agrostis tenuis*-Gesellschaft kaum. Das Arteninventar der Bestände beider Gesellschaften ist im Übrigen recht ähnlich und durch zahlreiche magerkeitszeigende Arten gekennzeichnet (z. B. *Luzula campestris* (L.) DC., *Hieracium pilosella* L. sowie viele *Fabaceae* wie *Trifolium dubium* Sibth., *T. campestre* Schreb. und *Lotus corniculatus* L.). Damit weisen die Bestände sowohl ausgesprochene Säure- als auch Basenzeiger auf. Der mittlere Artenreichtum (über 20 Bestände beider Gesellschaften) in 25 m² großen Aufnahmeflächen liegt bei 25,7; bei der floristischen Kartierung von acht Parzellen wurden insgesamt 154 Arten dokumentiert.

In einigen dieser Grünlandbestände kommen neben Grünlandarten häufige Segetalarten wie *Myosotis arvensis* (L.) Hill., *Anthemis arvensis* und *Tripleurospermum perforatum* (Mérat) Lainz vor. Das Vorkommen dieser Arten im Grünland wird durch eine in Erda und weiteren Bereichen der Region bis heute praktizierte Acker-Grünland-Wechselnutzung begünstigt. Insbesondere auf den heute weniger als 40 Jahre alten Wiesen haben die genannten Segetalarten Stetigkeiten zwischen 17 und 60 % (WALDHARDT 2003). Gleichwohl ist die Vegetation über 40 Jahre alter Bestände der *Festuca rubra-Agrostis tenuis*-Gesellschaft der Region etwas artenreicher als die hinsichtlich Standort und Nutzung vergleichbarer, aber jüngerer Bestände (WALDHARDT & OTTE 2003).

Der Anteil offenen Bodens ist in den Beständen beider Gesellschaften mit etwa 5 % gering. Für die *Festuca rubra-Agrostis tenuis*-Gesellschaft ist eine Bestandshöhe von etwa 60 cm typisch; im *Arrhenatheretum hypochaeridetosum radicatae* reichen die Obergräser etwa 100 cm über den Boden.

Der aktuelle Artenreichtum des Grünlands der Gemarkung Erda ist bei der im gesamten Lahn-Dill-Bergland überwiegend extensiven Grünlandnutzung (WELLSTEIN et al. 2007) weniger durch Nutzungsintensivierung als durch Nutzungsaufgabe oder jährlich nur einmaliges Mulchen der Bestände gefährdet. Beide Entwicklungen sind unter der aktuellen EU-Agrarpolitik für den überwiegenden Teil des Grünlands im Lahn-Dill-Bergland mittelfristig zu befürchten (REGER et al. 2009).

2 Hudelandschaft Naturschutzgebiet „Kanzelstein bei Eibach“ (Gemarkung Eibach)

Im 19. Jahrhundert und bis Mitte des 20. Jahrhunderts war in der Gemarkung Eibach, ähnlich wie in der Gemarkung Erda, der Ackerbau die vorherrschende landwirtschaftliche Nutzung (OTTE et al. 2008). 1949/50 waren in der 8,5 km² großen Gemarkung 32 % der Fläche unter dem Pflug und 23 % wurden als Grünland genutzt. Die in einer Höhenlage von 270 - 430 m ü. NN im Naturraum „Schelder Wald“ gelegene Gemarkung weist im Vergleich zu Erda für den Ackerbau deutlich ungünstigere Böden auf. Flach- bis mittelgründige basenarme Ranker und Braunerden mit Hangneigungen von teils über 20 % herrschen vor. Auch hinsichtlich des Klimas sind die Bedingungen (Jahresmitteltemperatur: ca. 7,5 °C; Jahresniederschlag: ca. 800 mm) in Eibach vergleichsweise ungünstiger. Aufgrund der relativen Standortgunst, aber auch der erheblichen Flurzersplitterung und der mit metallverarbeitenden Betrieben im Dilltal räumlichen Nähe zu Erwerbsalternativen wurde der Ackerbau in Eibach in den folgenden Jahrzehnten fast vollständig aufgegeben. Heute liegt der Ackeranteil bei nur 5 % der Gemarkungsfläche. Die Landschaftsstruktur (Abb. 3.3/9) änderte sich damit grundlegend. Der überwiegende Teil des Ackerlandes der Gemarkung Eibach fiel vollständig aus der landwirtschaftlichen Nutzung oder wurde aufgeforstet (Abb.



Abb. 3.3/9: Landschaftsstruktur in Eibach und Umgebung in den Jahren 1953 und 1999. Das Dorf Eibach ist im unteren linken Teil der Luftbilder angeschnitten, die ehemalige Allmendeweide am „Kanzelstein“ als von Gehölz begrenztes Oval im oberen Drittel der Luftbilder zu sehen. Quelle: Hessisches Landesvermessungsamt.

3.3/4: TLPD III). Ähnlich wie in Erda blieb das Brachland, das in Eibach heute ungefähr 12 % der Landwirtschaftsfläche einnimmt, über Jahrzehnte weitgehend sich selbst überlassen. Einige Brachen wurden gelegentlich gemulcht, bildeten anschließend aber erneut eine Strauchschicht mit Dominanz von *Cytisus scoparius* aus. Bei in der Gemarkung erheblichen Stückzahlen an Vieh – so lag zwischen 1857 und 1900 die Zahl an Schafen nie unter 600, zeitweise sogar bei über 900 Tieren (KUNZ 2000) – war die Grünlandnutzung im 19. und frühen 20. Jahrhundert intensiv und besonders in den Steillagen auch den Boden degradie-

rend. Heute wird das Grünland der Gemarkung teils als ein- bis zweischürige Wiese, teils als Rinder-, Schaf- oder Pferdeweide genutzt und in der Regel nicht gedüngt. Aufgrund der hohen Stückzahlen an Vieh und der nur wenigen produktiven Grünlandstandorte war die Hudenutzung über Jahrhunderte unverzichtbar. Die in der Gemarkung ausgedehnten Allmendeweiden wurden noch bis 1964, als die beiden letzten Gemeindegirten ihre Dienste einstellten (KUNZ 2000), regulär genutzt. Die im nördlichen Teil der Gemarkung am „Kanzelstein“ über devonischen Schiefen (Tonschiefer, Rotschiefer), Sandsteinen und karbonischen Diabasen gelegene Allmendeweide wurde als Naturschutzgebiet (NSG) ausgewiesen. Die Gesteine stehen dort in kleinräumigem Wechsel teils oberflächennah an und sind teils von lössbeeinflussten periglazialen Lagen überdeckt. Es herrschen flachgründige, grusige Böden vor.

Das NSG „Kanzelstein bei Eibach“ mit einer Gesamtfläche von 18,2 ha setzt sich als ein Relikt der in Eibach früher ausgedehnten Allmendeweiden aus zwei Teilgebieten zusammen, die 1963 bzw. 1984 unter Schutz gestellt wurden, um „eine ehemalige Viehweide als Wuchsort seltener halbnatürlicher Pflanzengesellschaften mit zahlreichen bestandsgefährdeten Pflanzenarten und mit der diesen Lebensgemeinschaften zugehörigen Tierwelt zu erhalten und langfristig zu sichern“ (DER HESSISCHE MINISTER DES INNERN 1985). Wie auch die übrigen Allmendeweiden der Gemarkung unterlag das heutige NSG über Jahrhunderte der Hude- und Schneitelwirtschaft sowie der Niederwaldwirtschaft (OTTE et al. 2008). Das Gebiet um das heutige NSG war noch 1953 weitgehend waldfrei und von Hainen aus Mastbuchen und -eichen sowie von Schneitelbäumen (überwiegend Hainbuchen (Abb. 3.3/10), daneben auch Buchen, Linden und Eichen) umsäumt (Abb. 3.3/9). Die Beweidung erfolgte mit Rindern, Schafen und Ziegen. Mit Eicheln und Bucheckern wurden Schweine gemästet. Durch Laubschnitteilung sowie auch Kopf- und Stockschnitteilung wurde das Winterfutter für das Stallvieh gewonnen. Die Niederwaldwirtschaft (Stockausschlagswälder aus Hainbuchen, Eichen und Birken) diente der Brennholz- und Holzkohlegewinnung.

Der beim Vergleich der Luftbilder von 1953 und 1999 (Abb. 3.3/9) sehr deutliche Wandel der Landschaftsstruktur und die heutige Vegetation des Biotopkomplexes aus Kleinschmielen-Rasen, mageren Glatthaferwiesen, mesophilen Schlehen-Gebüsch, Hude- und Niederwald mit insgesamt 294 nachgewiesenen Gefäßpflanzenarten werden von OTTE et al. (2008) dargelegt. Die folgenden Ausführungen sind dieser Arbeit zusammenfassend entnommen. Im heutigen NSG „Kanzelstein bei Eibach“ stieg von 1959 bis 1999 der Waldanteil von 10,1 % auf 60,9 % an. Der Anteil der offenen, gehölzfreien Fläche ging im gleichen Zeitraum von 51,6 % auf nur 16,0 % zurück. Seit mehreren Jahrzehnten ist die Problematik der natürlichen Wiederbewaldung nach Nutzungsaufgabe, welche die im NSG insbesondere in den offenen Bereichen hohe Artenvielfalt, geschneitete Solitäreräume und Baumgruppen sowie das traditionelle Landschaftsbild gefährdet, bekannt. Daher wurden im Zeitraum 1980 bis 1987 Gehölze entfernt und Teilflächen gemulcht. Zwischen 1988 und 1998 wurde im NSG mit Schafen beweidet. Die Beweidung erfolgte jedoch teils erst im Spätsommer bis Herbst. Weitere Pflegemaßnahmen unterblieben in den 1990er Jahren. Das weitere Zuwachsen des Offenlandes und der Schneitelbäume konnte so nur verlangsamt werden. Seit einigen Jahren werden erneut intensivere Pflegemaßnahmen durchgeführt: Die Schafbeweidung erfolgt nun ab dem Frühjahr, so dass mehr Nährstoffe entzogen werden, und eine ehemalige Magerweide mit *Juniperus communis* L. wurde entbuscht (Abb. 3.3/11). Auch einzelne Schneitelbäume werden weiterhin in Anlehnung an die traditionelle Nutzung gepflegt. Der Großteil der Schneitelbäume, die heute inmitten eines Buchen-Hochwaldes stehen, und der ehemalige Niederwald (Abb. 3.3/12) können langfristig aber wohl nicht erhalten werden.



Abb. 3.3/10: Geschneitete Hainbuchen im NSG "Kanzelstein bei Eibach" (Lahn-Dill-Bergland).
(Foto: R. Waldhardt, 08.06.2008)



Abb. 3.3/11: Wacholderheide mit Schneitelbäumen im NSG "Kanzelstein bei Eibach" (Lahn-Dill-Bergland).
(Foto: R. Waldhardt, 21.04.2005)



Abb. 3.3/12: Niederwald im NSG "Kanzelstein bei Eibach" (Lahn-Dill-Bergland).
(Foto: R. Waldhardt, 21.04.2005)

2.1 Nelkenhafergesellschaft (*Airo caryophylleae-Festucetum ovinae* Tx. 1995)

An über Tonschiefer und Diabas feinbodenarmen Hängen (mittlerer Steinanteil: 58 %; pH-Wert in CaCl_2 : 4,0-5,8; mittlerer P_{CAL} -Gehalt: 0,26 mg P / 100 g; mittlerer K_{CAL} -Gehalt: 1,76 mg K / 100g) in Süd-, Südwest- und Südostexposition sind kleinräumig Kleinschmielen-Rasen ausgebildet, die dem *Airo caryophylleae-Festucetum ovinae* anzugliedern sind. Besonders an der Südostflanke des Gebietes begünstigt das steil abfallende und sehr flachgründige Gelände mit dort besonders extremen mikroklimatischen Bedingungen die Ausbildung der durch *Aira caryophylla* L. und *Festuca guestfalica* Boenn. ex Rchb. gekennzeichneten Gesellschaft. Ihr mittlerer kleinräumiger Artenreichtum (Größe der Aufnahmeflächen ca. 1-5 m²) umfasst bei insgesamt 152 Arten 33,4 Gefäßpflanzen und 6,1 Kryptogamen. Die Struktur des *Airo caryophylleae-Festucetum ovinae* am Kanzelstein ist durch eine lückige Krautschicht über einem dichten Kryptogament Teppich gekennzeichnet (Abb. 3.3/13). Der Anteil des offenen Bodens liegt bei durchschnittlich 10 %. Eng verzahnt mit dem *Airo caryophylleae-Festucetum ovinae* sind im NSG an Pluviotherophyten reiche Felsaustritte. Hierzu wird auf die Arbeit von TEUBER (1998) verwiesen, der natürliche Standorte von Felsgrusgesellschaften auf freistehenden Felskuppen, an Felsen und auf Felsaustritten innerhalb von Magerrasen im mittleren Lahn-Tal und im LDB untersucht hat.

Den Grundstock der Gesellschaft bilden Verbandskennarten des *Thero-Airion* wie *Festuca guestfalica*, *Trifolium striatum* L. und *Scleranthus polycarpus* L. sowie Klassenkennarten der *Thero-Airetalia* wie *Rumex acetosella*, *Scleranthus perennis* L., *Myosotis stricta* Link ex Roem. & Schult und *Cladonia furcata*. Zahlreiche weitere Arten, insbesondere der mehr oder weniger azidophilen *Nardo-Calluneteta* (Bortgrasrasen)



Abb. 3.3/13: Nelkenhafer-Gesellschaft im NSG „Kanzelstein bei Eibach“, Lahn-Dill-Bergland. (Foto: A. Otte)

wie *Hieracium pilosella* und *Galium pumilum* Murray, der basiphilen *Festuco-Brometea* (Steppen- und Kalkmagerrasen) wie *Euphorbia cyparissias* L. und *Galium verum* L. sowie des Wirtschaftsgrünlands (z. B. *Achillea millefolium* L. und *Centaurea jacea* L.), kommen hinzu. In der Kryptogamenschicht sind u. a. *Scleropodium purum* und *Cladonia rangiformis* vertreten. Im Gebiet sind drei Varianten des *Airo caryophylleae-Festucetum ovinae* zu unterscheiden: Eine flechtenreiche Variante mit den Strauchflechten *Cladonia mitis*, *C. ciliata* und *Cornicularia aculeata* sowie mehreren annualen Kleearten wie *Trifolium striatum* L., *T. dubium* Sibth., *T. arvense* L. und *T. campestre* Schreb., die von den mikroklimatischen und edaphischen Bedingungen sowie der extensiven Beweidung profitieren, besiedelt nur schwach verwitterte Tonschiefer und Diabase. Eine *Helictotrichon pubescens*-Variante wächst hauptsächlich an sehr steilen Stellen in Südexposition und weist die oben genannten Gefäßpflanzenarten in kleinsträumig wechselnder Zusammensetzung auf. Eine *Cytisus scoparius*-Variante mit *Cytisus scoparius* und weiteren strauchigen Arten wie *Prunus spinosa* L. und *Rosa canina* L. kennzeichnet zu geringe bis fehlende Beweidung. Lichtbedürftige Arten wie *Rumex acetosella* und *Scleranthus perennis* sind im Bestandesaufbau weniger vertreten.

Die Kleinschmielen-Rasen am Kanzelstein haben durch die Wiederbewaldung des Gebietes seit Mitte des letzten Jahrhunderts erheblich an Fläche eingebüßt. Sie können langfristig nur erhalten werden, wenn ein Zuwachsen der Rasen mit Sträuchern und Bäumen durch regelmäßige extensive Beweidung und Entbuschung verhindert wird.

2.2 Magere Glatthaferwiese und ihre Versaumungs- und Verbuschungsstadien (*Arrhenatheretum hypochaeridetosum radicatae* Lisbach et Pepler-Lisbach 1996)

Räumlich eng mit den Kleinschmielen-Rasen verzahnt sind im Gebiet sehr magere Glatthaferwiesen und deren Versaumungs- und Verbuschungsstadien. Ihre Böden weisen etwas höhere mittlere P_{CAL} - (0,56 mg P/100 g) und K_{CAL} -Gehalte (4,77 mg K / 100 g) als die der Kleinschmielen-Rasen auf. Die mittlere Artenzahl der mageren Glatthaferwiesen mit ins-

gesamt 183 Arten ist 44,9 (Gefäßpflanzen und Kryptogamen; Größe der Aufnahme­flächen: 25 m²). Die Bestände sind damit nicht weniger artenreich als die Kleinschmielen-Rasen. Bei weitgehend bedecktem Boden erreichen die Bestände mit nur gering deckender oberer Krautschicht eine durchschnittliche Höhe von 110 cm. Die Höhe der unteren Krautschicht liegt bei durchschnittlich 39 cm. Als typische Arten sind u. a. die Differentialarten der Subassoziation wie *Agrostis capillaris*, *Hypochaeris radicata* L., *Festuca filiformis* Pourr. und *Hieracium pilosella* sowie mehrere bereits im Kapitel Nelkenhafergesellschaft erwähnte Magerrasenarten der Klasse *Festuco-Brometea* zu nennen. Die Versaumungs- und Verbuschungsstadien der mageren Glatthaferwiesen mit einer lückigen, im Mittel 56 cm hohen Strauchschicht mit *Prunus spinosa*, *Cytisus scoparius* und *Rosa canina* sind mit im Mittel 36,0 Arten artenärmer.

Es ist bemerkenswert, dass die Bestände, die in der jüngeren Vergangenheit extensiv beweidet wurden und auch früher kaum gemäht worden waren, eindeutig als (Glatthafer-)Wiesen bestimmbar sind. Dies ist wohl, ähnlich wie bei derzeit genutztem Wirtschaftsgrünland der Region (vgl. WELLSTEIN et al. 2007), auf die Magerkeit der Standorte und deren extensive Nutzung zurückzuführen. Die Kombination beider Eigenschaften schafft Lebensräume für typische Magerkeitszeiger aus Wiesen- und Weidenutzung. In den mageren Glatthaferwiesen am Kanzelstein kommen als Vertreter der weidefesten Arten *Sedo-Scleranthetea*-Arten wie *Hieracium pilosella* und *Trifolium campestre* sowie *Festuco-Brometea*-Arten wie *Euphorbia cyparissias*, *Thymus pulegioides* L., *Ononis repens* L. und *Cirsium acaule* Scop. vor.

Innerhalb der Subassoziation sind am Kanzelstein zwei Varianten zu unterscheiden, die *Helictotrichon pubescens*- und die *Prunus spinosa*-Variante. Die Bestände der durch die Differentialarten *Ranunculus bulbosus* L., *Vicia angustifolia* L. und *Trifolium pratense* L. gekennzeichneten *Helictotrichon pubescens*-Variante entwickeln sich auf mageren, aber nicht basenarmen, flach- bis tiefergründigen Böden über Tonschiefer und Diabas. Die *Prunus spinosa*-Variante kennzeichnet analog zur *Cytisus scoparius*-Variante der Kleinschmielen-Rasen zu geringe oder fehlende Beweidung.

Wie die Kleinschmielen-Rasen können die mageren Glatthaferwiesen nur durch regelmäßige extensive Beweidung und gelegentliche Entbuschung erhalten werden. Andernfalls würden über die *Prunus spinosa*-Variante Gebüsch und schließlich Wald aufkommen.

2.3 Mesophiles Schlehengebüsch

(*Crataego-Prunetum spinosae inops* Weber 1999)

Die Gebüsch im NSG sind strukturell und floristisch nicht einheitlich. Dies erklärt sich wohl so, dass sie sich überwiegend nach Aufgabe der Allmendenutzung zu unterschiedlichen Zeiten und den Großteil des Standortspektrums im NSG abdeckend entwickelten. Es lassen sich junge Stockausschlagsgebüsch mit *Cytisus scoparius* und *Prunus spinosa* (*Cytisus scoparius*-Variante), die dem *Crataego-Prunetum spinosae inops* angegliedert werden können, von reifen Stadien (*Urtica dioica*-Variante) unterscheiden. Häufige, kennzeichnende Gehölze sind u. a. *Crataegus laevigata* (Poir.) D.C., *C. monogyna* Jacq., *Rosa canina*, *R. corymbifera* Borkh. und *R. rubiginosa* L., die eine Höhe von 0,8 bis 3,5 m erreichen. In der Krautschicht kommen höchstet, aber mit geringen Deckungsgraden u. a. *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata* L., *Agrostis capillaris* und *Clinopodium vulgare* L. vor. Der Artenreichtum der Gebüsch ist mit 17 Gefäßpflanzen in 25 m² vergleichsweise gering. Dies gilt mit 83 Arten auch für den Artenreichtum der Gebüsch am Kanzelstein insgesamt.

2.4 Bewirtschaftungsformen des Hainsimsen-Waldmeister-Buchenwaldes (*Galio odorati-Fagetum luzuletosum* Sougnez et Thill. 1959 em. Dierschke 1989)

Auf basenhaltigen Regosolen, Rankern und Braunerden aus Tonschiefer und Diabas wächst

im Gebiet das *Galio odorati-Fagetum luzuletosum*. Der Gesamtartenreichtum der Wälder im NSG umfasst 61 Arten. In der Krautschicht kommen u. a. *Galium odoratum* (L.) Scop., *Milium effusum* L., *Melica uniflora* Retz. und *Luzula luzuloides* (Lam.) Dandy & Wilm. vor. Auf 42 % der Fläche des NSGs sind Bestände dieser Gesellschaft in Hoch- und Mittelwäldern ausgebildet. Auf wesentlich kleinerer Fläche finden sich nicht mehr traditionell genutzte Hudewald- (6 %) und Niederwald-Bestände (12 %).

Der im Südosten des NSGs hainartig aufgebaute Hudewald mit mittlerer Höhe der bestandsbildenden Buchen von 15 m weist bei etwa 60 % Deckung der oberen Baumschicht kein geschlossenes Kronendach auf. Die zweite Baumschicht und die Strauchschicht (je 5 % Deckung) sowie die Krautschicht (10 % Deckung) sind schwach entwickelt. In der Strauchschicht können die vorherrschenden bewehrten Arten wie *Crataegus spec.* und *Prunus spinosa* als Weidezeiger angesehen werden. Schattenverträgliche, basiphile Waldarten wie *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P. Beauv., *Galium odoratum* und *Cardamine bulbifera* (L.) Crantz kennzeichnen die Krautschicht, in welcher der ehemalige Weideeinfluss nicht deutlich wird. Die mittlere Artenzahl in 25 m² ist 18.

Der Niederwald im Nordwesten des NSGs stockt auf einem nach Norden abfallenden Steilhang über devonischem Sandstein (pH-Wert in CaCl₂ des Oberbodens: 3,3; P_{CAL}-Gehalt: 1,26 mg P / 100 g; K_{CAL}-Gehalt: 7,33 mg K / 100 g) und zeichnet sich in der Krautschicht durch feuchtebedürftige Arten wie *Impatiens parviflora* DC. und *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott aus. Die etwa 13 m hohe obere Baumschicht besteht vorwiegend aus durchgewachsenen, ehemals auf den Stock gesetzten Hainbuchen. Der aufkommende Jungwuchs (meist *Fagus sylvatica* L.) erreicht eine Höhe von etwa 7 m. Der Kronenschluss ist dichter als im zuvor beschriebenen Hudewald. Bei geringem Lichtgenuss ist die Krautschicht mit nur 12 Arten artenarm. Erwähnenswert sind Vorkommen von *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., die an mehreren Stellen Populationen von >50 Exemplaren aufweist.

3.3.4 Artenliste zur Exkursion

Tab. 3.3/3: Artenliste zu den Exkursionspunkten

Exkursionspunkt lfd. Nr.	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4
Vegetationstyp / Artenname	1.1 Spörgel-Gesellschaften	1.2 Ginsterbestände auf ehemaligem Ackerland	1.3 Mesophiles Grünland	2.1 Nelkenhafer-Gesellschaft	2.2 Magere Glatthaferwiese und ihre Versaumungs- und Verbuchungsstadien	2.3 Mesophiles Schlehengebüsch	2.4 Bewirtschaftungsformen des Hainsimsen-Waldmeister-Buchen- waldes
nach Wisskirchen & Haeupler 1998							
<i>Acer campestre</i>		X					X
<i>Acer pseudoplatanus</i>		X					
<i>Achillea millefolium</i> subsp. <i>millefolium</i>	X	X	X	X	X	X	
<i>Aegopodium podagraria</i>		X					
<i>Aethusa cynapium</i> subsp. <i>cynapium</i>	X						
<i>Agrimonia eupatoria</i>	X	X	X	X	X	X	
<i>Agrostis capillaris</i>	X	X	X	X	X	X	
<i>Agrostis stolonifera</i>	X	X	X				
<i>Aira caryophylla</i>				X	X	X	
<i>Ajuga reptans</i>	X	X	X				
<i>Alchemilla glaucescens</i>				X	X		
<i>Alchemilla vulgaris</i> agg.		X	X				
<i>Alliaria petiolata</i>		X					X
<i>Alopecurus myosuroides</i>	X						
<i>Alopecurus pratensis</i>		X	X				
<i>Anagallis arvensis</i>	X						
<i>Anchusa arvensis</i>	X	X					
<i>Anthemis arvensis</i>	X	X	X				
<i>Anthoxanthum odoratum</i>		X	X	X	X	X	
<i>Anthriscus sylvestris</i>		X	X		X	X	X

Exkursionspunkt lfd. Nr.	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4
Vegetationstyp / Artenname	1.1 Spörgel-Gesellschaften	1.2 Ginsterbestände auf ehemaligem Ackerland	1.3 Mesophiles Grünland	2.1 Nelkenhafer-Gesellschaft	2.2 Magere Glatthaferwiese und ihre Versaumungs- und Verbuschungstadien	2.3 Mesophiles Schlehengebüsch	2.4 Bewirtschaftungsformen des Hainsimsen-Waldmeister-Buchenwaldes
<i>Anthyllis vulneraria</i>				X			
<i>Apera spica-venti</i>	X	X				X	
<i>Aphanes arvensis</i>	X	X	X				
<i>Arabidopsis thaliana</i>	X		X	X	X		
<i>Arabis glabra</i>				X			
<i>Arenaria serpyllifolia</i> agg.	X			X			
<i>Arrhenatherum elatius</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Artemisia vulgaris</i>		X			X		
<i>Astragalus glycyphyllos</i>					X		
<i>Atriplex patula</i>	X	X					
<i>Avena fatua</i>	X						
<i>Bellis perennis</i>			X				
<i>Betula pendula</i>		X			X		X
<i>Brachypodium pinnatum</i>					X		X
<i>Brachytecium rutabulum</i> (M)							X
<i>Briza media</i>			X	X	X		
<i>Bromus hordeaceus</i> subsp. <i>hordeaceus</i>		X	X	X	X		
<i>Bromus secalinus</i>	X						
<i>Bromus sterilis</i>	X	X	X			X	
<i>Bryum argenteum</i> (M)				X			
<i>Calamagrostis epigejos</i>		X	X				
<i>Calluna vulgaris</i>				X	X		
<i>Campanula patula</i>			X	X	X		

Exkursionspunkt lfd. Nr.	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4
Vegetationstyp / Artenname	1.1 Spörgel-Gesellschaften	1.2 Ginsterbestände auf ehemaligem Ackerland	1.3 Mesophiles Grünland	2.1 Nelkenhafer-Gesellschaft	2.2 Magere Glatthaferwiese und ihre Versaumungs- und Verbuschungstadien	2.3 Mesophiles Schliehengebüsch	2.4 Bewirtschaftungsformen des Hainsimsen-Waldmeister-Buchenwaldes
<i>Campanula rapunculus</i>		X	X	X	X		
<i>Campanula rotundifolia</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	X	X	X				
<i>Cardamine bulbifera</i>							X
<i>Cardamine pratensis</i> agg.			X				
<i>Carex caryophylla</i>				X	X		
<i>Carex flacca</i>			X	X	X		
<i>Carex hirta</i>	X	X	X				
<i>Carex muricata</i> subsp. <i>spicata</i>			X		X		
<i>Carpinus betulus</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Carum carvi</i>			X		X		
<i>Centaurea cyanus</i>	X	X					
<i>Centaurea jacea</i>		X	X	X	X	X	
<i>Centaurea scabiosa</i>		X	X	X	X		
<i>Cerastium arvense</i>			X	X	X	X	
<i>Cerastium brachypetalum</i> agg.				X			
<i>Cerastium glomeratum</i>	X		X	X			
<i>Cerastium holosteoides</i>	X	X	X	X	X		
<i>Cerastium pumilum</i>				X	X		
<i>Cerastium</i> sp.				X			
<i>Ceratodon purpureus</i> (M)				X	X	X	
<i>Chenopodium album</i> agg.	X	X	X				
<i>Chenopodium polyspermum</i>	X						
<i>Cirsium acaule</i>				X	X		

Exkursionspunkt lfd. Nr.	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4
Vegetationstyp / Artenname	1.1 Spörgel-Gesellschaften	1.2 Ginsterbestände auf ehemaligem Ackerland	1.3 Mesophiles Grünland	2.1 Nelkenhafer-Gesellschaft	2.2 Magere Glatthaferwiese und ihre Versaumungs- und Verbuschungsstadien	2.3 Mesophiles Schlehengebüsch	2.4 Bewirtschaftungsformen des Hainsimsen-Waldmeister-Buchenwaldes
<i>Cirsium arvense</i>	x	x	x		x		
<i>Cirsium palustre</i>		x	x		x		
<i>Cirsium vulgare</i>	x	x	x		x		
<i>Cladonia chlorophaea</i> (M)				x			
<i>Cladonia ciliata</i> (M)				x			
<i>Cladonia conoidea</i> (M)				x			
<i>Cladonia fimbriata</i> (M)				x			
<i>Cladonia foliacea</i> (M)				x			
<i>Cladonia furcata</i> subsp. <i>furcata</i> (M)				x			
<i>Cladonia mitis</i> (M)				x			
<i>Cladonia rangiformis</i> (M)				x	x		
<i>Cladonia</i> sp. (M)				x			
<i>Clinopodium vulgare</i>				x	x	x	
<i>Colchicum autumnale</i>					x		
<i>Consolida regalis</i>	x						
<i>Convolvulus arvensis</i>	x	x	x		x		
<i>Conyza canadensis</i>	x	x					
<i>Cornicularia aculeata</i> (M)				x			
<i>Cornus sanguinea</i>		x			x	x	
<i>Corylus avellana</i>		x			x		x
<i>Crataegus laevigata</i> agg.		x			x	x	x
<i>Crataegus monogyna</i> agg.		x	x	x	x	x	x
<i>Crataegus</i> sp.				x	x		x
<i>Crepis capillaris</i>		x	x				

Exkursionspunkt lfd. Nr.	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4
Vegetationstyp / Artenname	1.1 Spörgel-Gesellschaften	1.2 Ginsterbstände auf ehemaligem Ackerland	1.3 Mesophiles Grünland	2.1 Nelkenhafer-Gesellschaft	2.2 Magere Glatthaferwiese und ihre Versaumungs- und Verbuchungsstadien	2.3 Mesophiles Schliehengebüsch	2.4 Bewirtschaftungsformen des Hainsimsen-Waldmeister-Buchenwaldes
<i>Cytisus scoparius</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Dactylis glomerata</i>		X	X	X	X	X	
<i>Dactylis polygama</i>							X
<i>Danthonia decumbens</i>			X	X	X		
<i>Daucus carota</i>		X	X		X		
<i>Deschampsia flexuosa</i>		X	X	X	X		X
<i>Dianthus deltoides</i>		X	X	X			
<i>Dicranum scoparium</i> (M)				X	X	X	X
<i>Digitalis purpurea</i>		X	X			X	
<i>Dryopteris carthusiana</i>		X					X
<i>Dryopteris dilatata</i>		X					X
<i>Dryopteris filix mas</i> agg.		X				X	
<i>Echinops sphaerocephalus</i>					X		
<i>Echium vulgare</i>		X					
<i>Elymus caninus</i>							X
<i>Elymus repens</i>	X	X	X			X	
<i>Epilobium angustifolium</i>	X	X				X	
<i>Epilobium montanum</i>	X	X			X	X	X
<i>Epilobium tetragonum</i>	X	X	X				
<i>Equisetum arvense</i>	X	X	X				
<i>Erodium cicutarium</i> agg.	X			X			
<i>Erophila verna</i>	X		X	X	X		
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	X						
<i>Euonymus europaea</i>						X	X

Exkursionspunkt lfd. Nr.	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4
Vegetationstyp / Artenname	1.1 Spörgel-Gesellschaften	1.2 Ginsterbestände auf ehemaligem Ackerland	1.3 Mesophiles Grünland	2.1 Nelkenhafer-Gesellschaft	2.2 Mägere Glatthaferwiese und ihre Versaumungs- und Verbuschungsstadien	2.3 Mesophiles Schlehengebüsch	2.4 Bewirtschaftungsformen des Hainsimsen-Waldmeister-Buchenwaldes
<i>Euphorbia exigua</i>	x						
<i>Euphorbia helioscopia</i>	x	x					x
<i>Euphrasia officinalis</i> subsp. <i>rostockiana</i>				x	x		
<i>Euphrasia stricta</i>				x	x		x
<i>Fagus sylvatica</i>		x			x		x
<i>Fallopia convolvulus</i>	x	x	x				
<i>Festuca filiformis</i>				x	x	x	
<i>Festuca gigantea</i>							
<i>Festuca guestfalica</i>				x	x		
<i>Festuca pratensis</i>		x	x		x		
<i>Festuca rubra</i>	x	x	x	x	x	x	
<i>Fragaria vesca</i>		x	x		x	x	
<i>Fraxinus excelsior</i>					x	x	
<i>Fumaria officinalis</i>	x	x					
<i>Galeopsis segetum</i>	x	x					
<i>Galeopsis tetrahit</i>	x	x	x		x	x	
<i>Galium album</i>		x	x	x	x	x	
<i>Galium aparine</i>	x	x				x	
<i>Galium odoratum</i>							
<i>Galium pumilum</i>				x			
<i>Galium pumilum</i>					x	x	
<i>Galium verum</i>		x	x	x	x	x	
<i>Genista tinctoria</i>		x	x	x	x		

Exkursionspunkt lfd. Nr.	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4
Vegetationstyp / Artenname	1.1 Spörgel-Gesellschaften	1.2 Ginsterbestände auf ehemaligem Ackerland	1.3 Mesophiles Grünland	2.1 Nelkenhafer-Gesellschaft	2.2 Magere Glatthaferwiese und ihre Versaumungs- und Verbuschungstadien	2.3 Mesophiles Schliehengebüsch	2.4 Bewirtschaftungsformen des Hainsimsen-Waldmeister-Buchenwaldes
<i>Geranium columbinum</i>					X		
<i>Geranium dissectum</i>	X						
<i>Geranium molle</i>	X						
<i>Geranium pusillum</i>	X						
<i>Geranium pyrenaicum</i>					X	X	X
<i>Geranium robertianum</i>		X					
<i>Geum urbanum</i>		X	X		X	X	
<i>Glechoma hederacea</i>	X	X	X				
<i>Gnaphalium sylvaticum</i>		X					
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	X						
<i>Helianthemum nummularium</i> subsp. numm.				X	X	X	
<i>Helianthemum nummularium</i> subsp. obsc.					X		
<i>Helictotrichon pratense</i>				X	X		
<i>Helictotrichon pubescens</i>		X	X	X	X		
<i>Heracleum mantegazzianum</i>		X	X				
<i>Heracleum sphondylium</i> subsp. sphondyl.		X	X		X		
<i>Hieracium lachenalii</i>		X	X		X		
<i>Hieracium laevigatum</i>		X	X		X		
<i>Hieracium murorum</i>		X					
<i>Hieracium pilosella</i>		X		X	X		
<i>Hieracium umbellatum</i>		X			X		
<i>Holcus lanatus</i>		X	X		X	X	

Exkursionspunkt lfd. Nr.	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4
Vegetationstyp / Artenname	1.1 Spörgel-Gesellschaften	1.2 Ginsterbestände auf ehemaligem Ackerland	1.3 Mesophiles Grünland	2.1 Nelkenhafer-Gesellschaft	2.2 Magere Glatthaferwiese und ihre Versaumungs- und Verbuschungsstadien	2.3 Mesophiles Schlehengebüsch	2.4 Bewirtschaftungsformen des Hainsimsen-Waldmeister-Buchenwaldes
<i>Holcus mollis</i>		X	X		X	X	
<i>Humulus lupulus</i>						X	
<i>Hylocomium splendens</i> (M)					X		
<i>Hypericum humifusum</i>	X						
<i>Hypericum maculatum</i>		X	X	X	X		
<i>Hypericum perforatum</i>		X	X	X	X	X	
<i>Hypnum cupressiforme</i> (M)							X
<i>Hypnum lacunosum</i> (M)				X			
<i>Hypochaeris radicata</i>		X	X	X	X		
<i>Hypogymnia physodes</i> (M)					X		
<i>Impatiens parviflora</i>		X					X
<i>Jasione montana</i>				X			
<i>Juncus bufonius</i>	X						
<i>Juniperus communis</i> subsp. communis					X	X	
<i>Kickxia elatine</i>	X						
<i>Knautia arvensis</i>		X	X	X	X	X	
<i>Koeleria macrantha</i>					X		
<i>Lactuca serriola</i>	X	X					
<i>Lamium album</i>		X	X		X		
<i>Lamium amplexicaule</i>	X						
<i>Lamium purpureum</i>	X	X					
<i>Lapsana communis</i>	X	X					
<i>Lathyrus pratensis</i>		X	X		X		

Exkursionspunkt lfd. Nr.	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4
Vegetationstyp / Artenname	1.1 Spörgel-Gesellschaften	1.2 Ginsterbestände auf ehemaligem Ackerland	1.3 Mesophiles Grünland	2.1 Nelkenhafer-Gesellschaft	2.2 Magere Glatthaferwiese und ihre Versaumungs- und Verbuschungstadien	2.3 Mesophiles Schliehengebüsch	2.4 Bewirtschaftungsformen des Hainsimsen-Waldmeister-Buchenhaldes
<i>Leontodon autumnalis</i>		X	X	X	X		
<i>Leontodon hispidus</i>		X	X		X		
<i>Lepidium campestre</i>	X	X					
<i>Leucanthemum vulgare</i>		X	X	X	X		
<i>Linaria vulgaris</i>		X	X				
<i>Linum catharticum</i> subsp. <i>catharticum</i>				X	X		
<i>Lolium perenne</i>			X		X		
<i>Lonicera xylosteum</i>		X					
<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>corniculatus</i>		X	X	X	X		
<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>hirsutus</i>			X	X	X		
<i>Lupinus polyphyllus</i>		X					
<i>Luzula campestris</i>		X	X	X	X	X	
<i>Luzula luzuloides</i>							X
<i>Malva moschata</i>		X	X	X			
<i>Matricaria discoidea</i>	X						
<i>Matricaria recutita</i>	X	X					
<i>Medicago lupulina</i>			X	X			
<i>Melampyrum pratense</i> subsp. <i>commutatum</i>					X		
<i>Melica uniflora</i>					X		X
<i>Mentha arvensis</i>	X	X					
<i>Milium effusum</i>							X
<i>Misopates orontium</i>	X						

Exkursionspunkt lfd. Nr.	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4
Vegetationstyp / Artenname	1.1 Spörgel-Gesellschaften	1.2 Ginsterbestände auf ehemaligem Ackerland	1.3 Mesophiles Grünland	2.1 Nelkenhafer-Gesellschaft	2.2 Magerer Glatthaferwiese und ihre Versaumungs- und Verbuschungsstadien	2.3 Mesophiles Schlehengebüsch	2.4 Bewirtschaftungsformen des Hainsimsen-Waldmeister-Buchenwaldes
Moehringia trinervia					X		X
Mycelis muralis		X					X
Myosotis arvensis	X	X	X				
Myosotis discolor				X	X		
Myosotis ramosissima				X	X		
Myosotis sp.				X	X		
Myosotis stricta				X	X		
Myosotis sylvatica			X		X		
Myosurus minimus	X						
Neottia nidus-avis					X		
Odontites vernus	X	X					
Ononis repens		X		X	X		
Ononis spinosa		X	X				
Orchis morio				X			
Orobanche rapum-genistae		X					
Oxalis stricta	X						
Papaver argemone	X						
Papaver dubium	X						
Papaver rhoeas	X	X					
Parmelia glabratula (M)				X			
Peltigera canina (M)				X			
Peltigera rufescens (M)				X			
Persicaria hydropiper	X						
Persicaria lapathifolia	X						

Exkursionspunkt lfd. Nr.	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4
Vegetationstyp / Artenname	1.1 Spörgel-Gesellschaften	1.2 Ginsterbestände auf ehemaligem Ackerland	1.3 Mesophiles Grünland	2.1 Nelkenhafer-Gesellschaft	2.2 Magere Glatthaferwiese und ihre Versaumungs- und Verbuchungsstadien	2.3 Mesophiles Schliehengebüsch	2.4 Bewirtschaftungsformen des Hainsimsen-Waldmeister-Buchengewaldes
<i>Persicaria maculosa</i>	x	x					
<i>Petrorhagia prolifera</i>				x			
<i>Phleum bertolonii</i>				x	x	x	
<i>Phleum pratense</i>		x	x		x		
<i>Picris hieracioides</i> agg.					x		
<i>Pimpinella saxifraga</i>		x	x	x	x	x	
<i>Pinus sylvestris</i>		x					x
<i>Plagiomnium affine</i> (M)		x		x	x	x	
<i>Plantago lanceolata</i>		x	x	x	x	x	
<i>Plantago major</i> subsp. <i>intermedia</i>	x		x				
<i>Plantago major</i> subsp. <i>major</i>	x	x	x				
<i>Plantago media</i>				x	x		
<i>Poa annua</i>	x	x	x	x	x		
<i>Poa humilis</i>				x	x		
<i>Poa nemoralis</i>		x	x		x	x	x
<i>Poa pratensis</i> agg.		x	x	x	x	x	x
<i>Poa trivialis</i>	x	x	x		x		
<i>Polygala vulgaris</i> subsp. <i>oxyptera</i>				x			
<i>Polygala vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i>				x	x		
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	x	x	x		x		
<i>Polytrichum formosum</i> (M)							x
<i>Polytrichum juniperinum</i> (M)				x			
<i>Polytrichum piliferum</i> (M)				x			
<i>Populus nigra</i>					x		

Exkursionspunkt lfd. Nr.	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4
Vegetationstyp / Artenname	1.1 Spörgel-Gesellschaften	1.2 Ginsterbestände auf ehemaligem Ackerland	1.3 Mesophiles Grünland	2.1 Nelkenhafer-Gesellschaft	2.2 Magere Glatthaferwiese und ihre Versaumungs- und Verbuschungstadien	2.3 Mesophiles Schlehengebüsch	2.4 Bewirtschaftungsformen des Hainsimsen-Waldmeister-Buchenwaldes
Populus spec.							X
Populus tremula		X					
Potentilla argentea agg.		X		X			
Potentilla erecta		X	X		X		
Potentilla recta		X					
Potentilla tabernaemontani			X	X	X	X	
Primula veris		X	X		X		
Prunella vulgaris			X				
Prunus spinosa		X	X	X	X	X	
Quercus petraea		X	X		X	X	X
Quercus robur		X				X	X
Quercus sp.				X	X	X	X
Racomitrium canescens (M)				X			
Racomitrium heterostichum (M)							X
Ranunculus acris		X	X		X		
Ranunculus bulbosus			X	X	X		
Ranunculus repens	X	X	X				
Raphanus raphanistrum	X		X				
Rhinanthus minor		X	X		X		
Rhodobryum roseum (M)				X			
Rhytidadelphus squarrosus (M)		X	X	X	X	X	
Rhytidium rugosum (M)				X			
Rosa canina var. canina		X	X	X	X	X	
Rosa canina var. squarrosa				X	X	X	

Exkursionspunkt lfd. Nr.	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4
Vegetationstyp / Artenname	1.1 Spörgel-Gesellschaften	1.2 Ginsterbestände auf ehemaligem Ackerland	1.3 Mesophiles Grünland	2.1 Nelkenhafer-Gesellschaft	2.2 Magere Glatthaferwiese und ihre Versaumungs- und Verbuchungsstadien	2.3 Mesophiles Schliehengebüsch	2.4 Bewirtschaftungsformen des Hainsimsen-Waldmeister-Buchenwaldes
<i>Rosa corymbifera</i>				X	X	X	X
<i>Rosa rubiginosa</i>		X			X	X	
<i>Rubus caesius</i>		X			X	X	
<i>Rubus fruticosus</i> agg.		X	X				X
<i>Rubus idaeus</i>		X	X				
<i>Rubus</i> sp.		X		X	X	X	X
<i>Rumex acetosa</i>		X	X		X		
<i>Rumex acetosella</i> subsp. <i>acetosella</i>	X	X	X	X	X	X	
<i>Rumex crispus</i>		X	X				
<i>Rumex obtusifolius</i>		X	X				
<i>Rumex sanguineus</i>		X					
<i>Salix caprea</i>		X					
<i>Salvia pratensis</i>					X		
<i>Sambucus nigra</i>		X					X
<i>Sambucus racemosa</i>		X					
<i>Sanguisorba minor</i>			X	X	X		
<i>Saxifraga granulata</i>			X	X	X		
<i>Scleranthus annuus</i>	X		X				
<i>Scleranthus perennis</i>				X			
<i>Scleranthus polycarpus</i>				X	X		
<i>Scleropodium purum</i> (M)		X		X	X	X	
<i>Sedum acre</i>				X			
<i>Sedum telephium</i>		X					
<i>Senecio jacobaea</i>		X	X		X	X	

Exkursionspunkt lfd. Nr.	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4
Vegetationstyp / Artenname	1.1 Spörgel-Gesellschaften	1.2 Ginsterbestände auf ehemaligem Ackerland	1.3 Mesophiles Grünland	2.1 Nelkenhafer-Gesellschaft	2.2 Magerer Glatthaferwiese und ihre Versaumungs- und Verbuschungstadien	2.3 Mesophiles Schlehengebüsch	2.4 Bewirtschaftungsformen des Hainsimsen-Waldmeister-Buchenwaldes
Senecio ovatus		X		X		X	X
Senecio viscosus	X						
Silene latifolia subsp. alba		X					
Silene vulgaris		X				X	
Sinapis arvensis	X						
Sisymbrium officinale	X	X					
Solidago canadensis		X					
Sonchus arvensis	X						
Sonchus asper	X	X					
Sonchus oleraceus	X						
Sorbus aucuparia		X					X
Spergula arvensis	X						
Stachys arvensis	X						
Stellaria graminea		X	X	X	X		
Stellaria holostea		X	X		X	X	X
Stellaria media	X	X	X				
Tanacetum vulgare		X	X		X		
Taraxacum sect. Erythrosperma				X			
Taraxacum sect. Hamata				X	X		
Taraxacum sect. Ruderalia	X	X	X				
Teesdalia nudicaulis		X	X				
Teucrium scorodonia		X	X	X	X	X	
Thlaspi arvense	X	X	X				
Thuidium abietinum (M)				X			

Exkursionspunkt lfd. Nr.	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4
Vegetationstyp / Artenname	1.1 Spörgel-Gesellschaften	1.2 Ginsterbestände auf ehemaligem Ackerland	1.3 Mesophiles Grünland	2.1 Nelkenhafer-Gesellschaft	2.2 Magere Glatthaferwiese und ihre Versaumungs- und Verbuschungstadien	2.3 Mesophiles Schliehengebüsch	2.4 Bewirtschaftungsformen des Hainsimsen-Waldmeister-Buchengewaldes
<i>Tilia cordata</i>							x
<i>Tilia platyphyllos</i>							x
<i>Torilis japonica</i>		x			x	x	
<i>Tragopogon pratensis</i> subsp. <i>pratensis</i>		x	x	x	x		
<i>Trifolium alpestre</i>				x	x		
<i>Trifolium arvense</i>	x	x	x	x	x		
<i>Trifolium campestre</i>	x	x	x	x	x		
<i>Trifolium dubium</i>	x	x	x	x	x		
<i>Trifolium medium</i>		x	x	x	x		
<i>Trifolium pratense</i>	x	x	x	x	x		
<i>Trifolium repens</i>	x	x	x	x	x	x	
<i>Trifolium striatum</i>				x	x		
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	x	x	x				
<i>Trisetum flavescens</i>		x	x	x	x	x	
<i>Tussilago farfara</i>		x					
<i>Urtica dioica</i>	x	x	x		x	x	
<i>Vaccinium myrtillus</i>							x
<i>Valeriana wallrothii</i>		x		x	x		
<i>Valerianella carinata</i>				x			
<i>Valerianella dentata</i>	x						
<i>Valerianella locusta</i>	x		x	x			
<i>Verbascum nigrum</i>		x	x		x		
<i>Verbascum thapsus</i>					x		
<i>Veronica agrestis</i>	x						

Exkursionspunkt lfd. Nr.	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4
Vegetationstyp / Artenname	1.1 Spörgel-Gesellschaften	1.2 Ginsterbestände auf ehemaligem Ackerland	1.3 Mesophiles Grünland	2.1 Nelkenhafer-Gesellschaft	2.2 Magere Glatthaferwiese und ihre Versaumungs- und Verbuschungsstadien	2.3 Mesophiles Schlehengebüsch	2.4 Bewirtschaftungsformen des Hainsimsen-Waldmeister-Buchenwaldes
<i>Veronica chamaedrys</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Veronica hederifolia</i>	X						
<i>Veronica officinalis</i>		X	X	X	X		
<i>Veronica persica</i>	X						
<i>Veronica triphyllos</i>	X						
<i>Veronica verna</i> agg.				X			
<i>Viburnum opulus</i>					X	X	X
<i>Vicia cracca</i>		X	X	X	X		
<i>Vicia hirsuta</i>	X	X	X	X	X		
<i>Vicia sativa</i> subsp. <i>angustifolia</i>	X	X	X	X	X	X	
<i>Vicia sepium</i>	X	X	X		X	X	X
<i>Vicia tetrasperma</i>	X	X	X		X		
<i>Vicia villosa</i>	X	X					
<i>Viola arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>	X	X	X				
<i>Viola canina</i>		X	X		X		
<i>Viola hirta</i>		X	X	X	X	X	
<i>Viola reichenbachiana</i>		X	X		X	X	X
<i>Viola riviniana</i>			X	X	X		X

3.4 Exkursion 4: Die Hohe Rhön

- Text, Tabellen und Abbildungen zusammengestellt von Annette Otte -

Exkursionsleiter: Uwe Barth, Udo Bohn, Annette Otte, Ewald Sauer, Dietmar Teuber

3.4.1 Die Exkursionsroute in der Übersicht

Die drei Exkursionsgebiete liegen auf den topografischen Karten L 5524 Fulda (1, 3) und L 5526 Mellrichstadt (2) in der Rhön und führen zum NSG Schafstein (1), zum Heidelberg (2) und zum NSG Rotes Moor (3) in der Hohen Rhön (Abb. 3.4/1). Folgende Exkursionspunkte bilden das Programm:

1. NSG „Schafstein“ (832 m ü. NN, ö der Wasserkuppe)
 - Frauenfarn-Waldgerste-Berg-Buchenwald (*Hordelymo-Fagetum athyrietosum*) auf Mull-Braunerde über Basalt
 - Sommer-Linden-Berg-Ulmen-Wald (*Tilio-Ulmetum*) auf humosem, klüftigem Basalt-Blockschutt
 - Typischer Hainsimsen-Buchenwald (*Luzulo-Fagetum typicum*) auf Moder über Basalt
 - Karpaten-Birken-Ebereschen-Blockwald (*Betulo carpaticae-Sorbetum aucupariae*) auf Basalt-Blockschutt
 - Kleinfarn-Gesellschaften im Blockschutt (*Asplenietae*).
2. Heidelberg (880 m ü. NN, nö Gersfeld)
 - Mitteleuropäische Mittelgebirgs-Goldhaferwiese (*Geranio-Trisetetum flavescens*) auf Solifluktionmaterial über Basalt
 - Ausbreitung der Stauden-Lupine (*Lupinus polyphyllus*) in der Hohen Rhön.
3. NSG Rotes Moor (810 m ü. NN, nö Gersfeld)
 - Karpaten-Birken-Moorwald (*Vaccinio-Betuletum carpaticae*) auf entwässertem Hochmoor
 - Maßnahmen und Ergebnisse der Wiedervernässung der abgetorften Hochmoorweite.

3.4.2 Lage, Naturraum, klimatische Verhältnisse, geologische Verhältnisse, Böden und potentielle natürliche Vegetation

Die in diesem Kapitel skizzierten Grundlagen zum Naturraum Rhön basieren im Wesentlichen auf der Darstellung bei OTTE & MAUL (2005).

Lage und Naturraum

Die Rhön liegt in der Mitte von Deutschland und erstreckt sich über eine Fläche von ca. 3.500 km² im Grenzraum der Bundesländer Bayern, Hessen und Thüringen (Abb. 3.4/1). Die höchsten Erhebungen bilden die Wasserkuppe (950 m ü. NN) und der Heidelberg (926 m ü. NN).

Die Rhön gehört überwiegend zum Naturraum Osthessisches Bergland, der gegenüber dem Westhessischen Berg- und Senkenland als in sich geschlossene Bruchscholle herausgehoben ist und das östliche Glied des Hessischen Bruchschollentafellandes bildet. In ihm herrschen Trias-Gesteine vor (Buntsandstein, auch Muschelkalk), über die der tertiäre Vulkanismus großflächig Vogelsberg, Knüll und Rhön aufgeworfen hat (vgl. Kap. 2.2). Zwischen diesen Basaltbildungen ist die Fuldaer Senke eingetieft, die das Sammelbecken der oberen Fulda ist.

Die Rhön untergliedert sich in die Vorder- und Kuppenrhön, die Hohe Rhön und die Süd-Rhön, die zum Naturraum Hessisch-Fränkisches Bergland gehört und flächenmäßig in

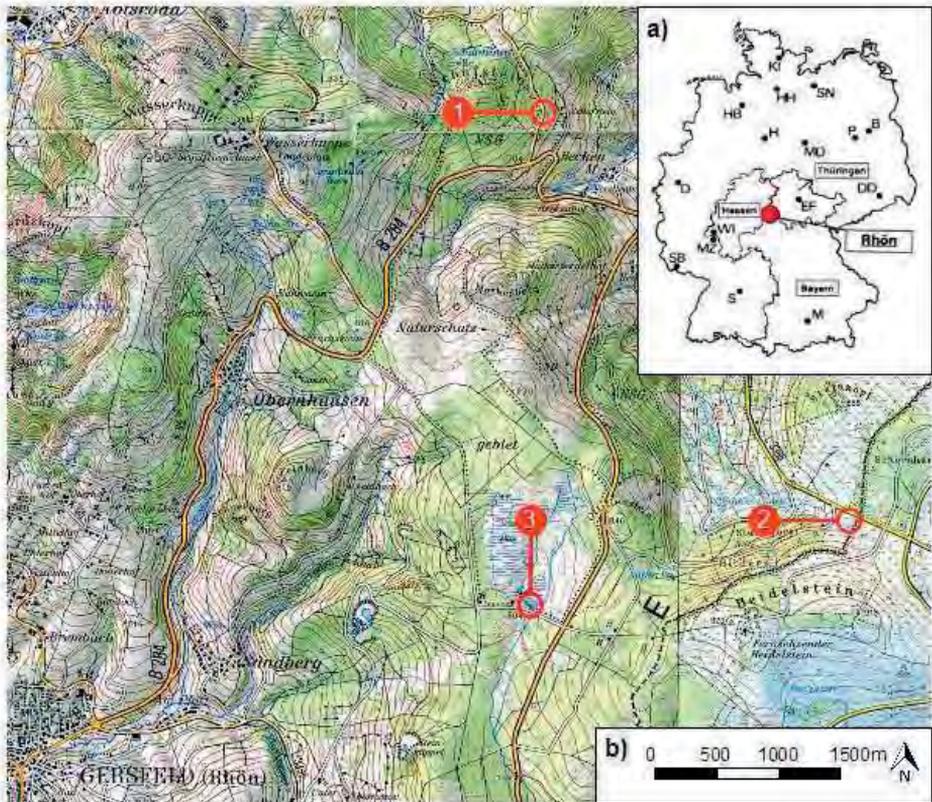


Abb. 3.4/1a: Lage der drei Exkursionsgebiete: (1) Schafstein, (2) Heidelestein, (3) Rotes Moor in der Hohen Rhön (a Übersicht, b Detail) (Kartengrundlage L 5524 Fulda und L 5526 Mellrichstadt. Wiedergabe mit Genehmigung des Hessischen Landesvermessungsamtes Nr.....).

für Hessen fast keine Bedeutung hat (KLAUSING 1974).

Im Norden wird die zentrale Hohe Rhön hufeisenförmig von Vorder- und Kuppenrhön umfasst. Sie bilden eine von spitzen basaltischen Kegeln und breiteren vulkanischen Kuppen und Gewässern stark zerschnittene Plateau-Landschaft.

Die Hohe Rhön erreicht mit der Wasserkuppe eine Höhenlage von 950 m ü. NN (Abb. 3.4/2). Innerhalb des Naturraumes Rhön ist die Hohe Rhön eine in Nord-Süd-Richtung verlaufende, leicht gewellte und kaum besiedelte Hochfläche auf 600 bis 950 m ü. NN (zur Abgrenzung vgl. MEYNEN & SCHMITHÜSEN 1953, KLAUSING 1974). Den Nordteil der Hohen Rhön bildet die Lange Rhön; sie wurde 1982 als erstes Groß-Naturschutzgebiet der Rhön (2.657 ha) ausgewiesen (GREBE & BAUERNSCHMITT 1995).

Klimatische Verhältnisse

Die Rhön liegt innerhalb der gemäßigten Klimazone im Übergang von subatlantischem zu subkontinentalem Klima. Offensichtlich wird dies durch die Zugehörigkeit zum binnenländischen Klimatypus (FEHN 1960) für die Station Wasserkuppe (921 m ü. NN) mit dem Niederschlagsmaximum im Sommer, der niedrigen, mittleren Januartemperatur



Abb. 3.4/2: Blick von Südosten auf die Wasserkuppe (950 m ü. NN). Sie ist die höchste Erhebung der Rhön und liegt in der naturräumlichen Einheit Hohe Rhön. (Foto A. Otte)

(- 5,6 °C) und der relativ niedrigen Jahresdurchschnittstemperatur von 4,7 °C. Die Hochrhön ist im Winterhalbjahr östlichen Kaltlufteinbrüchen ausgesetzt, an der Wasserkuppe fällt durchschnittlich ein Jahresniederschlag von 1.104 mm (Abb. 3.4/3). Hier haben die meisten Fließgewässer der Rhön ihren Ursprung: Fulda, Haune, Ulster, Felda und Herpf entwässern zur Weser und Streu, Brand, Thulba und Sinn entwässern zum Main.

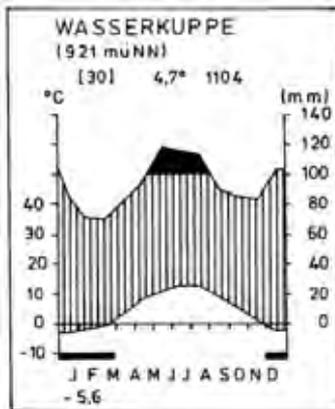


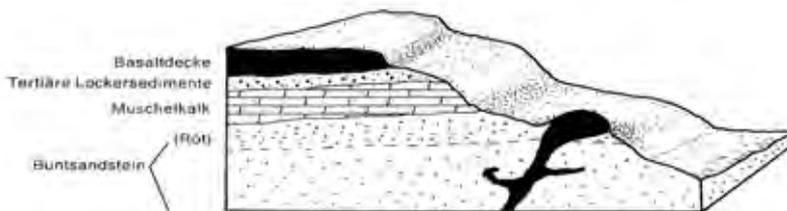
Abb. 3.4/3: Klimadiagramm der Station Wasserkuppe (Binnenlandtypus; erstellt nach MÜLLER-WESTERMEIER 1990).

Geologische Verhältnisse und Böden

Das Plateau der Hohen Rhön wird überwiegend von im Pliozän entstandenen vulkanischen Basaltdecken gebildet, die über Schichten der Trias lagern; ein Schema dazu hat SCHMITT (1990) angefertigt (Abb. 3.4/4). So bilden Basalt und die Verwitterungsprodukte aus Basalt und Lößlehm nährstoffreiche saure, carbonatfreie Bodensubstrate, die vielfach skelettreich sind. Angaben über die chemische Zusammensetzung von Basalt und Löß als wichtigste Bodenausgangssubstrate sind in Tab. 3.4/1 aus BOHN (1994) zusammengestellt. Ersichtlich ist, dass die tertiären Basalte erhebliche Mengen an Kalzium, Phosphor und Kalium enthalten. Daher sind die Böden über Basalt zwar sauer bis sehr sauer, aber nicht nährstoffarm, wie Tab. 3.4/2 (Daten aus VOLZ 2003) zeigt. Die pH-Werte (KCl) des Oberbodens (0 - 10 und 10 - 20 cm) in *Lupinus*-Fazies am Exkursionsgebiet Heidelberg (und am naheliegenden Leitgraben), liegen im stark sauren Bereich zwischen 4,1 und 4,6. Die pflanzenverfügbaren Phosphatgehalte sind für beide Gebiete im unteren Wertebereich einzustufen. Dies gilt auch für die Kaligehalte. Das C/N-Verhältnis liegt zwischen 11 und 12 und kennzeichnet optimale Voraussetzungen für die Nährstoffmobilisierung. Allerdings ist zu beachten, dass aufgrund des hohen Skelettanteils der Böden der Nährstoffvorrat/ha dennoch begrenzt ist (VOLZ 2003). Auch steigt der Kohlenstoffgehalt bei zunehmender Bodenfeuchtigkeit an und das C/N-Verhältnis wird ungünstiger, denn in gleichem Ausmaß wie die Bodennährstoffgehalte differenziert der Wasserhaushalt die Ausbildung der Vegetation (BOHN 1994).



a) Geologisches Profil (ohne Maßstab) der Kuppen- und Hohen Rhön am Beispiel von Pferdeskopf und Wasserkuppe.



b) Die Morphologie (Oberflächenform) einer Landschaft hängt entscheidend von der Härte der anstehenden Gesteine ab. Harte Gesteine führen daher zu Geländestufen, weichere Gesteine zu Geländeverflachungen.

Abb. 3.4/4: Geologischer Untergrund und Oberflächengestaltung (Morphologie) der Kuppen- und Hohen Rhön (aus SCHMITT 1990).

Tabelle 3.4/1: Chemische Zusammensetzung wichtiger Ausgangsgesteine (Blatt CC 5518 Fulda, aus BOHN 1994).

Gestein	Basalt (Tertiär)	Löß (Pleistozän)
Oxide	(Gew. %)	(Gew. %)
SiO ₂	29,6 - 46,9	63,6 - 66,2
Fe ₂ O ₃	14,1 - 28,0	4,0 - 4,2
FeO	0 - 0,7	o. A.
MnO	0,1 - 0,2	0 - 0,1
MgO	0,6 - 2,5	1,1 - 1,6
CaO	0,8 - 2,5	7,5 - 7,9
K ₂ O	0,1 - 1,7	0,8 - 1,9
P ₂ O ₅	0,4 - 1,0	0 - 0,1
CaCO ₃	-	8,3 - 11,1

Tabelle 3.4/2: Bodennährstoffgehalte in *Lupinus*-Fazies der Hohen Rhön (Blatt CC 5518 Fulda, aus VOLZ 2003).

Gebiet (Probefläche)	Heidelstein (90)	Leitgraben (100)
Nährstoffe	(mg / 100 g)	(mg / 100 g)
pH (KCl)	0 - 10 cm	4,3
	10 - 20 cm	4,1
P ₂ O ₅	0 - 10 cm	5,2
	10 - 20 cm	4,7
K ₂ O	0 - 10 cm	36
	10 - 20 cm	23
C / N	0 - 10 cm	11,5
	10 - 20 cm	10,6

Potentielle natürliche Vegetation

BOHN (1994) hat für die Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland (Kap. 2.7) die potentielle natürliche Vegetation von Blatt CC 5518 Fulda (M 1:200 000) als eines der repräsentativen Blätter für einen typischen Berglandauschnitt mit ausgesprochenen, bis 950 m Meereshöhe aufragenden Mittelgebirgen im Übergangsbereich vom ozeanischen zum subkontinental getönten Klima bearbeitet und abgegrenzt. Um die Höhengliederung und regionale Differenzierung der natürlichen Vegetation genau zu erfassen, hat er die Basaltgebirge Vogelsberg und Hohe Rhön zusätzlich im Maßstab 1:50 000 (Teile der Kartenblätter L 5524 und L 5526) kartiert. Nach BOHN (1994) steht das Blatt Fulda für ein Gebiet der gemäßigten Klimazone, in dem von Natur aus in allen Höhenlagen Buchenwälder vorherrschen (ELLENBERG 1978). An dieser Stelle sollen Einheiten der potentiellen natürlichen Vegetation der Vegetationskarte der Hohen Rhön vorgestellt werden, die für die Exkursionsgebiete von Bedeutung sind. Wo die Nomenklatur bei BOHN (1994) nicht mehr aktuell ist, wurde sie der Übersicht der Vegetationseinheiten bei OBERDORFER (2001) zugeordnet.

Insbesondere zeichnet sich die Hohe Rhön aus durch Mittelgebirgshochmoore (Schwarzes und Rotes Moor), Karpaten-Birken-Moorwald (*Betuletum carpaticae*), Moor-



Abb. 3.4/5: Auf der zentralen Hochmoorweite des Schwarzen Moores in der Hohen Rhön dominieren *Ericaceen*-reiche Bult-Schlenkenkomplexe mit niedrigen Krüppel-Kiefern (*Pinus sylvestris*) und Karpatten-Birken (*Betula pubescens* ssp. *carpatica*). (Foto: A. Otte)

Birken (*Betula pubescens*)-Nasswald, bachbegleitende Schwarz-Erlen (*Alnus glutinosa*)- und Edellaub-Feuchtwälder (*Alno-Ulmion*, *Tilio-Acerion*) sowie Hain-Simsen (*Luzulo-Fagenion*)- und Waldmeister-Buchenwälder (*Galio odorati-Fagenion*). Orchideen-Buchenwälder (*Cephalanthero-Fagenion*) und Eichen-Hainbuchenwälder (*Carpinion betuli*) kommen in den Exkursionsgebieten nicht vor.

Schwarzes und Rotes Moor (Exkursionsgebiet 3) zählen zu den Mittelgebirgshochmooren und haben höchsten Schutzstatus im Biosphärenreservat. Das Schwarze Moor (Bayern) stellt einen weitgehend intakten Hochmoorkomplex (780 m ü. NN) dar; Entwässerungsgräben aus den 1930er Jahren am nordwestlichen Rand versucht man durch Anstaumaßnahmen außer Funktion zu setzen. Eine Eigenart des Schwarzen Moores ist das Auftreten von Höhenlinien-parallelen Schlenkenzügen (Flarke), die den Kermit-Schlenkensystemen skandinavischer Moore vergleichbar sind. Ähnliche Erscheinungen findet man noch in den Kammlagen von Erz- und Riesengebirge sowie des Thüringer Waldes (SUCCOW & JOOSTEN 2001).

Im Randlagg beider Hochmoore kommen Schnabel (*Caricetum rostratae*)-, Schlankseggenried (*Caricetum gracilis*) und *Eriophorum vaginatum*-Gesellschaft vor, das Randgehänge ist vom Beerstrauch-Karpatten-Birkenwald (*Vaccinio-Betuletum carpaticae*) mit Rauschbeere (*Vaccinium uliginosum*) bestockt, und auf der Hochmoorweite dominieren auf dem Schwarzen Moor *Ericaceen*-reiche Bult-Schlenkenkomplexe (*Sphagnion magellanicum*: *Andromeda polifolia*, *Calluna vulgaris*, *Eriophorum angustifolium*, *E. vaginatum*, *Sphagnum magellanicum*, *S. rubellum*, *S. nemoreum*, *Vaccinium oxycoccus*, *V. uliginosum*; *Rhynchosporion albae*: *S. cuspidatum*, *S. plumulosum*, *E. angustifolium*, *Drosera rotundifolia* u. a.) mit einzelnen, niedrigen (bis ca. 3 m) Krüppelkiefern (*Pinus sylvestris*; Abb. 3.4/5). Demgegenüber ist der Kern des Roten Moores (Hessen) ausgetorft worden und bietet unter dem Einfluss von minerotrophem Grundwasser Standorte für den Beerstrauch-Karpatten -Birnenwald (*Vaccinio - Betuletum carpaticae*; Abb. 3.4/6).



Abb. 3.4/6: Der Kern des Roten Moores in der Hohen Rhön ist vollständig ausgetorft worden. Auf dem stehengebliebenen Rand der zentralen Hochmoorweite stockt über Resten von Hochmoortorf der Beerstrauch-Karpaten-Birken-Wald (*Vaccinio-Betuletum carpaticae*). Im Hintergrund erhebt sich der Heidelberg (923 m ü. NN) mit dem Sendemasten des BR. (Foto: A. Otte, Juni 1995)

Eingebettet wären die beiden Hochmoore relativ großflächig in den Schachtelhalm-Karpaten-Birkenwald (*Equiseto-Betuletum carpaticae*), der auf staunassen Böden (Gleye jeder Form) stocken kann.

Eine Besonderheit der Hohen Rhön sind die bereits erwähnten Wälder mit Karpaten-Birke (*Betula pubescens* ssp. *carpatica*). Sie bildet die potentielle natürliche Vegetation an Hochmoorrändern über Torf (*Vaccinio-Betuletum carpaticae*). Auf staunassen Mineralböden bildet sie Nasswälder (Moor-Birken (*Betula pubescens*)-Nasswald, und an den Rändern von Blockhalden aus Basalt oder Phonolit bildet sie die Waldgrenze als Birken-Ebereschen-Sauerhumus-Blockwald (*Betulo carpaticae-Sorbetum aucuparia*).

Innerhalb der Feuchtwälder (*Alno-Ulmion*, *Tilio-Acerion*) ist der Berg-Ahorn-Eschenwald (*Aceri-Fraxinetum*) potentiell in Talursprungs- und Hangmulden, Unterhängen und Sätteln in höheren Lagen über an Kationen reichen Gesteinen häufig vorkommend. Tatsächlich sind natürlich ausgebildete Wälder dieses Typus selten, da seine potentiellen Standorte oftmals von Grünland eingenommen sind.

Die Hain-Simsen (*Luzulo-Fagenion*)-Buchenwälder dominieren nach BOHN (1994) in der Vorder- und Kuppenrhön über Buntsandstein und zählen im Kartierungsgebiet mit 55,6 % Flächenanteil zu den potentiell häufigsten Waldtypen. Dabei wäre allerdings zu überprüfen, ob alle Einheiten mit *Milium effusum* nach den heutigen Erkenntnissen noch dem *Luzulo-Fagetum* anzugliedern sind. Über Basalt bilden artenreiche Waldmeister-Buchenwälder (*Galio odorati-Fagenion*) auf nährstoffreichen Braunerden mit den Assoziationen Waldmeister-Buchenwald (*Galio odorati-Fagetum*, incl. der von BOHN (1994) als Hainsimsen-Perlgras-Buchenwald bezeichneten Einheit) und Waldgerste-Buchenwald (*Hordelymo-Fagetum*; dazu zählen heute die von BOHN (1994) als *Lathyro-Fagetum* und *Dentario-Fagetum* ausgliederten Einheiten) die potentielle natürliche Vegetation.

3.4.3 Landnutzung früher und heute

Die Rhön wird als das „Land der offenen Fernen“ bezeichnet. Diese Benennung weist auf den für ein Mittelgebirge geringen Waldanteil vor allem in den Gipfellagen der Hohen Rhön hin, womit bei klarem Wetter eine beeindruckende Fernsicht verbunden ist (Abb. 3.4/7). Im Biosphärenreservat beträgt der Anteil von Wald 41 %, von Acker- und Mischgebieten 30 %, von Grünland 25 %, von Gewässern- und Hochmooren 0,1 % und von Siedlungen und Gewerbe 4,2 % (GREBE & BAUERNSCHMITT 1993).

Ursprünglich ein geschlossenes Laubwaldgebiet („Buchonia“), wurde die Rhön in der Zeit zwischen 1180 und 1725 n. Chr. in mehreren Rodungsperioden aufgelichtet (KINDINGER 1942, FUCHS 1973, BEYER 1996). Besonders nach dem 30jährigen Krieg herrschte großer Holzbedarf, und während dieser Zeit wurde die bis heute überwiegend waldarme Fläche der Hohen Rhön geschaffen, wo bis zum 19. Jh. Weidewirtschaft betrieben wurde. Durch zunehmende Stallhaltung im 19. Jh. erfuhr die Heuwiesenwirtschaft eine deutliche Förderung und löste vor allem in der bayerischen Rhön die Weidenutzung weitflächig ab.

Bis zum Beginn des 20. Jh. herrschten aufgrund der großen Entfernungen zwischen den Siedlungen und den Hochflächen der Rhön nur extensive Landbewirtschaftungsformen. Nach einer großflächigen einschürigen Heunutzung im Allmendebetrieb (vgl. dazu die Schilderung der Heuernte im Rhönspiegel von HÖHL 1892), die nicht vor dem 8. Juli („Kiliani“) begonnen werden durfte - die Zufahrten waren nach BARTH (1995) mit Schranken gesperrt - trieben Gemeindegirten bzw. Wanderschäfer Schaf- und Ziegenherden auf. Diejenigen Flächen, die wegen zahlreicher oberflächennaher Basaltsteine und -blöcke oder hängiger Lage nicht gemäht werden konnten, wurden als Gemeindegewiesen bewirtschaftet (z. B. Ginolfser Jungviehweide am Maihügel, Gemeindegewiesen von Wüstensachsen; weitere Details bei KASCHKA 1989).

Da eine Rückführung von Nährstoffen in Form von Düngung ausblieb, hagerten die auf diese Weise bewirtschafteten Flächen aus, so dass auf trockenen bis mäßig feuchten, sauren Standorten Borstgrasrasen mit sehr geringen Wuchsleistungen (ca. 10 - 15 dt Heu pro ha und Jahr) und dementsprechend schlechter Futterqualität entstanden. Sehr feuchte und nasse Bereiche wurden zur Streugewinnung genutzt, blieben aber in sehr niederschlagsreichen Jahren ungenutzt, während in trockenen Jahren das gesamte Grünland genutzt werden konnte. So wechselte der Nutzungsumfang von Jahr zu Jahr je nach Witterung. Durch die frühere witterungs- und bodenangepasste rein manuelle Bewirtschaftung entwickelten sich standortangepasste Nutzungsmuster mit dem dafür typischen Mosaik aus Borstgrasrasen, Goldhaferwiesen und Feuchtwiesen, Gräben und vereinzelt Weiden-Gebüsch.

Im 20. Jh. wurden zahlreiche Planungen zur Verbesserung der Lebensbedingungen und Wirtschaftsstruktur der kargen Rhön entwickelt - wie die Schaffung sog. „Erbhöfe“ für den zukünftigen Rhönbauern (Rhönhof bei Hausen, 790 m ü. NN). Parallel zu diesen Maßnahmen wurde eine Intensivierung der Grünlandnutzung insbesondere durch Entwässerungen und umfangreiche Entsteinungen der von Basaltblöcken bedeckten Hochflächen gefördert. Mit einem intensiven Wegebau wurde begonnen (Bau der Hochrhönstrasse ab 1930), und Windschutzstreifen wurden angepflanzt. 1933 wurden umfangreiche staatliche Aufforstungen (überwiegend Fichte) getätigt. Nach VOLZ (2003) sind die Flurstücke am Leitgraben und an der Schornhecke 1942 durch den Reichsarbeitsdienst mit Fichten aufgeforstet und zur Standortverbesserung mit *Lupinus polyphyllus* eingesät worden. Die Vorhaben der Siedlungsentwicklung und ackerbaulichen Nutzung wurden nach 1945 nicht fortgeführt; allerdings wurden zwischen 1950 und 1960 Flurbereinigungen zur effizienteren Nutzung des Grünlandes durchgeführt. In den nicht flurbereinigten Gebieten der Hohen Rhön um den Heidelberg, den Querberg und die Ursprungsmulde von Leitgraben und Elsgellen ist die traditionelle Magerwiesen-Landschaft mit frischen bis nassen, häufig quelligen Standorten erhalten geblieben, wo je nach Wasserhaushalt und Nutzung verschiedene Gesellschaften des Feucht- und Nassgrünlandes mit eingestreuten Solitäräbäumen, -sträuchern und Gehölz



Abb. 3.4/7: Die Rhön gilt als das „Land der offenen Fernen“. Von der Abtsroder Kuppe (905 m ü. NN) öffnet sich bei klarem Wetter ein weiter Blick über die Kuppenrhön („Hessisches Kegelspiel“) nach Westen gegen den Vogelsberg. (Foto: A. Otte)

gruppen vorkommen (SCHENK 1993, GREBE & BAUERNSCHMITT 1995, BOHN 1994).

3.4.4 Biosphärenreservat Rhön

Seit März 1991 gehört die Rhön (185.000 ha) zu den durch die UNESCO ausgewiesenen Biosphärenreservaten in Deutschland. Daran haben die Länder Bayern 73.000 ha, Hessen 64.000 ha und Thüringen 48.000 ha Anteil; die drei Länder arbeiten gemeinsam an der Umsetzung der Ziele. Dazu schreiben 1995 die STÄNDIGE ARBEITSGRUPPE DER BIOSPHÄRENRESERVATE IN DEUTSCHLAND & BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ: „Leitbild für Schutz, Pflege und Entwicklung des Biosphärenreservates Rhön ist es, die Kulturlandschaft Rhön als Lebens-, Wirtschafts- und Erholungsraum des Menschen zu entwickeln und zugleich einen leistungsfähigen Naturhaushalt, die naturraumtypische Vielfalt an Ökosystemen und Arten sowie eine wirtschaftlich tragfähige und besonders umweltschonende Landnutzung zu gewährleisten“.

Nationale Leitlinien bilden die Grundlage für die Zonierung in drei Gebietskategorien: In der Zone I („Kernzone“ 2,3 %) hat der Schutz natürlicher bzw. naturnaher Ökosysteme höchste Priorität. Die Kernzone umfasst repräsentative Bereiche der Waldökosysteme der Rhön, insbesondere montane Buchenwälder (Exkursionsgebiet 1), darin eingeschlossene Moore, Fließgewässer und Blockhalden mit dem Schutzziel der ungestörten, natürlichen Entwicklung dieser Ökosysteme. In einigen Bereichen sind lenkende Maßnahmen wie Renaturierung des Wasserhaushaltes (Exkursionsgebiet 3: Rotes Moor) oder die Entfernung von Nadelwald erforderlich, um die natürliche Entwicklung zu beschleunigen. Die Zone II („Pflegezone“ 36,5 %) dient der Erhaltung und Pflege von Ökosystemen, die durch Nutzung entstanden oder beeinflusst sind (PLANUNGSBÜRO GREBE 1995). Dazu gehören Grünland- und Mischgebiete mit meist hoher Heckendichte sowie größere, zusammenhängende Waldgebiete, die die Kernzone vor Beeinträchtigungen abschirmen sollen (Exkursionsgebiet

2). Die Pflegezone ist differenziert in A (7,8 %) und B (28,7 %), wobei Gebiete der Pflegezone A als Naturschutzgebiete gesichert sind und die der Pflegezone B als Landschaftsschutzgebiete ausgewiesen sind bzw. werden sollen. Die Zone III („Entwicklungszone“) ist Lebens-, Wirtschafts- und Erholungsraum der Bevölkerung. Ziel ist die Entwicklung von Nutzungen und Wirtschaftsweisen, die sowohl wirtschaftlich tragfähig als auch umweltverträglich sind, und deren Umsetzung durch die einheimische Bevölkerung. Das regionaltypische Handwerk und Gewerbe ist in diesem Sinne zu fördern und zu entwickeln. Die Erzeugung hochwertiger Nahrungsmittel kann über regionale Vermarktungsstrategien die regionale Wirtschaft stärken und zur Erhaltung der Ökosysteme beitragen (weitere Ausführungen siehe STÄNDIGE ARBEITSGRUPPE DER BIOSPHÄRENRESERVATE IN DEUTSCHLAND & BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.) 1995).

3.4.5 Rahmenbedingungen für den Schutz des Birkhuhns

Für die offene, aber störungsfreie Landschaft mit Hochmooren, Borstgrasrasen, Feucht- und Nasswiesen gilt das Birkhuhn als eine Leitart des Naturschutzes (Abb. 3.4/8). Nach GEIER & GREBE (1987) und KOLB (1996) beherbergte die Rhön den größten außeralpinen Birkhuhnbestand in Mitteleuropa. Das Birkhuhn (*Lyrurus tetrix* L.) gilt als Leitart offener Wiesenlandschaften, für die noch weitere Bodenbrüter wie Wachtelkönig (*Crex crex* L.) und Bekassine (*Gallinago gallinago* L.) sowie (Halb-)Offenlandarten wie Braunkehlchen (*Saxicola rubetra* L.), Neuntöter (*Lanius collurio* L.) und Raubwürger (*Lanius excubitor* L.) charakteristisch sind. 1996 wurde deshalb das NSG „Lange Rhön“ als europaweit bedeutendes Schutzgebiet (FFH-Gebiet, Natura 2000) anerkannt (GEIER et al. 1998). Das Gebiet Leitgraben/Elszellen gehört zu den Birkhuhn-Kernhabitaten (Schutzzone A), denn die Elszellen gelten als Zentrum der Überwinterungs-Habitate.

Die Populationsgröße des Birkhuhns hat nach Angaben von KOLB (1996) von 256 (1972) über 51 (1978) auf 12 (1996) balzende Männchen drastisch abgenommen. Deshalb wurden ab 1980 Biotop-verbessernde Maßnahmen zur Lebensraumsicherung des Birkhuhns ergriffen (KOLB 1996, 2001), z. B. die Anlage kleinerer Gehölzgruppen, das Aufsetzen von Steinhäufen und -riegeln, die Zusammenfügung zerschnittener Grünlandbereiche durch die Fällung von Fichtenforsten sowie die Umwandlung von Nadelforsten in Laubmischwald. Ergänzend dazu wurden folgende Pflegemaßnahmen eingesetzt, die allgemein zur Habitatverbesserung der o. g. Vogelarten des Gebietes dienen sollen:

- a) Regulierung der Gehölzdichte: großflächige Maßnahmen zur Entbuschung alle 20 Jahre, Einzelentnahmen auf jährlich 10 % der betroffenen Fläche im Naturschutzgebiet
- b) Brachestreifenkonzept: Erhaltung eines Mosaiks aus gemähten Flächen und Brachestadien unterschiedlichen Alters entlang der Flurstücksgrenzen, flächige Brachen um Lesesteinhaufen und -riegel, um Nassstellen, um Einzelgehölze und um Gehölzgruppen, Mahd im zweijährigen Rhythmus
- c) Erstpflege größerer brach gefallener Flächen, um die jährliche Mahd wieder zu ermöglichen
- d) Staffelung der Mahdzeitpunkte (10. Juli: 50 % der Fläche, 01. August: 25 % der Fläche, 01. September: 25 % der Fläche) und Abtransport der Mahdgutes bis zum 31. Oktober. Im Anschluss an die Mahd werden die Flächen mit Schafen (Wanderschäferi) flächig nachbeweidet.

Allgemein findet die Bewirtschaftung mit kleinen bis mittleren Maschinen statt. Die Menge der Flächen, die von einem Landwirt an einem Tag bewirtschaftet bzw. gemäht wird, ist unterschiedlich und wetterabhängig. Gräben und Steinriegel geben die Mahdrichtung eines Flurstückes vor. Die Flächen werden i. d. R. längs der Hangrichtung von oben nach unten und von außen nach innen gemäht. Das Ausmähen der Ränder der Flurstücke, die oft von Steinriegeln umgrenzt sind, unterbleibt in den meisten Fällen, da die Gefahr einer



Abb. 3.4/8: In einer offenen, störungsfreien Landschaft mit Hochmooren, Borstgrasrasen, Feucht- und Nasswiesen findet das Birkhuhn (*Lyrurus tetrix* L.) die für seine Existenz notwendige Habitatstruktur. Der Blick vom Schwarzen Moor nach Süden zum Heidelstein zeigt das durch Pflegemaßnahmen des Naturschutzes entstandene Biotop-Mosaik zur Stabilisierung und Förderung der rückläufigen Birkhuhnpopulation der Hohen Rhön. Dieses Mosaik umfasst zu unterschiedlichen Zeiten gemähte Wiesen, Brachen, Gebüsche, Galeriewälder, einzelne Fichten u.a.. (Foto: C. Otte)

Beschädigung des Mähwerks besteht. Nach der Schutzgebietsverordnung ist das „Entsteinen“ der Flächen verboten, und Steinriegel und Gehölze sollen weit ummäht werden. Kleine Flächen zwischen Grenzen der Flurstücke und Teile großer Flurstücke sollen ungemäht bleiben, um der Strukturverarmung des Birkhuhn-Lebensraums durch großflächige jährliche Mahd entgegenzuwirken. Zur Erleichterung der Bewirtschaftung ist das Absammeln von Lesesteinen von Hand aus dem Grünland mit Genehmigung grundsätzlich gestattet, da nicht entsteinte Flächen ungemäht bleiben.

3.4.6 Die Exkursionsgebiete im Einzelnen

1. NSG Schafstein

Der Zugang zum Naturschutzgebiet Schafstein (Gemeinde Ehrenberg) wird erreicht von Gersfeld (B 279) her in Richtung Wasserkuppe (B 284) und weiter nach Reulbach fahrend. Etwa einen Kilometer nach dem Abbiegen von der B 284 wird im Wald ein kleiner Parkplatz auf der rechten Straßenseite erreicht, von dem aus die Exkursion startet. Das NSG ist 127 ha groß; die erste Schutzgebietsverordnung datiert vom 27. 07. 1966. Das Gebiet über 700 m ü. NN mit dem Schafstein (832 m ü. NN) gehört zur Kernzone (Zone I) des Biosphärenreservates und ist auf der Karte der Potentiellen natürlichen Vegetation (BOHN 1994) als „botanisch besonders wertvolles Gebiet“ mit naturnahen Wäldern ausgewiesen. Das Kennenlernen dieser Laubwälder über Blockschutt und die Vegetation der offenen Blockhalde sind die Ziele der fünf Exkursionspunkte.

Genese des Schafsteins

Der Schafstein bildet den östlichen Abschluss des Massivs der Wasserkuppe (950 m ü. NN). Er besteht überwiegend aus Alkali-Olivinbasalt (EHRENBERG et al. 1994) des Tertiärs (Miozän). Durch tropische (= chemische) Verwitterung wurde die Säulenstruktur der Basalte bereits im Tertiär freigelegt, ausgelaugt und der Erosion ausgesetzt. Während des Pleistozäns war die Rhön eisfrei und damit verstärkt periglazialen Verwitterungsprozessen ausgesetzt. Dort, wo Wasser in die ausgelagte, oberflächennahe Gesteinsstruktur eindringen konnte, erfolgte Frostsprengung (= physikalische Verwitterung), was die freigelegten Basaltsäulen auseinander trieb und sie zu steilen Blockhalden zerfallen ließ. An steileren Hängen liegt das Blockmaterial mit Durchmessern bis über einem Meter noch weitgehend am ursprünglichen Entstehungsort, war also kaum einer Bewegung unterworfen („Blockmeer“). In flacheren Hangpartien hat dagegen bei günstigen Untergrundverhältnissen (gleitfähige Pyroklastite oder Rötgesteine) durch periglazial-solifluidalen Transport oft eine beträchtliche Verlagerung stattgefunden. Nach MENSCHING (1960) gibt es „offene Blockmeere“, die weitgehend frei von Bewuchs sind und oft großflächig ausgedehnt sind und aus Phonolitgesteinen (Milseburg, Stellberg, Oberer Lichteberg, Steinwand, Hohlstein) sowie Basalt (Schafstein, Wasserkuppe, Ehrenberg) bestehen, sowie „verdeckte Blockmeere“, die nur an oberflächlich freigelegten Blöcken erkennbar sind (Abb. 3.4/9). Hier umgibt die Blöcke feinstückiges Verwitterungsmaterial und Verwitterungslehm; daher sind die „verdeckten Blockmeere“ i. d. R. bewaldet (Schafstein, Wasserkuppe, Kohlberg, Oberer Lichteberg u. a.; weitere Informationen zur Geologie geben EHRENBERG et al. 1994). Offene Blockhalden weisen in Mitteleuropa oft ein Mikroklima mit gedämpften Temperaturamplituden in der bodennahen Atmosphäre auf. Dieses Mikroklima ist durch winterliche Warmluftaustritte am Gipfel und sommerliche Kaltluftaustritte an der Basis der Halden gekennzeichnet. Am Schafstein kommen eiszeitliche Reliktarten mit arktisch-alpiner Verbreitung vor wie u. a. *Betula pubescens* ssp. *carpatica*, *Ribes alpinum* und *Empetrum nigrum*. Sie belegen, dass es sich bei Blockschutthalden aus geomorphodynamischer Sicht um sehr stabile Systeme handelt (GUDE & MOLENDEN 2003).

Der Schafstein ist nach MENSCHING (1960) das größte und schönste Blockmeer der Rhön (Abb. 3.4/10). Die Beschreibung dazu liefern EHRENBERG et al. (1994): „Es umschließt dort, teils in offener, teils in verdeckter Ausbildung, ringförmig den steilen Hang der Basaltkuppe. Am NW-Hang ist es als offenes Blockmeer entwickelt, das sich auf eine Distanz von ca. 260 m bei einer durchschnittlichen Breite von 75 m über einen Höhenunterschied von 55 m erstreckt. Im unteren flacheren Teil geht es in ein „verdecktes Blockmeer“ über, das randlich in wechselndem Anteil auch Rutschmassen aus basaltischen Gesteinen einschließt. Im

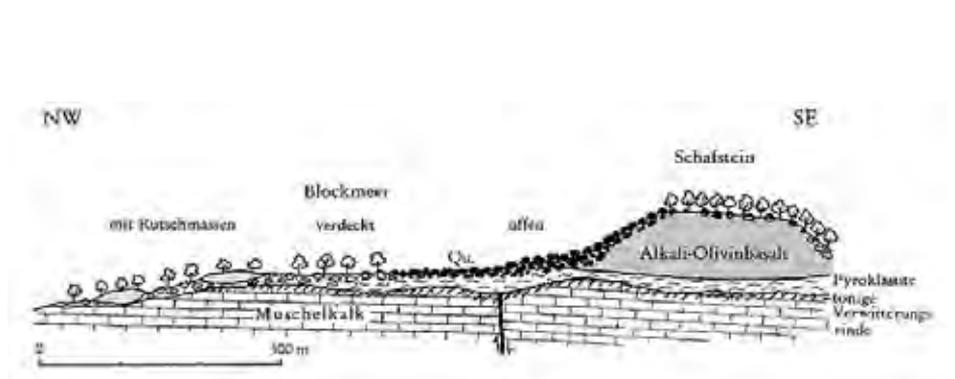


Abb. 3.4/9: Geologischer Längsschnitt durch das Basaltblockmeer am Schafstein (EHRENBERG et al. (1994) nach MENSCHING (1960), umgezeichnet und ergänzt von LAEMMLEN.



Abb. 3.4/10: Der Schafstein gilt das größte und schönste Basalt-Blockmeer der Rhön (MENSCHING 1960). An seinem Rand und kleinflächig auf humusreichen Moosinseln auf der Halde wächst der Karpaten-Birken-Ebereschen-Blockwald (*Betulo carpaticae-Sorbetum aucuparia*; BOHN 1994). (Foto: C. Otte)

Übergangsbereich zwischen beiden Ausbildungsformen treten einige Quellen auf, von denen der Schafsteiner Brunnen besonders zu nennen ist. Von diesen Quellen gehen Abführinnen aus, in deren Bereich das Feinmaterial zwischen den Blöcken ebenfalls ausgeschwemmt ist [...].“

1.1 Frauenfarn-Waldgerste-Berg-Buchenwald (*Hordelymo-Fagetum athyrietosum*) auf Mull-Braunerde über Basalt

Die Exkursion begeht das Naturschutzgebiet von der Nordseite her auf einem Waldweg, der gegen die Landstraße mit einem Schlagbaum versperrt ist und vom mit Buchenwald bestockten, verdeckten Blockmeer bis hinauf zum waldfreien, offenen Blockmeer am Nordwesthang führt.

Über dem verdeckten Blockmeer, auf Braunerden mit einer organischen Auflage aus mullartigem Moder (Abb. 3.4/11) stockt ein mäßig hoher Berg-Buchenwald (bis 25 m hoch), der strukturell durch eine lückige Strauchschicht und eine hohe Artenvielfalt in der Krautschicht gekennzeichnet ist (Abb. 3.4/12). Auffällig an *Fagus sylvatica* ist, dass viele Bäume kronenkorkenförmige Stammfußabschnitte ausgebildet haben, um die Standfläche zwischen den schwierig umwurzelnaren Basaltblöcken zu vergrößern. Nur selten ist ein Buchenstamm gerade gewachsen. Das gibt Kronenraum für *Fraxinus excelsior* und *Acer pseudoplatanus*, die neben *Sambucus racemosa* auch in der Strauchschicht dominieren. Im Unterwuchs ist eine artenreiche Krautschicht entwickelt, die die kleinflächig wechselnden Standortunterschiede in der Nährstoff- und Wasserversorgung innerhalb des Blockmeeres nachzeichnet. Festzustellen ist, dass das Ausgangsmaterial der Braunerden – Basalt und seine Verwitterungsprodukte - zwar sauer (pH-Werte_{KCl} < 5), aber reich an Kationen- (Ca, Mg) und Phosphat ist, wie den bei BOHN (1994) veröffentlichten Analysendaten zu entnehmen ist. Zum Pflanzenartenspektrum der Krautschicht (K) gehören (Hoch-)Stauden



Abb. 3.4/11: Der Spateneinstich zeigt die mullartige Moder-Auflage, den Ah- und den Bv-Horizont der sauren, reichen Braunerde unter dem Frauenfarn-Waldgerste-Berg-Buchenwald (*Hordelymo-Fagetum athyrietosum*). (Foto: A. Otte)



Abb. 3.4/12: Der artenreiche Frauenfarn-Waldgerste-Berg-Buchenwald (*Hordelymo-Fagetum athyrietosum*) stockt auf einer reichen Braunerde über dem „verdeckten Blockmeer“ (MENSCHING 1960). (Foto: A. Otte)



Abb. 3.4/13: Hohe Luftfeuchte auf der Nordseite des Schafsteins wird durch Farne angezeigt (von oben nach unten): *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris dilata*, *D. filix-mas*, *Gymnocarpium dryopteris*. (Fotos: A. Otte)

der montanen Buchenwälder (*Actaea spicata*, *Polygonatum verticillatum*, *Senecio fuchsii*, *Solidago virgaurea*, *Mycelis muralis*, *Epilobium montanum*, *Circaea alpina*), hohe Luftfeuchte anzeigende Farne (*Dryopteris dilatata*, *D. filix-mas*, *Athyrium filix-femina*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Thelypteris phegopteris* (Abb. 3.4/13)). Arten feuchter Standorte (*Impatiens noli-tangere*, *I. parviflora*, *Scrophularia nodosa*, *Stellaria nemorum*, *Lysimachia nemorum*, *Veronica montana*, *Carex sylvatica*), Arten nährstoffreicher Standorte (*Paris quadrifolia*, *Arum maculatum*, *Stachys sylvatica*, *Urtica dioica*), flacher in der organischen Auflage und im Ah-Horizont wurzelnde Arten (*Galium odoratum*, *Lamiastrum galeobdolon*, *Anemone nemorosa*, *A. ranunculoides*, *Dentaria bulbifera*, *Viola reichenbachiana*, *Hordelymus europaeus*, *Melica uniflora*), Arten ausgehagerter Standorte (*Maianthemum bifolium*, *Poa nemoralis*), Säurezeiger (*Luzula luzuloides*, *Hieracium sylvaticum*, *Oxalis acetosella*) u. a. Dieses Artenspektrum ist kennzeichnend für einen artenreichen Waldgerste-Berg-Buchenwald (*Hordelymo-Fagetum*), der auf Basaltstandorten (auch in submontanen Höhenlagen) weit verbreitet ist und der auf dem verdeckten Blockmeer an der luftfeuchten Nordseite des Schafsteins in der Subassoziation von *Athyrium filix-femina* vorkommt. BOHN (1994) hat diesen Waldtyp - Vorschlägen von LOHMEYER (1962) folgend - als *Dentario-Fagetum* ausgewiesen; heute werden solche Bestände als Höhenausbildungen des *Hordelymo-Fagetum* angesehen (DIERSCHKE 1989, POTT 1995).

1.2 Sommer-Linden-Berg-Ulmen-Wald (*Tilio-Ulmetum*) auf klüftigem Basalt-Blockschutt

Nur 200 m entfernt vom ersten Exkursionspunkt geht die Buche in einer tiefer gelegenen Verebnung auf feinerdearmen, von zahlreichen Hohlräumen durchsetzten Blockschutt stark zurück, und Edellaubholz-Arten wie Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), Berg-Ulme (*Ulmus*



Abb. 3.4/14: Auf klüftigem Basalt-Blockschutt kommt am Nordhang des Schafsteins die Hochlagenform des Sommer-Linden-Berg-Ulmenwalds (*Tilio-Ulmetum*) vor. Edellaubholz-Arten wie *Ulmus glabra*, *Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides* und *Fraxinus excelsior* bestimmen das Waldbild. Allerdings kommt *Tilia platyphyllus* in Höhenlagen über 700 m ü. NN auf Nordhängen nicht mehr vor. (Foto: A. Otte)

glabra), Esche (*Fraxinus excelsior*) und Spitz-Ahorn (*A. platanooides*) bestimmen das Waldbild. BOHN (1994) hat die Edellaubholz-Blockschuttwälder differenziert beschrieben und für den Schafstein den Sommer-Linden-Berg-Ulmen-Blockschuttwald (*Tilio-Ulmetum*) bestimmt, dessen Hochlagenform am Nordhang des Schafsteins allerdings die wärmebedürftige Sommer-Linde (*Tilia platyphyllus*) fehlt (Abb. 3.4/14).

Die Nährstoffansprüche dieses Waldtypus sind relativ hoch und können am Standort aus der humosen Feinerde der gut mit Wasser versorgten Klüfte bereit gestellt werden. Bemerkenswert ist die Ulmen-Population, die - wie andere in der Hohen Rhön - auf isolierten, hochgelegenen Standorten dem Ulmensterben bislang entgangen ist. In der lückigen Krautschicht herrschen nährstoff- und feuchtigkeitsbedürftige Grasartige und Stauden wie *Carex sylvatica*, *Festuca gigantea*, *Deschampsia cespitosa*, *Urtica dioica*, *Geranium robertianum*, *Epilobium montanum* und *Galium aparine* vor. Bemerkenswert sind am Rande des Bestandes Vorkommen von *Dactylorhiza maculata* ssp. *Fuchsii* in der Übergangszone zu einem mit dem *Tilio-Ulmetum* in räumlichem Kontakt stehenden krautreichen Hochlagen-Erlen-Sumpfwald (*Crepis paludosa*-*Alnus glutinosa*-Gesellschaft: In der Baumschicht *Alnus glutinosa*; in der Krautschicht *Crepis paludosa*, *Filipendula ulmaria*, *Cirsium olearceum*, *Equisetum sylvaticum*, *Polygonum bistorta*, *Poa trivialis*, *Deschampsia cespitosa* u. v. a.) der über einem quelligen Horizont am Fuß des Steilhanges der offenen Blockschutthalde stockt (Abb. 3.4/9).

1.3 Typischer Hainsimsen-Buchenwald (*Luzulo-Fagetum typicum*) auf Moder über Basalt

Zurück auf dem Waldweg geht es durch den Buchenwald bergauf. Es wird steiler, aber das Relief der Basaltblöcke wird gleichmäßiger und ist deutlich mehr mit Feinboden überdeckt. Ausgangssubstrat der Bodenbildung ist an diesem Standort eine Solifluktsdecke mit entkalktem Löß, dem Tephra (Bims) beigemischt ist; daraus ist unter *Fagus sylvatica* eine Braunerde mit Moderauflage entstanden. *Fagus sylvatica* herrscht vor, und der Wald ist dunkler und weist einen höheren Totholzanteil auf was auf eine aufgegebene Waldbewirtschaftung hinweist. Am Waldrand kommen in der Baumschicht *Sorbus aucuparia* und *Populus tremula* dazu. Auch die Krautschicht ist jetzt deutlich anders: Sie ist reicher an Grasartigen und weniger artenreich (Abb. 3.4/15). Die sauren Böden bevorzugenden Arten *Avenella flexuosa*, *Luzula luzuloides* und *Hieracium sylvaticum* kennzeichnen den Wald als *Luzulo-Fagetum typicum* und *L. sylvatica*, *Festuca altissima*, *Polygonatum verticillatum*, und *Maianthemum bifolium*, die höhere Ansprüche an die Luftfeuchtigkeit haben, kennzeichnen die hochmontane Lage. Weitere Säurezeiger, die vereinzelt vorkommen, sind *Veronica officinalis*, *Galium saxatile* und *Vaccinium myrtillus*.

Mit ansteigender Höhenlage ändert sich die Struktur des Waldes wieder. Der Bestand wird lichter, und der Unterwuchs erlangt deutlich höhere Deckungsgrade zuerst durch erhöhten Gräseranteil (*Avenella flexuosa*, *Festuca altissima*), dann durch eine Zwergstrauchschicht mit *Vaccinium myrtillus*, in der auch *Lycopodium annotinum* vorkommt. Beide gelten als Arten borealer Fichtenwälder (*Vaccinio-Piceetea*). Obwohl die Fichte (*Picea abies*) in der Rhön natürlicherweise nicht nachgewiesen ist (an eingebrachten Fichten in der hochmontan-montanen Höhenstufe sind oft zweigipflige, leierförmige Spitzen zu beobachten, die von Schneebruch verursacht werden und mangelnde Vitalität zur Folge haben), kommen Arten des natürlichen Unterwuchses borealer Fichtenwälder in der Hohen Rhön vor (u. a. auch *Trientalis europaea* und *Empetrum nigrum*).



Abb. 3.4/15: Der Typische Hainsimsen-Buchenwald (*Luzulo-Fagetum typicum*) in den höheren Lagen des Schafsteins wird forstlich nicht mehr genutzt, da er in der Kernzone I des Biosphärenreservates liegt. Deshalb ist der Totholzanteil hoch. In der lückigen Krautschicht herrschen saure Böden bevorzugende Grasartige wie *Avenella flexuosa*, *Luzula luzuloides*, und *L. sylvatica* vor. Zu den wenigen Krautigen, die vorkommen, gehören *Hieracium sylvaticum* und *Maianthemum bifolium*. (Foto: A. Otte)

1.4 Karpaten-Birken-Ebereschen-Blockwald (*Betulo carpaticae-Sorbetum aucuparia*) auf Basalt-Blockschutt

Der Karpaten-Birken-Ebereschen-Blockwald wird zu den nordisch kontinental verbreiteten Bodensauren Kiefern- und Birkenwäldern (*Dicrano-Pinenion*) der Klasse der Borealen Nadelwälder und Zwergstrauch-Gebüsche (*Vaccinio-Piceetea*) gestellt (OBERDORFER 2001). BOHN (1994) beschreibt diese Waldgesellschaft wie folgt: „Er tritt inselartig oder in Form eines natürlichen Waldmantels am Rande der Blockhalden auf, meist im Kontakt zu Edellaubholz-Blockschutt-Wäldern [...]. Bäume, Sträucher, Gräser und Kräuter wurzeln in moderartigem Sauerhumus, der die Gesteinstrümmer überzieht oder die Taschen zwischen ihnen ausfüllt. Der Untergrund ist reich mit feinerdefreien Hohlräumen durchsetzt.“ Der Wald am Schafstein hat eine niedrige Baumschicht (< 10 m), in der *Betula pubescens* ssp. *carpatica*, *Sorbus aucuparia* und Krüppelformen von *Fagus sylvatica* vorkommen, nur eine niedrige, lückige Strauchschicht mit *Sambucus racemosa* und *Rubus idaeus*, eine Zwergstrauch reiche Krautschicht mit Säurezeigern wie *Vaccinium myrtillus*, *Empetrum nigrum*, *Dryopteris filix-mas*, *Luzula luzuloides*, *Avenella flexuosa* und eine dichte Moos- (*Dicranum scoparium*, *Hylocomium splendens*, *Polytrichum formosum*, *Barbilophozia barbata*, *Rhacomitrium lanuginosum* u. v. a.) und auf Steinen eine Flechtenschicht (*Cladonia squamosa*, *C. arbuscula*, *C. furcata*, *C. rangiferina* u. a.). In der Blockhalde des Schafsteins wächst der Wald auch kleinflächig auf humusreichen Moosinseln mit *Sphagnum*-Arten (*Sphagnum nemoreum*, *S. robustum*, *S. girgensohnii*), dazwischen und darüber wachsen *Empetrum nigrum*-Herden (Abb. 3.4/10, 3.4/16, 3.4/17).

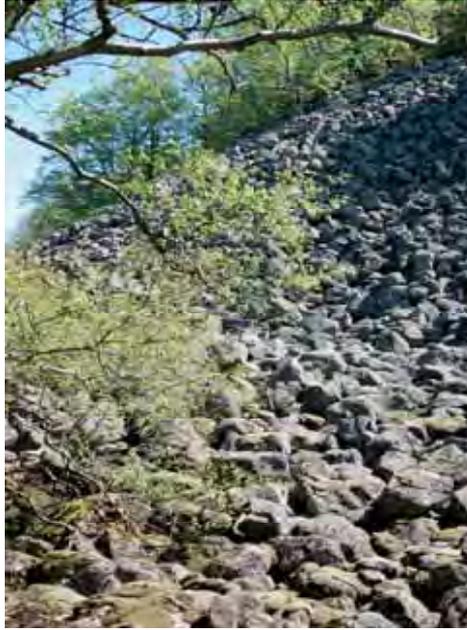


Abb. 3.4/16: Auf Basalt-Blockschutt am Rande der offenen Blockhalde wächst der Karpaten-Birken-Ebereschen-Blockwald (*Betula carpaticae*-*Sorbetum aucuparia*). Die Baumschicht bilden *Betula pubescens* ssp. *carpatica*, *Sorbus aucuparia* und Krüppelformen von *Fagus sylvatica*. (Foto: C. Otte)



Abb. 3.4/17: In der Krautschicht kommen *Luzula luzuloides*, *Avenella flexuosa*, *Vaccinium myrtillus*, *Empetrum nigrum* (in den kleinflächigen Beständen auf der Halde), *Lycopodium annotinum* und in der Moosschicht auf den Steinen *Dicranum scoparium*, *Polytrichum formosum*, *Rhacomitrium lanuginosum* u. a.. (Foto: C. Otte)

1.5 Kleinfarn-Gesellschaften im Blockschutt (*Asplenietea*)

Beim Heraustreten aus dem Karpaten-Birken-Ebereschen-Blockwald auf die offene, steile Blockhalde fällt zu allererst die graue, weiß und gelb von Moosen und epilithischen Flechten gesprenkelte Farbe der Basaltblöcke auf, die sehr unwirtlich und fremd wirken. Dieser Standort ist, seit der letzten Eiszeit natürlich waldfrei. Die Steine sind dick beschichtet mit Moosen (*Andreaea rupestris* var. *papillosa*, *Grimmia longirostris*, *G. incurva*, *Polytrichum alpinum*, *Racomitrium lanuginosum*, *R. microcarpum*; *Ananostrophyllum minutum*, *Lophozia obtuse* u. v. a.) und Flechten (*Alectoria ochroleuca*, *Cladonia bellidiflora*, *Lecanora intricata*, *Lithographa tesserata*, *Sphaerophorus fragilis*, *Stereocaulon saxatile*, *Stereocaulon vesuvianum*, *Umbilicaria polyphylla* u. v. a.; vgl. Tab. 3.4/3. In den Hohlräumen zwischen den Steinen wachsen in der Moos- und Flechtenschicht und in Gesteinsklüften vereinzelt Farnpflanzen wie *Asplenium septentrionale* und *Huperzia selago*, die in feuchten Jahren gut entwickelt sind und aus dem Schatten hervor wachsen und die in trockenen Jahren nur nach intensivem Suchen zu finden sind (Abb. 3.4/18, 3.4/19).

Tab. 3.4/3: Eine Auswahl überwiegend arktisch-alpin verbreiteter Flechten und Moose von der Basalt-Blockhalde am Schafstein (zusammengestellt von TEUBER (Gießen) nach DREHWALD 1997, FOLLMANN 1975, FOLLMANN 1979, LANGE 1948, WIRTH 1969, WIRTH 1972, WIRTH 1975, WIRTH 1990).

Flechten	Moose
<i>Alectoria ochroleuca</i> (Hoffm.) A.Massal.	Laubmoose
<i>Amygdalaria pelobotryon</i> (Wahlenb.) Norman	<i>Andreaea rupestris</i> var. <i>papillosa</i> (Lindb.) Podp.
<i>Arthrorhaphis citrinella</i> (Ach.) Poelt	<i>Bartramia halleriana</i> Hedw.
<i>Cetraria muricata</i> (Ach.) Eckfeldt	<i>Cynodontium polycarpon</i> var. <i>strumiferum</i> (Hedw.) Schimp.
<i>Cladonia bellidiflora</i> (Ach.) Schaerer	<i>Grimmia longirostris</i> Hook.
<i>Cladonia crispata</i> (Ach.) Flotow	<i>Grimmia incurva</i> Schwägr.
<i>Cladonia rangiferina</i> (L.) Weber ex F.H.Wigg.	<i>Grimmia montana</i> Bruch & Schimp.
<i>Lecanora intricata</i> (Ach.) Ach.	<i>Kiaeria blytii</i> (Bruch & Schimp.) Broth.
<i>Lecanora soralifera</i> (Suza) Räsänen	<i>Polytrichum alpinum</i> Hedw.
<i>Lecidea confluens</i> (Weber) Ach.	<i>Racomitrium fasciculare</i> (Hedw.) Brid.
<i>Lecidea lithophila</i> (Ach.) Ach.	<i>Racomitrium lanuginosum</i> (Hedw.) Brid.
<i>Lithographa tesserata</i> (DC.) Nyl.	<i>Racomitrium microcarpum</i> (Hedw.) Brid.
<i>Melanelia panniformis</i> (Nyl.) Essl.	<i>Tetraplodon angustatus</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.
<i>Mycoblastus sanguinarius</i> (L.) Norman	
<i>Placopsis gelida</i> (L.) Lindsay	Lebermoose
<i>Protoparmelia badia</i> (Hoffm.) Hafellner	<i>Anastrophyllum minutum</i> (Schreb.) R.M.Schust.
<i>Sphaerophorus fragilis</i> (L.) Pers.	<i>Anastrophyllum saxicola</i> (Schrad.) R.M.Schust.
<i>Sphaerophorus globosus</i> (Hudson) Vainio	<i>Gymnomitrium concinatum</i> (Lightf.) Corda
<i>Stereocaulon dactylophyllum</i> Flörke	<i>Gymnomitrium obtusum</i> Lindb.
<i>Stereocaulon saxatile</i> H.Magn.	<i>Lophozia obtuse</i> (Lindb.) A. Evans
<i>Stereocaulon vesuvianum</i> Pers.	
<i>Umbilicaria polyphylla</i> (L.) Baumg.	
<i>Umbilicaria torrefacta</i> (Lightf.) Schrader	



Abb. 3.4/18: Im Schatten unter und zwischen den Basaltblöcken wachsen Kleinfarnengesellschaften (*Asplenietaea*) u. a. mit *Asplenium septentrionale*. (Foto: A. Otte)



Abb. 3.4/19: Die offenen Basaltblöcke sind dicht beschichtet mit Moosen (*Andreaea rupestris* var. *papillosa*, *Grimmia* species, *Racomitrium* species, *Anastrophyllum* species u. a.) und Flechten (*Alectoria ochroleuca*, *Cladonia* species, *Stereocaulon* species u.a.). (Foto: A. Otte)

2. Heidelberg

Der Heidelberg ist nach der Wasserkuppe die zweithöchste Erhebung in der Hohen Rhön (926 m ü. NN); seine Lage ist durch den Sendemasten des Fernsehsenders Heidelberg (Bayerischer Rundfunk) markiert. Das Exkursionsgebiet liegt auf der nordöstlich Flanke des Heidelsteins auf hessischer Seite auf einer im Winter als Skihang genutzten ehemaligen Wiese (sö der Landstraße von/nach Wüstensachsen 250 m vor der Einmündung in die Hochrhönstraße) zwischen 800 und 840 m ü. NN (Exposition: NW, Inklination: 10-20°). Auch der Heidelberg hat einen basaltenen Untergrund, der auf seiner nordwestlich Hangseite von Solifluktionsschutt aus Tephra überdeckt ist, dem Löß beigemischt ist (zu den Nährstoffgehalten der Böden vgl. Tab. 3.4/2).

Da diese Fläche nicht als Naturschutzgebiet ausgewiesen ist, kann sie zum Exkursionstermin betreten werden. Demonstriert werden in diesem Exkursionsgebiet Arten der Rhöner Goldhaferwiesen sowie Vegetationsveränderungen, die durch die Stauden-Lupine (*Lupinus polyphyllus*) im Grünland der Hochlagen verursacht werden.

2.1 Mitteleuropäische Mittelgebirgs-Goldhaferwiese (*Geranio-Trisetum flavescens*) auf Solifluktionsmaterial über Basalt

Nach DIERSCHKE (1997) ist das *Geranio sylvatici-Trisetum flavescens* die am weitesten verbreitete Bergwiesen-Gesellschaft der deutschen Mittelgebirge. Die Bestände sind durch eine gut entwickelte, relativ hohe Mittelschicht aus Kräutern (Höhe Ø 40 cm) und Gräsern (Höhe Ø 90 cm) gekennzeichnet, der eine deutliche Oberschicht fehlt. Zum Artenspektrum zählen klein- bis mittelhochwüchsige Kräuter wie *Campanula rotundifolia*, *Geranium sylvaticum*, *Knautia arvensis*, *Lathyrus linifolius*, *Phyteuma nigrum*, *P. spicatum*, *Plantago lanceolata*, *Polygonum bistorta*, *Ranunculus acris*, *R. nemorosus*, *Rhinanthus minor*, *Rumex acetosa*, *Sanguisorba officinalis*, *Stellaria graminea* sowie die Gräser *Agrostis capillaris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Cynosurus cristatus*, *Poa caixii*, *Trisetum flavescens* u. a. (Abb. 3.4/20).

In der Rhön trägt der oberflächennah anstehende Basalt noch in Höhenlagen > 750 m ü. NN zum Vorkommen von anspruchsvollen Grünlandarten wie *Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Poa trivialis* und *Taraxacum sect. Ruderalia* bei, so dass die Rhöner Storchschnabel-Goldhaferwiese nach BARTH (1995) und DIERSCHKE (1997) der Subassoziation von *Poa trivialis* mit *Alopecurus pratensis*, *Trifolium dubium* und *Tragopogon pratensis* angegliedert werden kann, die kennzeichnend für besser nährstoffversorgte Standorte ist und die zu Glatthaferwiesen (*Arrhenatherion*) überleitet (vgl. auch OTTE & MAUL 2005). Am Standort Heidelberg ist ein Höhengradient ausgebildet, der am Hangfuß in eine feuchte Variante von *Trollius europaeus* (mit *Polygonum bistorta*, *Caltha palustris*, *Angelica sylvestris*) und an der oberen Hangkante in eine von *Nardus stricta* (mit *Galium saxatile*, *Thesium pyrenaicum*, *Thymus pulegioides*, *Viola canina*) übergeht, die zu den ebenfalls sehr artenreichen Rhöner Borstgrasrasen überleitet, die im Rahmen der Exkursion nicht aufgesucht werden (Betretungsverbot in der Kernzone bis 10. August).

2.2 Die Stauden-Lupine (*Lupinus polyphyllus*) in der Hohen Rhön

Zwischen 1998 und 2004 wurden von der Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung der Justus-Liebig-Universität Gießen umfangreiche populationsbiologische, vegetations- und landschaftsökologische Untersuchungen zu Ursachen und Auswirkungen der Ausbreitung von *Lupinus polyphyllus* im Bergwiesenökosystem der Rhön durchgeführt, um Maßnahmen zur Regulierung zu entwickeln (Dissertation von VOLZ 2003; Abb. 3.4/21). Ergänzende Untersuchungen zu Effekten von Beweidung auf Vitalität und Ausbreitung wurden von OTTE et al. (2002) und zur strukturellen Einnischung in Grünlandökosysteme von OTTE & MAUL (2005) vorgelegt und eine vergleichende, statistische Analyse zum spe



Abb. 3.4/20: Die Rhöner-Goldhaferwiese (*Geranio-Trisetetum flavescens*) zählt zu den artenreichsten Mittelgebirgswiesen in Mitteleuropa. Im Exkursionsgebiet „Skihing am Heidelberg“ kann neben dieser Artenvielfalt auch gezeigt werden, welche Veränderungen in der Goldhaferwiese, durch die sich ausbreitende Stauden-Lupine verursacht wird. Im Bild sind u. a. zu erkennen *Helictotrichon pubescens*, *Poa chaixii*, *Lathyrus linifolius*, *Polygala vulgaris*, *Ranunculus nemorosus*, *Tephrosia helenites*. (Foto A. Otte)

ziellen Verhalten von *Lupinus* auf die floristische Diversität invadierter Habitats im Vergleich mit *Heracleum mantegazzianum* und *Rosa rugosa* Arten haben THIELE et al. (2010) erarbeitet. Auf diesen Arbeiten basieren die folgenden Ausführungen.

Herkunft, Verwendung und biologische Eigenschaften von *Lupinus polyphyllus*

Die Gattung *Lupinus* ist ursprünglich rund um das Mittelmeer und in Afrika (12 Arten, nur ein- und zweijährig) sowie in Nord-, Mittel- und Südamerika (88 Arten) beheimatet. Das Genzentrum von *Lupinus polyphyllus* Lindl. liegt an der Westküste Nordamerikas (HACKBARTH 1961), wo sie unter ozeanischem Klimaeinfluss auf offenen Bergwiesen von British Kolumbien bis Kalifornien verbreitet ist (HANELT 1960, HANSEN et al. 1994). *Lupinus polyphyllus* wurde 1827 als Neuentdeckung von LINDLEY beschrieben. Bereits 1829 kam sie als Zierpflanze nach Europa (GOEZE 1913); erste Meldungen über synanthrope Vorkommen in Deutschland stammen aus Bayern, wo *Lupinus polyphyllus* seit 1890 an einem Waldrand zwischen Erlangen und Bubenreuth eingebürgert beobachtet wurde (HEGI 1964: 1155). Da *Lupinus polyphyllus* im besiedelten Bereich als Zierpflanze beliebt ist, zur Nährstoffverbesserung von Forststandorten eingesetzt wurde, zu Böschungsbegrünungen im Landschaftsbau, als Wild- und Bienenfutter (ZANDER 1930) ausgesät wird, ist *Lupinus polyphyllus* in Deutschland - mit Ausnahme in den Kalkgebieten Süddeutschlands (SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990, HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988, BENKERT et al. 1996, HAEUPLER et al. 2003) - gemein verbreitet.



Abb. 3.4/21: Die Stauden-Lupine (*Lupinus polyphyllus*) hat sich in der Hohen Rhön vor allem in spät gemähtem (ab 20. Juli) Grünland und in Brachflächen ausgebreitet. Das Beispiel zeigt eine *Lupinus*-Herde auf einem Skihang am NW-Hang des Heidelsteins, der früher als Wiese genutzt wurde. (Foto: A. Otte)

Lupinus polyphyllus ist ein Hemikryptophyt mit der Fähigkeit zur unterirdischen Ausläuferbildung. Das ausgedehnte Hauptwurzelsystem der adulten Pflanze wurzelt bis in einer Bodentiefe von 1,8 Metern und kann in tieferen Bodenschichten gelöste Nährstoffe wie Kalium, Phosphor oder Magnesium aufnehmen. Darüber hinaus bindet sie über eine Symbiose mit Knöllchenbakterien der Gattungen *Rhizobium* und *Bradyrhizobium* molekularen Luftstickstoff. Sie erreicht eine Wuchshöhe von 100 - 150 cm. Davon können die kegeligen Blütentrauben 50 - 60 cm einnehmen (Hauptblüte Juni bis Juli). Nach der Fremdbefruchtung bilden sich Hülsenfrüchte mit 4 - 12 Samen (Tausendkorngewicht 20 - 23 g), die zwischen Mitte Juli und Ende August ausreifen (OTTE et al. 2002). Je nach Standortgunst produzieren Einzelpflanzen in der Hohen Rhön zwischen 360 und 580 Samen (VOLZ 2003), die aktiv über einen Schleudermechanismus ausgestreut werden, der durch das Wachstum der Samen und Gewebespannungen in der verholzenden Faserschicht der Hülsenklappen ausgelöst wird (HEGI 1964: 1139, zitiert ZIMMERMANN 1879/81). Die potenziell autochor überwindbare Samenflugweite wurde experimentell untersucht. Um von Windbewegungen und Relief unabhängig zu sein, wurde dazu eine 120 cm hohe fruchtende Pflanze im Gewächshaus aufgestellt und die Distanz der ausgestreuten Samen vom Zentrum der Mutterpflanze aus gemessen (VOLZ & OTTE 2001). Dabei wurde festgestellt, dass die Samen zwar bis 5,5 m weit verstreut werden können, aber 37 % der Samen im Radius von 100 cm um die Mutterpflanze niederfallen, so dass dort die größte Keimlingsdichte zu erwarten ist (OTTE & MAUL 2005).

Verbreitung und pflanzensoziologische Einnischung von *Lupinus polyphyllus* in der Hohen Rhön

Die großflächigsten Vorkommen von *Lupinus polyphyllus* in Deutschland finden sich derzeit in der Hohen Rhön im Gebiet Leitgraben/Elszellen (407 ha: 1998 10,6 % *Lupinus*-Bedeckung, Abb.3.4/22). Dort werden fast alle Wiesen mit Auflagen des Bayeri-

schen Vertragsnaturschutzprogramms bewirtschaftet. Dies bedeutet zeitlich gestaffelte Pfliegertermine zwischen 10. Juli und 31. Oktober (Abschluss der Pflegearbeiten), die den Zeitraum der Samenbildung von *Lupinus* vollständig einschließen. Nachweisbar ist, dass dort, wo innerhalb der Vertragsnaturschutzflächen Heugewinnung die primäre Motivation für die Nutzung ist – was Nutzung zum frühesten möglichen Zeitpunkt bedeutet – keine *Lupinus*-Etablierung nachweisbar ist. Neben rechtzeitiger Mahd ist Beweidung mit (Rhön-)Schafen geeignet, die Ver- und Ausbreitung von *Lupinus* einzudämmen. Auch dafür gilt, dass sie vor der Samenreife (ab Anfang Juli) von *Lupinus* durchzuführen ist, da reife *Lupinus*-Samen durch Schafe endozooisch ausgebreitet werden.

Vegetationsaufnahmen von Kleinseggenrieden (*Caricetum fuscae*), Borstgrasrasen (*Polygalo-Nardetum*) und Goldhaferwiesen (*Geranio-Trisetetum*), in denen *Lupinus polyphyllus* mit höheren Deckungsgraden (> 25 %) vorkommt, belegen, dass die niedrigwüchsigen Arten der Krautschicht zurückgedrängt werden. Parallel dazu nehmen die kräftige Horste ausbildenden Gräser *Poa chaixii* und *Deschampsia cespitosa* zu. Eine Trennartengruppe mit den Ruderalarten *Cerastium glomeratum*, *Galium aparine* agg., *Galeopsis tetrahit*, *Cirsium arvense* und *Urtica dioica* charakterisiert die *Lupinus*-Fazies.

Die Konkurrenzkraft der Dominanzbestände mit *Lupinus* erklärt sich über die Biomasseverteilung in Form einer umgekehrten Pyramide, die über Bestandeshöhe (zwischen 70 und 110 cm) und dichte Belaubung stark beschattend auf tiefere Vegetationsschichten (< 30 cm) wirkt, so dass deren Arten ausdünnen, wenn sie nicht die ausreichende Plastizität im Höhenwachstum besitzen, um mit *Lupinus* mitzuhalten. Auch andere Dominanzbestände aufbauende Arten wie *Impatiens glandulifera*, *Heracleum mantegazzianum* und *Reynoutria* ssp. besitzen diese Eigenschaft und können aufgrund ihrer Wuchshöhe sogar die Funktion einer fehlenden Strauchschicht übernehmen (OTTE & MAUL 2005). Analysen von THIELE et al. (2010) zeigen, dass von *Lupinus* in Bergwiesen-Beständen im Gegensatz zu *Heracleum mantegazzianum* und *Rosa rugosa* zur Verdrängung kleinwüchsiger, lichtliebender Arten führt.

Ausbreitungsprozess von *Lupinus polyphyllus* am Skihang/Heidelstein

Um die Gefährdung geschützter Biotope durch *Lupinus polyphyllus* bewerten zu können, sind Kenntnisse über die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Art wichtig. Ein linsenförmiger, isolierter *Lupinus*-Bestand am oberen Skihang (820 m ü. NN) wurde 1996 ausgesucht (Abb. 3.4/21), um die Ausbreitungsgeschwindigkeit und das Ausbreitungsmuster zu bestimmen. *Lupinus* hat sich dort in einem artenreichen *Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens poetosum* etabliert und eine hochwüchsige Fazies (bis 120 cm) ausgebildet, in der Ruderalarten wie *Cerastium glomeratum*, *Cirsium arvense*, *Galeopsis tetrahit*, *Galium aparine* und *Urtica dioica* vorkommen. Auffällig sind außerdem die hohen Stetigkeiten und Deckungsgrade der Horste bildenden Gräser *Deschampsia cespitosa* und *Poa chaixii* (vollständige Artenliste vgl. VOLZ 2003, Tab. 7). Zur Dokumentation von Ausbreitung und Ausbreitungsgeschwindigkeit von *Lupinus* wurde von VOLZ (2003) ein Transekt der Größe 40 x 50 m² eingerichtet und in 320 Teilflächen à 2,5 x 2,5 m² unterteilt. 1997, 1998, 1999 und 2001 wurden die Artmächtigkeit und alle Einzelpflanzen von *Lupinus* auf jeder Teilfläche erfasst. Da ab einem Deckungsgrad von mehr als 40 % Einzelindividuen nicht mehr darstellbar waren, wurden sie flächig (grau) dargestellt; im Randbereich des Bestandes war die individuengenaue Lokalisierung möglich (Abb. 3.4/23). Die Ausdehnung der *Lupinus*-Fazies erfolgte rasch: Zu Beginn der Untersuchung 1997 waren 24 % (471 m²) der Fläche mit *Lupinus* bewachsen und 2001 dann 50 % (1.007 m²; VOLZ 2003). Diese Datensätze wurden von VISSER et al. (2001) für die Modellierung des Nah- und Fern-Ausbreitungsverhaltens von *Lupinus* benutzt. Festgestellt wurde dabei, dass die Etablierungsraten der Samen ca. 0,7 % betragen und dass der Anteil fernausgebreiteter

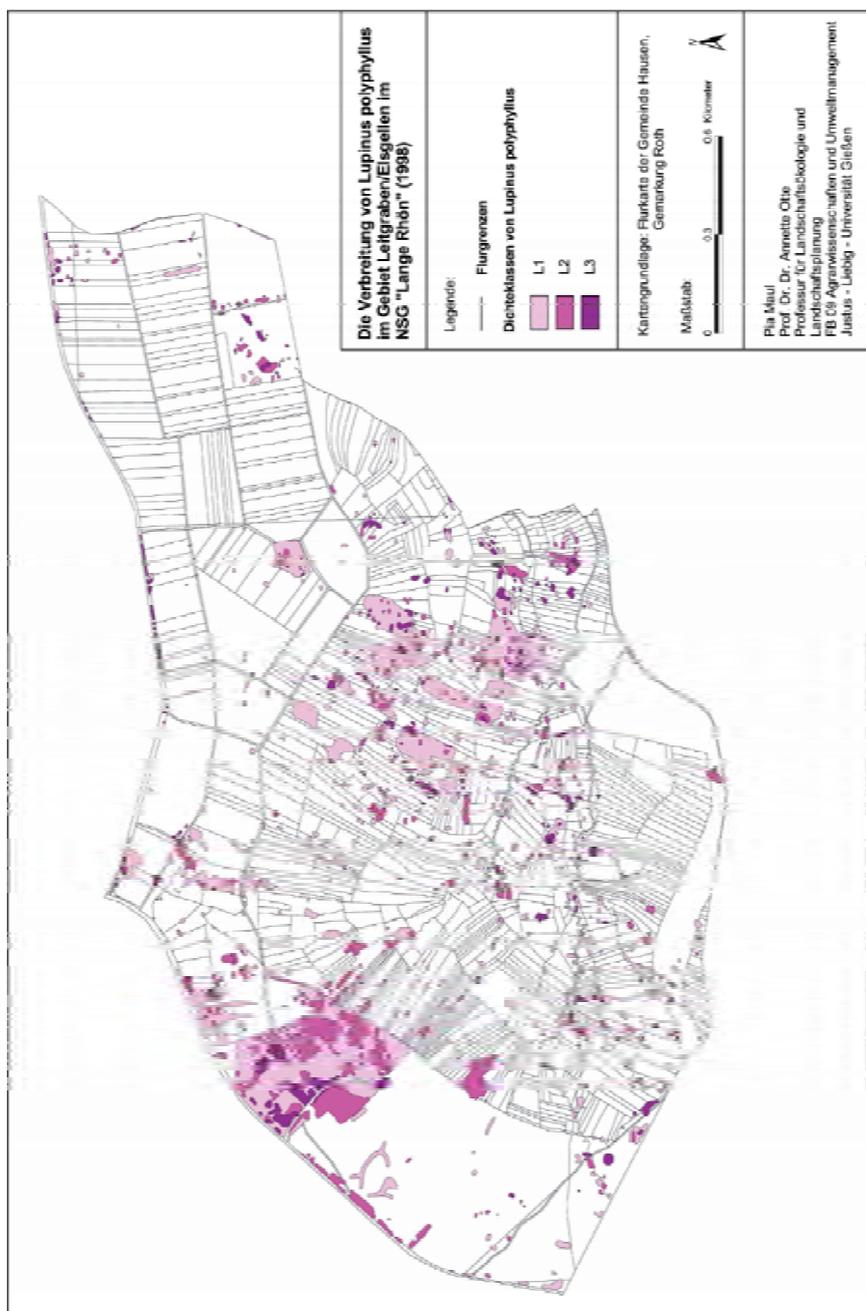


Abb. 3.4/22: Verbreitung von *Lupinus polyphyllus* im Gebiet Leitgraben / Elsgehlen 1998 (NSG „Lange Rhön“; Bayern) aus OTTE & MAUL (2005).

Samen < 4 % liegen muss. Die Mindestgeschwindigkeit, mit der die *Lupinus*-Fazies über Nahausbreitung herdig in den Magerrasen vordringt, beträgt pro Jahr einen Meter. Die über Fernausbreitung etablierten Einzelpflanzen an der Peripherie des Bestandes ließen sich nicht modellieren, da die Probefläche wider Erwarten zu klein gewählt worden war: 2001 war der *Lupinus*-Dominanzbestand über die Probefläche hinaus gewachsen (Abb. 3.4/23). Aber es ließ sich eindeutig zeigen, dass die Einzelindividuen am Rande des Dominanzbestandes mehr zur Ausbreitung beitragen als diejenigen des dichten Bestandes. Die Einzelindividuen am äußeren Rand wachsen aufeinander zu, verdichten den Bestand nach innen und bilden nach außen einen neuen lückigen Rand, der sich im Folgejahr verdichtet. Hinzu kommt, dass aufgrund hoher interspezifischer Konkurrenz im Dominanzbestand kleinere Individuen wachsen, die weniger Samen ausbilden als die frei stehenden (HÜLS et al. 2007).

Für die Regulierung der Ausbreitung von *Lupinus polyphyllus* bedeutet dies (und das gilt auch für andere invasive Arten), dass - einzelne Individuen bevorzugt zu bekämpfen sind, da sie ein deutlich höheres Ausbreitungspotential für die Fernausbreitung besitzen (höhere Biomasseproduktion, Samenproduktion, nicht durch Bestandeswiderstände gebremste Ausbreitung der Samen und Verbreitungseinheiten etc.) als Individuen in dichten Beständen.

3. NSG Rotes Moor

Das Exkursionsgebiet NSG Rotes Moor liegt westlich der B 278 zwischen Bischofsheim/Rhön und Wüstensachsen in einem Sattel zwischen Wasserkuppe und Heidelberg auf

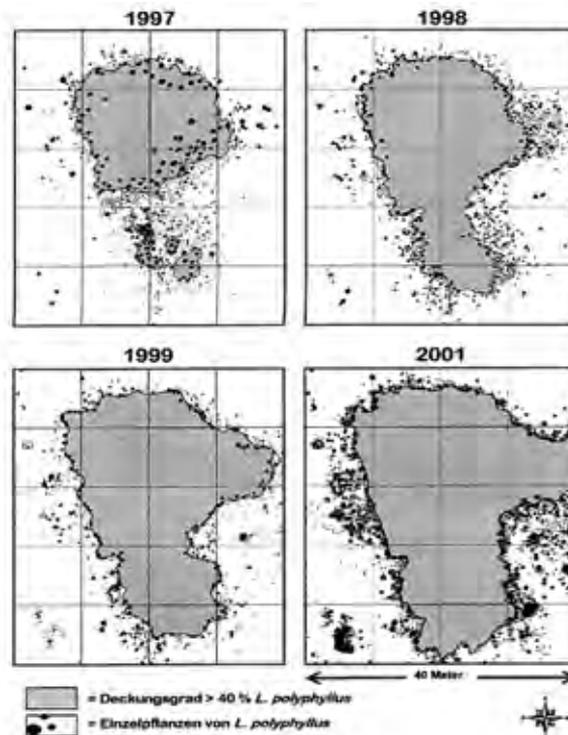


Abb. 3.4/23: Ausbreitung eines *Lupinus polyphyllus*-Bestandes am „Skihng /Heidelberg“ in der Zeit zwischen 1997 und 2001 (VOLZ 2003). Innerhalb von nur fünf Vegetationsperioden hat der *Lupinus*-Bestand von 471 m² (1997) auf 1.007 m² (2001) zugenommen; das entspricht einer Ausdehnung der Fläche von 26 %.

der Wasserscheide zwischen den Flusssystemen von Fulda/Werra/Weser und Main/Rhein (810 m ü. NN). Der Zugang zum Exkursionsgebiet liegt im Süden des Hochmoorkomplexes und wird über eine Waldstraße erreicht, die zu einem Parkplatz führt (Anm.: folgt nach einem durch eine Mauer angestautem Moorteich). Dort beginnt ein Moorlehrpfad (1,2 km), der auf einem Bohlenweg bis einem Aussichtsturm am Rand des Leegmoores führt.

Auch das NSG Rotes Moor ist wie die gesamte Rhön von Natur aus ein reines Laubwaldgebiet. Ursprünglich waldfrei waren nur die zentralen Hochmoorflächen und kleineren Nassstellen im Randsumpf des Hochmoores. Im heutigen Zustand mit gestörtem Wasserhaushalt sind auch diese Bereiche größtenteils waldfähig (BOHN & SCHNIOTALLE 2007).

Ein gravierender Eingriff in das natürliche Gefüge der Hochrhönlandschaft war die Entwässerung und radikale Abtorfung der zentralen Hochmoorweite (sie war bis zu 7 m mächtig!) im Roten Moor bis auf den Mineralboden zur Badetorfgewinnung (Abb. 3.4/6). 1979 wurde das Rote Moor mit einer Gesamtfläche von 315 ha als Naturschutzgebiet ausgewiesen. Zu diesem Zeitpunkt waren bereits 140 ha mit Fichte aufgeforstet, nasse Teilbereiche durch Grabenentwässerung beeinträchtigt und der größte Teil des Hochmoorkerngebietes entwässert und abgetorft. 1980 wurde durch die Höhere Naturschutzbehörde in Kassel eine Kommission ins Leben gerufen, für den Zeitraum von 1981 bis 1990 einen Pflegeplan bzw. ein Renaturierungskonzept zu erstellen. In der Kommission war auch die Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie in der Person von Dr. Udo Bohn vertreten. Pflegeplan und Renaturierungskonzept dienten als Grundlage für die Beantragung von Bundesmitteln im Rahmen eines „Forschungs- und Entwicklungsvorhabens für den Umweltschutz im Agrarbereich“, das für 10 Jahre konkrete Aufgaben zur Renaturierung sowie Erhaltung und Pflege des Naturschutzgebietes vorgab. Nach BOHN & SCHNIOTALLE (2007) sollten im Rahmen des Oberziels „Renaturierung und langfristige Erhaltung eines typischen, vielgestaltigen und biologisch reichhaltigen, teilweise durch landeskulturelle Tätigkeit entstandenen Landschaftsausschnittes der Plateauhochlagen der Zentralen Rhön“ folgende Ziele erreicht werden:

Teilziele des Pflegeplans:

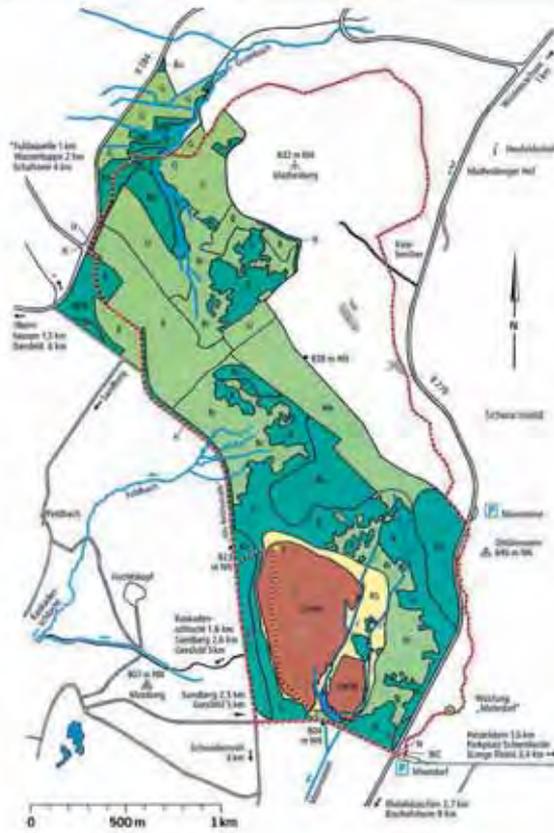
Erhalten und Wiederherstellen

- des Moorkomplexes aus Hochmoor-, Übergangsmoor und Niedermoorbereichen,
- natürlicher Wälder unterschiedlichster Ausformung,
- von Weidengebüschen, Solitär bäumen und Baumgruppen,
- von Hochstaudenfluren, Seggensümpfen, Feucht- und Magerwiesen sowie Extensiv-Weiden.
- Erhalten seltener Pflanzen- und Tierarten, z. B. des Birkwildes als Indikator.

Wichtigste Renaturierungsmaßnahmen:

- Stufenweise Beseitigung der Fichtenbestände (140 ha)
- Renaturieren natürlicher Wälder durch Initialpflanzung und natürliche Sukzession
- Renaturieren von Grünland durch Mulchen, manuelle Gehölzbeseitigung und extensive Beweidung
- Renaturieren des Hochmoorkomplexes „Rotes Moor“ zur Erhaltung und Regeneration der Rest-Hochmoore
- Renaturieren der abgetorften Moorfläche (7 ha)
- Wiederherstellen des ursprünglichen Wasserhaushalts außerhalb des Moorkomplexes.

Das NSG Rotes Moor: Übersichtskarte



Legende zur Übersichtskarte:

	Bach		Borstgrasrasen
	Bundesstraße		Goldhalerwiesen
	Wald- oder Feldweg		Kalkquellmoor
	Wanderwege		Weiden, Hutungen
	Parkplatz		Brachen, manuell gehölzfrei zu halten
	Info-Pavillon		Säulenfluren, manuell gehölzfrei zu halten
	Aussichtsturm		Basalthochhalden
	Unterstand		
	Toilette		
	Normsäule		
	Großes Rotes Moor		
	Kleines Rotes Moor		
	Randsumpf		
	Staubteich		
	Sukzession zum Buchenmischwald, z.T. Mianzung		
	Fechter Beigahorn-Eschenwald		
	Schachtelhalm- u. Waldsimons-Karpatenbirkenwald, z.T. Sukzession		
	Schwarzerlenwälder		
	Schutzbecken		

Einige Daten zum Naturschutzgebiet „Rotes Moor“

Größe des NSG: 314,7 ha
Höhenlage: 720 bis 835 m ü. NN, größtenteils über 800 m ü. NN
Nord-Süd-Ausdehnung: 3,5 km
Breite: 600 bis rund 1200 m
Moorlehrpfad: Rundwanderweg ab Parkplatz Moosdorf: 3 km, Wanderzeit: 1 Stunde
Rundwanderweg um das NSG „Rotes Moor“: Länge: 10 km, Wanderzeit: 2,5 Stunden

Abb. 3.4/24: Vegetationskarte des NSG Rotes Moor (REIMANN et al 1997) Abdruck der Karte mit Genehmigung

Über die Ergebnisse der Maßnahmen der Hochmoor-, Grünland- und Waldrenaturierung des Gebietes liegt von BOHN & SCHNIOTALLE (2007) der bereits zitierte Bericht vor, der als Grundlage für die Auswahl der Exkursionsziele und deren Beschreibung diente. Eine Vegetationskarte des NSG Rotes Moor (REIMANN et al 1997) zeigt die Abbildung 3.4/24.

Floristische Besonderheiten des NSG Rotes Moor

Hervorzuheben ist die im NSG gegebene unmittelbare Nachbarschaft naturnaher Karpatenbirkenwälder zu ihren verschiedenen anthropogenen Ersatzgesellschaften, die hier in großer Formenfülle vorkommen - von feuchten Borstgrasrasen über Trollblumen- und Knöterich-Feuchtwiesen bis zu Seggen Sümpfen und Quellmooren.

Floristische Besonderheiten der Biotoptypen des Roten Moores sind (vgl. dazu auch Kap. 2.8 Rote-Liste Gefäßpflanzen Hessen):

- In Karpaten-Birken-Wäldern: *Calamagrostis phragmitoides*, *Carex cespitosa*, *Corallorhiza trifida*, *Frangula alnus*, *Leucjum vernum*, *Lycopodium annotinum*, *Pyrola minor*, *Ranunculus platanifolius*, *Rubus saxatilis*, *Trientalis europaea*.
- In Borstgrasrasen und mageren Goldhaferwiesen: *Alchemilla glaucescens*, *Antennaria dioica*, *Arnica montana*, *Betonica officinalis*, *Gentianella germanica*, *Hypochaeris maculata*, *Lilium martagon*, *Meum athamanticum*, *Pedicularis sylvatica*, *Phyteuma orbiculare*, *Rhinanthus aristatus*, *Serratula tinctoria*.
- In Kleinseggen Sümpfen und Quellmooren: *Calamagrostis phragmitoides*, *Cares appropinquata*, *C. davalliana*, *C. diandra*, *C. flava*, *C. lasiocarpa*, *C. lepidocarpa*, *C. paniculata*, *Dactylorhiza maculata ssp. fuchsii*, *D. majalis*, *Eriophorum latifolium*, *Juncus filiformis*, *Menyanthes trifoliata*, *Parnassia palustris*, *Salix repens*, *Trifolium spadiceum*, *Triglochin palustre*.
- In aufgelassenen Feucht- und Nasswiesen: *Aconitum napellus*, *Carex vesicaria*, *Trollius europaeus*.
- Im Hochmoorbereich: *Andromeda polifolia*, *Empetrum nigrum*, *Drosera rotundifolia*, *Vaccinium oxycoccus*.
- An Wald- und Wegrand-Standorten: *Aconitum vulparia*, *Anthriscus nitida*, *Circaea alpina*, *Petasites albus*, *Ranunculus platanifolius*." (BOHN & SCHNIOTALLE 2007).

3.1 Karpaten-Birken-Moorwald (*Vaccinio-Betuletum carpaticae*)

auf entwässertem Hochmoor

Nach BOHN & SCHNIOTALLE (2007) sind für den Naturschutz die hygrophilen Karpaten-Birken-Wälder innerhalb der naturnahen Wälder von besonderer Bedeutung. Im NSG Rotes Moor kommen sie in allen bekannten Ausbildungsformen, die in der Rhön bekannt sind, und in relativ geschlossenen Beständen mit teils sehr altem und urwüchsigem Baumbestand vor.

Im Randgehänge der Hochmoore (Rotes und Schwarzes Moor, Kleines und Großes Moor am Stirnberg) kommt in der Rhön der bereits erwähnte Beerstrauch-Karpaten-Birken-Moorwald (*Vaccinio-Betuletum carpaticae*) in großen Beständen vor (Abb. 3.4/25). Weiterhin sind vor allem auf Niedermoorstandorten und mineralischen Nassböden die Schachtelhalm-Karpaten-Birken-Sumpfwälder und die Wald-Simsen-Karpaten-Birken-Feuchtwälder hervorzuheben. Sie haben im NSG Rotes Moor ihre repräsentativsten, größten und formenreichsten Bestände in der Rhön und sind von hier erstmalig als natürliche Waldgesellschaften beschrieben worden (LOHMEYER & BOHN 1972). Ohne diese naturnahen Bestände wäre eine sichere Ansprache der potentiellen natürlichen Vegetation auf den feuchten bis nassen Hochlagenstandorten der Rhön gar nicht möglich gewesen. Sie sind besonders typisch für die Hochrhön, denn in keinem anderen Gebiet Mitteleuropas sind solche Wälder in entsprechender Vielfalt und Ausdehnung bisher nachgewiesen worden. Der Artenverbindung nach handelt es sich um „nordische“, den bo-

realen Birkenwäldern verwandte Waldgesellschaften, die insbesondere durch das Massenvorkommen von Purpureitgras (*Calamagrostis phragmitoides*) gekennzeichnet sind. Letzteres hat im NSG Rotes Moor seine zahlreichsten und größten Bestände in der Rhön und vermutlich in ganz Mitteleuropa (vgl. SCHOLZ 1971).

Auf dem Randgehänge um die abgetorfte Hochmoorweite herum stockt der Beerstrauch-Karpaten-Birken-Moorwald (*Vaccinio-Betuletum carpaticae*). Die Birken wachsen niederwaldartig krumm und krüppelig und erreichen Höhen bis zu 8 Metern. Die lichte Baumschicht ist durch einen dichten Unterwuchs aus Zwergstraucharten, Grasartigen und Moosen (darunter div. *Sphagnum*-Arten) gekennzeichnet.

Zu den charakteristischen Arten gehören: (B) Dominanz von *Betula pubescens* ssp. *carpatica*, (K) *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *Calluna vulgaris*, *Trientalis europaea*, *Deschampsia flexuosa*, *Melampyrum pratense*, *Dryopteris carthusiana*, *Galium saxatile*, *Eriophorum vaginatum*, *Polytrichum commune*, in nassen Ausbildungen *Sphagnum* div. spec., *Polytrichum strictum*, *Empetrum nigrum* (Abb. 3.4/25).

Zwei Feuchtestufen sind unterscheidbar: auf trockeneren Standorten *Galium saxatile*-Subass. und *Deschampsia flexuosa*-Ausbildung; auf nassen Standorten *Eriophorum vaginatum*-Subass. (Abb. 3.4/26) und *Sphagnum magellanicum*-Subass.

3.2 Maßnahmen und Ergebnisse der Wiedervernässung der abgetorften Hochmoorweite
Etwa neun Hektar des ehemals 33 ha großen Hochmoores sind zwischen 1960 und 1984 bis auf den Ton-Untergrund abgetorft worden. Es blieben lediglich in Gefällrichtung und parallel zur Abtorfungskante angeordnete Moorabraumwälle zurück, die aus dem Material der bewachsenen und durchwurzelten Hochmooroberfläche (der Bunkerde) bestanden. Auf den älteren Wällen hatten sich neben Zwergsträuchern und *Eriophorum vaginatum* teilweise Birken und *Salix aurita* sowie *Deschampsia flexuosa* und *Epilobium angustifolium* angesiedelt. Zwischen den Wällen wuchsen Mineralbodenpflanzen wie *Agrostis canina*, *Deschampsia cespitosa*, *Juncus effusus* und *Epilobium angustifolium* im Wechsel mit *Carex canescens* und *C. rostrata*.

Um den mooreigenen Grundwasserspiegel wieder anzuheben und die hochmoortypische Flora und Fauna zu fördern, wurden folgende Maßnahmen ergriffen:

- Beseitigung des Baumanflugs (*Betula pubescens* ssp. *carpatica*, *Pinus sylvestris*, *Picea abies*) auf den zentralen Hochmoorflächen des Großen und Kleinen Roten Moores
- Aufstau der Hauptentwässerungsgräben auf dem Hochmoorrestkörper
- Verzögerung des Wasserabflusses durch Kleinstauungen in den Abflussgräben im Randbereich der Hochmoore
- Abdichtung der nördlichen Abtorfungskante.

Die Maßnahmen wurden seit 1982 durchgeführt. Beispielgebend erfolgte der Aufstau der Hauptentwässerungsgräben auf dem Hochmoorrestkörper durch Anlage sog. „Flacher Wannen“, die nach Beseitigung der Gehölze zu 28 etwa 0,5 Meter hohen Querdämmen parallel zu den Höhenlinien profiliert wurden. Durch ein leichtes Gefälle der Dämme nach Westen konnte das überschüssige Wasser abfließen, ohne Erosionsschäden anzurichten. Der Einstau erfolgte ab 1984 mit der Fertigstellung der Dämme (Abb. 3.4/27 und Abb. 3.4/28: Abb. S. 34/35 BOHN & SCHNIOTALLE 2007).

Ergebnisse der Wiedervernässung (1982 - 2001)

Sie sind der Zusammenfassung des Berichtes von BOHN & SCHNIOTALLE (2007) entnommen und werden hier für die Vegetationsentwicklung auszugsweise referiert:

„Die Bedingungen für eine Hochmoorregeneration im Großen Roten Moor waren äußerst ungünstig. [...]



Abb. 3.4/25: Im Randgehänge des Roten Moores kommt der Beerstrauch-Karpaten-Birken-Moorwald (*Vaccinio-Betuletum carpaticae*) in großen Beständen vor. Zu den charakteristischen Arten zählen neben *Betula pubescens ssp. carpatica*, den Zwergsträuchern *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum* (m. l.) und *Empetrum nigrum* (m. r.) auch *Trientalis europaea* (unten). (Foto: A. Otte)



Abb. 3.4/26: Der Beerstrauch-Karpaten-Birken-Moorwald (*Vaccinio-Betuletum carpaticae*) bildet auf nassen Standorten am Roten und am Schwarzen Moor eine Subassoziation mit *Eriophorum vaginatum* aus. (Foto: C. Otte)

Die Gehölzentfernung auf der Hochmoorfläche hat sich besonders positiv im Kleinen Roten Moor ausgewirkt. Dort hat die radikale Beseitigung der Baumgehölze (neben Karpaten-Birken auch Kiefern und Fichten) auf der Hochmoorfläche zu einer deutlichen Anhebung des mittleren Grundwasserstandes selbst in Trockenjahren geführt. In niederschlagsreichen Jahren liegt der mittlere Wasserstand bei 5 - 6 cm unter Flur, was günstig für das Wachstum hochmoortypischer Torfmoosbulten ist.

In den aufgestauten Entwässerungsgräben des Großen Moores hat sich in den nur flach überstauten Bereichen aus den noch vorhandenen Relikten sehr rasch wieder eine Hochmoorvegetation entwickelt, die der in natürlichen und ständig nassen Moorschlenken entspricht. Es haben sich dort bereits weitere Hochmoorpflanzen wie *Vaccinium oxycoccos*, *Andromeda polifolia* und *Drosera rotundifolia* angesiedelt und ausgebreitet.

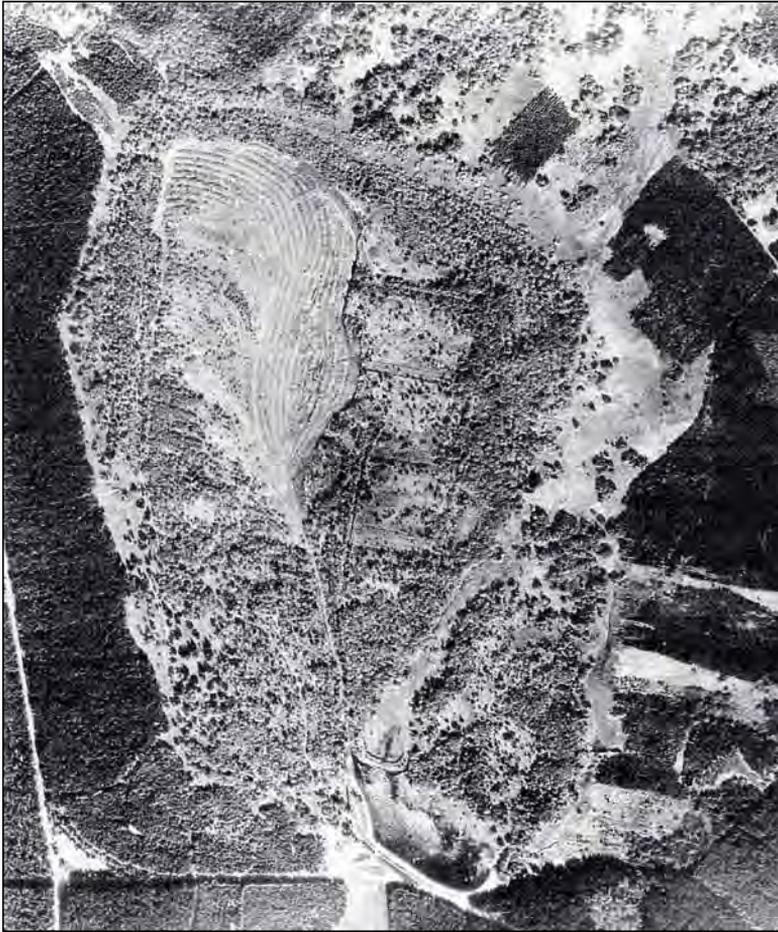


Abb. 3.4/27: Luftbildausschnitt „Südteil NSG Rotes Moor“ mit dem Hochmoorbereich: Zustand Sommer 1981. Die Hochmoorabtorfung mittels eines Baggers im Kerngebiet ist noch im Gang. Deutlich sichtbar sind die quer und längs verlaufenden Entwässerungsgräben im Hochmoorkörper sowie die Gehölzsiedlung auf den Hochmoorrestflächen im Großen und Kleinen Roten Moor. Die parallel angeordneten Moorabraumwälle im Leegmoor verlaufen entsprechend dem Geländegefälle von Nord nach Süd. Bildgrundlage: Luftbildausschnitt, Reihe 539/81, Nr. 1523; mit Genehmigung des Hessischen Landesamtes für Bodenmanagement.

Eine Hochmoorregeneration und die langfristige Erhaltung hochmoortypischer Pflanzen und Gesellschaften kann im Großen Moor somit nur von den aufgestauten Entwässerungsgräben und Torfentnahmestellen ausgehen. Dafür muss jedoch eine dauerhafte Dichtigkeit und Funktionsfähigkeit der Staudämme gewährleistet sein, und die Hochmoorfläche muss langfristig durch periodische Entkusselung weitgehend baumfrei gehalten werden.

Renaturierung des Bagger-Leegmoores. [...] Aufgrund der heterogenen Standortbedingungen (s. o.) hat sich hier ein Vegetationskomplex aus Schlagpflanzen (*Epilobium angustifolium*, *Calamagrostis epigeios*), Hochmoor-, Niedermoor- und Feuchtwiesenarten (*Eriophorum vaginatum*, *E. angustifolium*, *Calluna vulgaris*, *Agrostis canina*, *Carex canescens*, *Juncus effusus*, *Deschampsia cespitosa*) entwickelt. Im Lauf der Jahre hat sich die Tendenz in Richtung Nieder- und Übergangsmoor-Vegetation verstärkt, na-



Abb. 3.4/28: Luftbildausschnitt „Südteil NSG Rotes Moor“ mit dem Hochmoorbereich; Zustand Juli 1989, nach Abschluss der Maßnahmen zur Moorrenaturierung: Entkesselung der Hochmoorrestflächen, Aufstau der Entwässerungsgräben, höhenlinienparalleler Umbau der Moorabraumwälle im Leegmoor.

Bildgrundlage: Luftbildausschnitt, Reihe 539/89, Nr. 302; mit Genehmigung des Hessischen Landesamtes für Bodenmanagement und Geoinformation vervielfältigt. Vervielfältigungsnummer: 4/07.

Die Abbildungen 3.4/26 und 3.4/27 wurden mit Zustimmung der Autoren BOHN & SCHNIOTALLE (2007) entnommen.

mentlich wo die anstehende Tonschicht in den Mulden mit Hochmoortorfschlamm aus den Bunkerdewällen überdeckt war.

Auf und an flachen Moorabraumwällen haben sich in relativ kurzer Zeit Karpatenbirken und Ohrweiden angesiedelt, die inzwischen stellenweise zu dichten und ausladenden Gebüschern herangewachsen sind. Eine Offenhaltung von Teilbereichen des Leegmoores zur Förderung der Moorvegetation, die auch Schnepfenvögeln wie Bekassine und Waldwasserläufer zugutekommt, ist nur durch manuelles Abschneiden des Gehölzaufwuchses in mehrjährigem Turnus und Abräumen des Schnittgutes möglich, wie dies partiell bereits mehrfach praktiziert wurde. [...]

Bewertung

Insgesamt kann jedoch guten Gewissens behauptet werden, dass sich der hohe Renaturierungsaufwand gelohnt hat und die Maßnahmen im Rahmen des Möglichen erfolgreich waren. Das Naturschutzgebiet hat dadurch jedenfalls wieder erheblich an ökologischem Wert und Attraktivität gewonnen.

Andererseits hat sich deutlich gezeigt, dass es bei solchen Renaturierungsprojekten mit einmaligen Maßnahmen nicht getan ist und dass eine laufende Überwachung der Gebietsentwicklung samt Indikatorarten und Kontrolle des Gebietsmanagements unabdingbar ist, um einen dauerhaften Erfolg zu gewährleisten.“

3.4.7 Artenliste zur Exkursion

Tab. 3.4/4 Artenliste zu den Exkursionspunkten

Exkursionspunkt 1 Schafstein	1	2	3	4	5	Exkursionspunkt 1 Schafstein	1	2	3	4	5
Vegetationstyp / Artenname	Hordelymo-Fagetum athyrietosum	Tilio-Ulmelum (Basalt-Blockschutt)	Luzulo-Fagetum typicum	Betulo carpaticae-Sorbetum aucuparia	Asplenietea (Blockschutthalde)	Vegetationstyp / Artenname	Hordelymo-Fagetum athyrietosum	Tilio-Ulmelum (Basalt-Blockschutt)	Luzulo-Fagetum typicum	Betulo carpaticae-Sorbetum aucuparia	Asplenietea (Blockschutthalde)
nach Wisskirchen & Haeupler 1998						Asplenium septentri- onale					x
Baumschicht						Athyrium filix-femina	x	x			
Acer pseudoplatanus	x	x				Avenella flexuosa			x	x	
Acer platanoides		x				Carex sylvatica	x	x			
Alnus glutinosa		(x)				Circaea alpina	x				
Betula pubescens ssp. carpatica				x		Cirsium oleraceum		(x)			
Fagus sylvatica	x	x	x	x		Crepis paludosa		(x)			
Fraxinus exelsior	x	x				Dactylorhiza maculata ssp. fuchsii		(x)			
Picea abies			(x)	x		Dentaria bulbifera	x				
Populus tremula			x	x		Deschampsia cespitosa		x			
Tilia platyphyllos		(x)				Dryopteris dilatata	x	x		x	
Ulmus glabra		x				Dryopteris filix-mas	x		x	x	
Strauchschicht						Empetrum nigrum			x	x	
Acer pseudoplatanus	x					Epilobium montanum	x	x			
Fagus sylvatica	x	x	x			Equisetum sylvaticum		(x)			
Fraxinus exelsior	x					Festuca altissima		x	x		
Rubus ideus		x		x		Festuca gigantea		x			
Sambucus racemosa	x			x		Filipendula ulmaria		(x)			
Sorbus aucuparia		x	x	x		Galium aparine		x			
Krautschicht						Galium odoratum	x	x			
Actaea spicata	x					Galium saxatile			x		
Anemone nemorosa	x	x	x			Geranium robertianum		x			
Anemone ranuncu- loides	x					Gymnocarpium dry- opteris	x			x	
Arum maculatum	x					Hieracium sylvaticum	x		x		

Exkursionspunkt 2 Heidestein	1	2
	Geranio-Trisetum flavescens	Lupinus polyphyllus-Standorte
Vegetationstyp / Artenname		
nach Wisskirchen & Haeupler 1998		
Achillea millefolium	x	
Agrostis capillaris	x	
Alchemilla vulgaris agg.	x	
Alopecurus pratensis	x	
Angelica sylvestris	x	
Anthoxanthum odo- ratum	x	x
Arnica montana	x	
Caltha palustris	x	
Campanula rotundifolia	x	
Cardamine pratensis	x	
Carex pilulifera	x	
Centaurea montana	x	
Centaurea pseudo- phrygia	x	
Cerastium glomeratum		x
Cirsium arvense		x
Crepis mollis	x	
Cynosurus cristatus	x	
Dactylis glomerata	x	
Deschampsia cespitosa		x
Festuca rubra agg.	x	x
Galeopsis tetrahit		x
Galium aparine agg.		x
Galium mollugo ssp. album	x	

Exkursionspunkt 2 Heidestein	1	2
	Geranio-Trisetum flavescens	Lupinus polyphyllus-Standorte
Vegetationstyp / Artenname		
Galium saxatile	x	
Galium uliginosum	x	
Galium verum	x	
Geranium sylvaticum	x	x
Helianthemum nummu- larium	x	x
Helictotrichon pube- scens	x	
Hieracium lachenalii	x	
Hieracium pilosella	x	
Hypericum maculatum	x	
Knautia arvensis	x	x
Lathyrus linifolius	x	
Leontodon hispidus	x	
Leucanthemum vulgare	x	
Lotus corniculatus	x	
Lupinus polyphyllus		x
Luzula campestris agg.	x	
Luzula luzuloides	x	
Nardus stricta	x	
Phyteuma nigrum	x	
Phyteuma spicatum	x	x
Plantago lanceolata	x	
Platanthera chlorantha	x	
Poa chaixii	x	x
Poa trivialis	x	x
Polygala vulgaris	x	
Polygonum bistorta	x	x

Exkursionspunkt 2 Heidestein	1	2
	Geranio-Trisetum flavescens	Lupinus polyphyllus-Standorte
Vegetationstyp / Artenname		
Potentilla erecta	x	
Primula elatior	x	
Ranunculus acris	x	x
Ranunculus nemorosus	x	x
Rhinanthus minor	x	
Rumex acetosa	x	x
Sanguisorba officinalis	x	
Stellaria graminea	x	
Taraxacum sect. Ru- deralia	x	
Tephrosieris helenitis	x	
Thesium pyrenaicum	x	
Thymus pulegioides	x	
Tragopogon pratensis	x	
Trifolium dubium	x	
Trisetum flavescens	x	
Trollius europaeus	x	
Urtica dioica		x
Vaccinium vitis-idea	x	
Veronica chamaedrys	x	
Veronica officinalis	x	
Viola canina	x	

Exkursionspunkt 3 NGS Rotes Moor	1	2
Vegetationstyp / Artenname	Vaccinio-Betuletum carpaticeae	abgetroffene Hochmoorweiden
nach Wisskirchen & Haeupler 1998		
Baumschicht		
Betula pubescens ssp. carpaticea	x	x
Salix aurita		x
Sorbus aucuparia	x	
Strauchschicht		
Frangula alnus	x	
Krautschicht		x
Agrostis canina		x
Andromeda polifolia		x
Calamagrostis epi- geios	x	
Calamagrostis phrag- mitoides	x	x
Calluna vulgaris	x	x
Carex canescens		x
Carex cespitosa	x	
Carex rostrata		x
Corallorhiza trifida	x	
Deschampsia cespitosa	x	x
Deschampsia flexuosa	x	x
Drosera rotundifolia	x	x
Dryopteris carthusiana	x	
Empetrum nigrum	x	x
Epilobium angusti- folium	x	x
Equisetum sylvaticum		x
Eriophorum vagina- tum	x	x
Galium saxatile	x	
Juncus effusus	x	
Leucjum verum	x	
Lycopodium anno- tinum	x	x
Maianthemum bifo- lium	x	x
Melampyrum pratense	x	
Picea abies		
Pinus sylvestris	x	
Pyrola minor	x	

Exkursionspunkt 3 NGS Rotes Moor	1	2
Vegetationstyp / Artenname	Vaccinio-Betuletum carpaticeae	abgetroffene Hochmoorweiden
Ranunculus platani- folius	x	x
Rubus saxatilis		x
Trientalis europaea	x	x
Vaccinium myrtillus		x
Vaccinium oxycoccus	x	
Vaccinium unguiculatum	x	x
Moose		
Polytrichum commune	x	x
Polytrichum strictum	x	x
Sphagnum spec.	x	x

4 Literatur- und Quellenverzeichnis

- ACKERMANN, H. (1954): Die Vegetationsverhältnisse im Flugsandgebiet der nördlichen Bergstraße. – Schr.reihe Nat.schutzstelle Darmstadt 2: 1–134. Darmstadt.
- AMBOS, R. & KANDLER, O. (1987): Einführung in die Naturlandschaft. – Mainzer Nat.wiss. Arch. 25: 1–28. Mainz.
- BARTH, U. (1995): Beitrag zur Kenntnis des Grünlandes in der Hochrhön. – Beitr. Nat.kd. Osthessen 31: 69–98. Fulda.
- BATHON, H. & WITTENBERGER, G. (1986): Die Naturdenkmale des Kreises Darmstadt-Dieburg. – Schr.reihe Landkreis Darmstadt-Dieburg: 1–253. Dieburg.
- BAUMEISTER, W. (1969): Die Pflanzengesellschaften der Siegerländer Hauberge. – Siegerländer Beitr. Geschichte & Landeskd. 18: 1–91. Siegen.
- BAUMGÄRTEL, R. (2004): Zur aktuellen Situation der Hartholzauenwälder im Naturschutzgebiet „Kühkopf-Knoblochsau“. – Bot. Nat.schutz Hessen 17: 53–63. Frankfurt/M.
- & GRÜNEKLEE, W. (2002): Sukzession nach Dammbbruch auf ehemaligen Ackerflächen in der Rheinaue: Ergebnisse nach 17 Jahren ungestörter Sukzession auf der Rheininsel Kühkopf. – Nat. Landsch. 77 (6): 269–273. Stuttgart.
- BEIL, M. & KRATOCHWIL, A. (2004): Zur Ressourcennutzung von Wildbienen (*Hymenoptera, Apoidea*) in beweideten und unbeweideten Sand-Ökosystemen. – In: SCHWABE, A. & KRATOCHWIL, A. (Hrsg.): Beweidung und Restitution als Chancen für den Naturschutz? – NNA-Ber. 17: 179–189. Schneverdingen.
- , FRAHM-JAUDES, B. M. & ZEHR, A. (2009): Die Sand-Silberscharte in Hessen. – Artenschutzinfo 4. Hessen-Forst, Gießen: 1–18.
- , HORN, H. & SCHWABE, A. (2008): Analysis of pollen loads in a wild bee community (*Hymenoptera: Apidae*) – a method for elucidating habitat use and foraging distances. – Apidologie 39: 456–467. Les Ulis.
- BENKERT, D., FUKAREK, F. & KORSCH, H. (1996): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands. – Fischer, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm: 615 S.
- BERGMANN, S. (2004): Zum Nährstoffhaushalt in Sandökosystemen der nördlichen Oberrheinebene: Sukzession, Ruderalisierungsprozesse und Effekte von Schafbeweidung. – Dissertation Technische Universität Darmstadt: 221 S.
- BERGMEIER, E. (1987): Magerrasen und Therophytenfloren im NSG - Wacholderheiden bei Niederlemp (Lahn-Dill-Kreis, Hessen). – Tuexenia 7: 267–293. Göttingen.
- BEYER, H. (1996): Das erdgeschichtliche und historische Klima der Rhön. – Hünfeld/Rhön: 76 S.
- BISSELS, S., DONATH, T. W., HÖLZEL, N. & OTTE, A. (2005): Ephemeral wetland vegetation of irregularly flooded arable fields: the importance of persistent soil seed banks. – Phytocoenologia 35: 469–488. Berlin, Stuttgart.
- , HÖLZEL, N., DONATH, T. W. & OTTE, A. (2004): Evaluation of restoration success in alluvial grasslands under contrasting flooding regimes. – Biol. Conserv. 118 (5): 641–650. Amsterdam.
- BÖGER, K. (1982): Der Bergsträßer Kiefernwald. Floristische Verhältnisse und ihre Wandlungen in jüngster Zeit. – Staatsexamensarbeit TH Darmstadt, FB 10 Biologie.
- (1991) Grünlandvegetation im Hessischen Ried - pflanzensoziologische Verhältnisse und Naturschutzkonzeption. Botanische Vereinigung für Naturschutz in Hessen e.V. (BVNH), Frankfurt a. M.: 285 S.
- (2007): Biomonitoring für das Naturschutzgebiet „Kalksandkiefernwald bei Bickenbach, Pfungstadt und Seeheim-Jugenheim“. – Naturplan (unveröff. Gutachten).
- BOHN, U. (1994, ergänzt 1996): Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland – Potentielle natürliche Vegetation – Blatt CC 5518 Fulda (1: 200.000) einschließlich Vegetationskarte der Hohen Rhön (1: 50.000) – Potentielle natürliche Vegetation – mit Aufdruck der „botanisch wertvollen Gebiete“. – Schr.reihe Vegkd. 15. 2., erw. Aufl. – Bonn-Bad Godesberg: 364 S.
- , & SCHNIOTALLE, S. (2007): Hochmoor-, Grünland- und Waldrenaturierung im Naturschutzgebiet "Rotes Moor"/Hohe Rhön 1981 - 2001. Ergebnisse 20-jähriger wissenschaftlicher Begleituntersuchungen im Rahmen und im Anschluss an ein E+E-Vorhaben des Bundes. – Bundesamt für Naturschutz. Bonn-Bad Godesberg: 118 S. + Anhang.
- , GOLLUB, G., HETTWER, C., NEUHÄUSLOVÁ, Z., RAUS, T., SCHLÜTER, H. & WEBER, H. (2004): Karte der natürlichen Vegetation Europas. Maßstab 1 : 2 500 000. – Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.). Bonn-Bad

- Godesberg.
- BORSTEL VON, U.-O. (1974): Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung auf ökologisch verschiedenen Grünland- und Ackerbrachen hessischer Mittelgebirge. – Dissertation Universität Gießen: 159 S.
- BOTANISCHE VEREINIGUNG FÜR NATURSCHUTZ IN HESSEN E. V. (BVNH) (2008): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Hessens. – Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hrsg.): 1–188. Wiesbaden.
<http://www.bvnh.de/RoteListe/RL-HE4.html>
- BÜRING, H. (1970): Sozialbrache auf Äckern und Wiesen in pflanzensoziologischer und ökologischer Sicht. – Dissertation Universität Gießen, Gießen: 187 S.
- BUTTLER, K. P. & KLEIN, W. (2000): Oekonomisch-technische Flora der Wetterau von G. Gaertner, Dr. B. Meyer und Dr. J. Scherbius. Taxonomie, Nomenklatur und Floristik: eine Auswertung des Gefäßpflanzenteils. – Jahresber. Wetterauischen Ges. Natkd. Hanau: 149–151, 1–494. Hanau.
- CEZANNE, R. (1983): Über die Pflanzendecke offener und bewaldeter Flugsandstandorte bei Darmstadt, auch unter Naturschutzgesichtspunkten. – Diplomarbeit TH Darmstadt, FB 10 Biologie: 168 S.
- & EICHLER, M. (2009): Flechtenkundliche Erhebung im FFH- und Naturschutzgebiet „Kühkopf-Knoblochsau“, Gutachten im Auftrag des Regierungspräsidiums Darmstadt.
- DAMBECK, R. (2005): Beiträge zur spät- und postglazialen Fluß- und Landschaftsgeschichte im nördlichen Oberrheingraben. – Dissertation Johann Wolfgang Goethe-Universität. Frankfurt/M.: 246 S.
- DER HESSISCHE MINISTER DES INNERN (Hrsg.) (1985): Verordnung über das NSG „Kanzelstein bei Eibach“ vom 19. Dezember 1984. – Staatsanzeiger Hessen 2: 116–118. Wiesbaden.
- DEUTSCHER WETTERDIENST 1981: Das Klima von Hessen, Wiesbaden 1981.
- DIERSCHKE, H. (1989): Artenreiche Buchenwaldgesellschaften Nordwest-Deutschlands. – Ber. Reinh.-Tüxen-Ges. 1: 107 – 148. Hannover.
- (1997): *Molinio-Arrhenatheretea* (E 1). Kulturgrasland und verwandte Vegetationstypen. *Arrhenatheretalia* Wiesen und Weiden frischer Standorte. – Synopsis Pflanzenges. Deutschlands 3: 1–74. Göttingen.
- DISTER, E. (1980): Geobotanische Untersuchungen in der Hessischen Rheinaue als Grundlage für die Naturschutzarbeit. – Dissertation Georg August- Universität Göttingen: 171 S.
- DONATH, T. W., HÖLZEL, N. & OTTE, A. (2003): The impact of site conditions and seed dispersal on restoration success in alluvial meadows. – Appl. Veg. Sci. 6: 13–22. New York, Oxford, Uppsala.
- , BISSELS, S., HÖLZEL, N. & OTTE, A. (2007): Large scale application of diaspore transfer with plant material in restoration practice – impact of seed and microsite limitation. – Biol. Conserv. 138: 224–234. Amsterdam.
- DREHWALD, U. (1997): Die Moos- und Flechtenflora des Hessischen Biosphärenreservates Rhön. – Unveröffentlichtes Gutachten, Göttingen: 77 S.
- EHRENBERG, K.-H., HANSEN, R., HICKETHIER, H. & LAEMMLEN, M. (1994): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Blatt Nr. 5425 Kleinsassen. – 2. Aufl., Hessisches Landesamt für Bodenforschung (Hrsg.), Wiesbaden: 385 S.
- EICHBERG, C., STORM, C. & SCHWABE, A. (2005): Epizoochorous and post-dispersal processes in a rare plant species: *Jurinea cyanoides* (L.) Rchb. (*Asteraceae*). – Flora 200: 477– 489. München.
- , – (2007): Endozoochorous dispersal, seedling emergence and fruiting success in disturbed and undisturbed successional stages of sheep grazed inland sand ecosystems. – Flora 202: 3–26. München.
- , –, STROH, M. & SCHWABE, A. (2010): Is the combination of topsoil replacement and inoculation with plant material an effective tool for the restoration of threatened sandy grassland? – Appl. Veg. Sci.: DOI: 10.1111/j.1654-109X.2010.01082.x. New York, Oxford, Uppsala.
- ELLENBERG, H. (1978): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. – 2. Aufl., Ulmer, Stuttgart: 981 S.
- & ELLENBERG, C. (1974): Wuchsklimagliederung von Hessen 1 : 200 000 auf pflanzenphänologischer Grundlage. – Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt (Selbstverlag), Wiesbaden.
- , WEBER, H. E., DÜLL, R. WIRTH, V., WERNER, W. & PAULISSEN, D. (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scr. Geobot. 18: 1–262. Göttingen.
- FEHN, H. (1960): Das Land und seine Natur. – In: AKADEMIE FÜR RAUMFORSCHUNG UND LANDESPLANUNG HANNOVER (Hrsg.): Deutscher Planungsatlas Bd. 5 Bayern. – (Selbstverlag), Hannover.
- FOLLMANN, G. (1975): Das Vorkommen der Strauchflechte *Stereocaulon saxatile* MAGN. in Hessen. – Hess. Flor. Briefe 24(2): 18–20. Darmstadt.
- (1979): Neue Flechtenfunde aus dem Hessischen Bergland. – Hess. Flor. Briefe 28(1): 10–16. Darmstadt

- FUCHS, F. (1973): Die Rhön – Wandlungen der Kulturlandschaft eines Mittelgebirgsraumes – Marburger Geogr. Schr. 60: 305-325. Frankfurt/M.
- FUHR-BOBENDORF, K. (2003): Die Bedeutung der Diasporenbank aktuell und ehemals landwirtschaftlich genutzter Standorte für die Vegetationsentwicklungen im Lahn-Dill-Bergland (Hessen). – M.-G.-Schmitze Verlag, Kelkheim: 130 S.
- GEIER, M. & GREBE, R. (1987): Pflege- und Entwicklungsplan Lange Rhön – Schlussbericht Teil 1. – Nürnberg: 364 S.
- , KOLB, K.-H. & SPITZL, K.-H. (1998): Naturschutzgroßprojekt Hohe Rhön/Lange Rhön, Bayern. – Nat. Landsch. 73 (7/8): 341 – 349. Stuttgart.
- GOEZE, E. (1913): Blumistische Plauderei. – Jahrb. Staudenk. Dtsch. Dendrol. Ges. 1913: 16–30. Wendisch-Wilmersdorf.
- GONNERMANN, H. (2002): Die Wälder des Naturschutzgebietes – Von der Pappelwirtschaft zum Prozessschutz. – 50 Jahre Naturschutzgebiet Kühkopf-Knoblochsau. – Regierungspräsidium Darmstadt, Darmstadt: S. 29-44.
- GRASS, K. (2005): Landwirtschaft in Hessen. – Dtsch. Bodenk. Ges. 105: 41 – 44. Oldenburg.
- GREBE, R. & BAUERNSCHMITT, G. (1995): Biosphärenreservat Rhön: Rahmenkonzept für Schutz, Pflege und Entwicklung. – Neumann, Nürnberg: 402 S.
- GUDE, M. & MOLEND, R. (2003): Felsen, Blockhalden, Schutthalden, Geröllfelder. – In: KONOLD, W., BÖCKER, R. & HAMPICKE, U. (Hrsg.): Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege. – Wiley, Weinheim: 1-9 S.
- HABER, W. (1991): Auswirkungen der Extensivierung auf die Umwelt einer Industriegesellschaft. Gedanken zu einer De-Intensivierung der Landwirtschaft. – Vorträge der DLG-Wintertagung "Extensive Landwirtschaft – Wunschbild oder reale Chance?" am 17.1.91 in Wiesbaden. – Arch. DLG 84: 41-52.
- HACH, T., BÜDEL, B. & SCHWABE, A. (2005): Biologische Krusten in basenreichen Sand- Ökosystemen des Koelerion glaucae-Vegetationskomplexes. – Tuexenia 25: 357–372. Göttingen.
- HACKBARTH, J. (1961): Die Genzentren der Gattung *Lupinus* in der neuen Welt und ihre Bedeutung für die Züchtung. – Z. Pflanzenzüchtung 46: 254 – 264. Berlin.
- HAEUPLER, H.-H., JAGEL, A. & SCHUMACHER, W. (2003): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. – Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NRW, Recklinghausen: 546 S.
- & SCHÖNFELDER, P. (1988): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen. – Ulmer, Stuttgart: 768 S.
- HANELT, P. (1960): Die Lupine. – Zur Botanik und Geschichte landwirtschaftlich wichtiger Lupinenarten. – Ziemsen, Wittenberg: 104 S.
- HANSEN, R. & STAHL, F. (1994): Die Stauden und ihre Lebensbereiche in Gärten und Grünanlagen. 2. Aufl., – Ulmer, Stuttgart: 572 S.
- HARRACH, T. (1998): Naturraum Lahn-Dill Bergland. – In: VDLUFA (Hrsg.): Exkursionsführer 110. VDLUFA-Kongress in Gießen 14.-18.09.1998. – Gießen, S. 3-10.
- HAUSCHILD, R., MICHIELS, H.-G., BOEUF, R. (2006): Das Querco-Ulmetum Issler 1924 als „nomen ambiguum“. Beitrag zur Syntaxonomie der Rheinauwälder im südlichen Oberrheingebiet. Waldschutzgebiete Baden-Württ. 10: 19-38. Freiburg.
- HEGI, G. (1964): Illustrierte Flora von Mitteleuropa Band 4 (3). *Dicotyledones 2: Leguminosae – Tropaeolaceae*. – 2. Aufl. mit Nachtrag, Nachdruck der 1. Aufl. von 1925, Parey, Hamburg: 1750 S.
- HEINKEN, T. (2008): Vaccinio-Pinetea (H7) Beerstrauch Nadelwälder Teil 1: *Dicrano-Pinion*, Sand- und Silikat-Kiefernwälder. – In: DIERSCHKE, H. (Hrsg.) Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands 10: 1–88. Göttingen.
- HELELL - HESSISCHES LANDESAMT FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND LANDENTWICKLUNG (1981): Das Klima von Hessen. Standortkarte im Rahmen der AVP. – Wiesbaden
- HEMM, K. (2008): Freier Fall oder stabile Lage? Erste inhaltliche Auswertung zur neuen Roten Liste der Farn- und Samenpflanzen Hessens. – Vortrag für die Botanische Vereinigung für Naturschutz Hessen (BVNH) bei der Naturschutz-Akademie Hessen (vom 04. 12.2008).
URL: <http://www.bvnh.de/aktuell/08n139rotelistehemm.pdf> (Stand 15.04.2010)
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND LANDENTWICKLUNG (1981): Das Klima von Hessen. Standortkarte im Rahmen der AVP. – Wiesbaden.
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2002): Umweltatlas Hessen – Die Naturräume Hessens. Wiesbaden. <http://atlas.umwelt.hessen.de>.

- (2002): Bodenkarte Von Hessen 1:50000 – L6116 Darmstadt West.
- HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT (2010): Online in Internet:
URL: <http://www.statistik-hessen.de/regionalkarten> (Stand 15.04.2010).
- HEYL, F. (1929) Denkschrift über den Generalkulturplan für die Verbesserung der Wasser- und Bodenverhältnisse im gesamten hessischen Ried. – Darmstadt: 276 S.
- HIETEL, E. (2004): Methodik zur Erarbeitung standörtlicher und sozioökonomischer Indikatoren der Landnutzungsdynamik einer peripheren Region. – *Boden & Landschaft* 41: 1-205. Gießen.
- , WALDHARDT, R. & OTTE, A. (2004): Analysing land-cover changes in relation to environmental variables in Hesse, Germany. – *Landsc. Ecol.* 19: 473-489. Dordrecht.
- , – & – (2005): Linking socio-economic factors, environment and land cover in the German Highlands, 1945-1999. – *J. Environ. Manage.* 75: 133-143. London.
- , – & – (2007): Statistical modeling of land-cover changes based on key socio-economic indicators. – *Ecol. Econ.* 62: 496-507. Windsor, Beijing.
- HIRSCH, M. – & WOLTERS, V. (2003): Die Wildbienen (*Hymenoptera, Apidae*) der Gemarkung Erda (Lahn-Dill-Bergland, Mittelhessen). – *Hess. Faunist. Briefe* 22: 28-36. Darmstadt.
- , PFAFF, S. & WOLTERS, V. (2003): The influence of matrix type on flower visitors of *Centaurea jacea* L. – *Agric. Ecosyst. Environ.* 98: 331-337. Amsterdam.
- HODVINA S. & BUTTLER, K. P. (2002): Historische und aktuelle Verbreitung des Zwerggrases (*Mibora minima*) in Hessen. – *Bot. Nat.schutz Hessen* 14: 91-118. Frankfurt/M.
- , & CEZANNE, R. (2007a): Das Zwerg-Sonnenröschen (*Fumana procumbens*) in Hessen. – *Bot. Nat.schutz Hessen* 19: 43-67. Frankfurt/M.
- , – (2007b): Das Dünen-Steinkraut (*Alyssum montanum* subsp. *gmelinii*) in Hessen. – *Bot. Nat.schutz Hessen* 20: 25-51. Frankfurt/M.
- , – (2007c): Der Acker-Schwarzkümmel (*Nigella arvensis*) in Hessen. – *Bot. Nat.schutz Hessen* 20: 61-88. Frankfurt/M.
- , – (2008a): Das Badener Rispengras (*Poa badensis*) in Hessen. – *Bot. Nat.schutz Hessen* 21: 33-60. Frankfurt/M.
- , – (2008b): Die Sand-Radmelde (*Bassia laniflora*) in Hessen. – *Bot. Nat.schutz Hessen* 21: 89-113. Frankfurt/M.
- , –, SCHWAB, R. & HUTH, W. (2009): Das Dolden-Winterlieb (*Chimaphila umbellata*) in Hessen. – *Bot. Nat.schutz Hessen* 22: 107-141. Frankfurt/M.
- HÖHL, L. (1892): Rhönspiegel. Kulturgeschichtliche Bilder aus der Rhön. Arbeit, Sitten und Gebräuche der Rhöner. 2. Aufl., – Woerl's Reisebibliothek. Woerl, Würzburg, Wien: 233 S.
- HÖLZEL, N. (1999): Flora und Vegetation der Auewiesen im NSG "Lampertheimer Altrhein" - eine aktuelle Zustandsanalyse mit Hinweisen zur zukünftigen Pflege und Entwicklung. *Jahrbuch Nat.schutz in Hessen* 4:24-42.
- & OTTE, A. (2001): The impact of flooding-regime on the soil seed bank of flood-meadows. – *J. Veg. Sci.* 12: 209-218. New York.
- & – (2003): Restoration of a species-rich flood meadow by topsoil removal and diaspore transfer with plant material. – *Appl. Veg. Sci.* 6 (2): 131-140. New York, Oxford, Uppsala.
- , DONATH T. W., BISSELS S., OTTE A. (2002): Auengrünlandrenaturierung am Hessischen Oberrhein - Defizite und Erfolge nach 15 Jahren Laufzeit. – *Schr.reihe Veg.kd.* 36: 131-137. Hiltrup.
- , BISSELS, S., DONATH, T. W., HANDKE, K., HARNISCH, M. & OTTE, A. (2006): Renaturierung Von Stromtalwiesen Am Hessischen Oberrhein - Ergebnisse Eines E + E-Vorhabens Des Bundesamtes Für Naturschutz. – *Nat.schutz Biol. Vielfalt* 31: 1-263. Bonn-Bad Godesberg.
- HÜLS, J., OTTE, A. & ECKSTEIN, L. E. (2007): Population lifecycle and stand structure in dense and open stands of the introduced tall herb *Heracleum mantegazzianum*. – *Biol. Invasions* 9: 799 – 811. Heidelberg.
- ILLIES, J. H., PRODEHL, C., SCHMINCKE, H.-U. & SEMMEL, A. (1979): The Quaternary Uplift of the Rhenish Shield in Germany. – *Tectono-physics* 61: 197 – 225. Amsterdam.
- IMMEL, R. (1933): Beiträge zur Frühgeschichte der Nadelholzkultur und der Holzartenverbreitung in Hessen. – Dissertation Justus-Liebig-Universität Gießen.
- JORNS, W. (1965): Das Pfungstädter Moor, ein Archiv zur Geschichte der einstigen Vegetation. – In: *Pfungstadt – Vergangenheit und Gegenwart*. Mushakesche Verlagsanstalt, Trautheim: S. 151– 54.
- JUNGMANN, W. W. & BRÜCKNER, H., (2005): Die geologisch-geomorphologischen Grundlagen Hessens. – Dtsch.

- (2002): Bodenkarte Von Hessen 1:50000 – L6116 Darmstadt West.
- HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT (2010): Online in Internet:
URL: <http://www.statistik-hessen.de/regionalkarten> (Stand 15.04.2010).
- HEYL, F. (1929) Denkschrift über den Generalkulturplan für die Verbesserung der Wasser- und Bodenverhältnisse im gesamten hessischen Ried. – Darmstadt: 276 S.
- HIETEL, E. (2004): Methodik zur Erarbeitung standörtlicher und sozioökonomischer Indikatoren der Landnutzungsdynamik einer peripheren Region. – *Boden & Landschaft* 41: 1-205. Gießen.
- , WALDHARDT, R. & OTTE, A. (2004): Analysing land-cover changes in relation to environmental variables in Hesse, Germany. – *Landsc. Ecol.* 19: 473-489. Dordrecht.
- , – & – (2005): Linking socio-economic factors, environment and land cover in the German Highlands, 1945-1999. – *J. Environ. Manage.* 75: 133-143. London.
- , – & – (2007): Statistical modeling of land-cover changes based on key socio-economic indicators. – *Ecol. Econ.* 62: 496-507. Windsor, Beijing.
- HIRSCH, M. – & WOLTERS, V. (2003): Die Wildbienen (*Hymenoptera, Apidae*) der Gemarkung Erda (Lahn-Dill-Bergland, Mittelhessen). – *Hess. Faunist. Briefe* 22: 28-36. Darmstadt.
- , PFAFF, S. & WOLTERS, V. (2003): The influence of matrix type on flower visitors of *Centaurea jacea* L. – *Agric. Ecosyst. Environ.* 98: 331-337. Amsterdam.
- HODVINA S. & BUTTLER, K. P. (2002): Historische und aktuelle Verbreitung des Zwerggrases (*Mibora minima*) in Hessen. – *Bot. Nat.schutz Hessen* 14: 91-118. Frankfurt/M.
- , & CEZANNE, R. (2007a): Das Zwerg-Sonnenröschen (*Fumana procumbens*) in Hessen. – *Bot. Nat.schutz Hessen* 19: 43-67. Frankfurt/M.
- , – (2007b): Das Dünen-Steinkraut (*Alyssum montanum* subsp. *gmelinii*) in Hessen. – *Bot. Nat.schutz Hessen* 20: 25-51. Frankfurt/M.
- , – (2007c): Der Acker-Schwarzkümmel (*Nigella arvensis*) in Hessen. – *Bot. Nat.schutz Hessen* 20: 61-88. Frankfurt/M.
- , – (2008a): Das Badener Rispengras (*Poa badensis*) in Hessen. – *Bot. Nat.schutz Hessen* 21: 33-60. Frankfurt/M.
- , – (2008b): Die Sand-Radmelde (*Bassia laniflora*) in Hessen. – *Bot. Nat.schutz Hessen* 21: 89-113. Frankfurt/M.
- , –, SCHWAB, R. & HUTH, W. (2009): Das Dolden-Winterlieb (*Chimaphila umbellata*) in Hessen. – *Bot. Nat.schutz Hessen* 22: 107-141. Frankfurt/M.
- HÖHL, L. (1892): Rhönspiegel. Kulturgeschichtliche Bilder aus der Rhön. Arbeit, Sitten und Gebräuche der Rhöner. 2. Aufl., – Woerl's Reisebibliothek. Woerl, Würzburg, Wien: 233 S.
- HÖLZEL, N. (1999): Flora und Vegetation der Auewiesen im NSG "Lampertheimer Altrhein" - eine aktuelle Zustandsanalyse mit Hinweisen zur zukünftigen Pflege und Entwicklung. *Jahrbuch Nat.schutz in Hessen* 4:24-42.
- & OTTE, A. (2001): The impact of flooding-regime on the soil seed bank of flood-meadows. – *J. Veg. Sci.* 12: 209-218. New York.
- & – (2003): Restoration of a species-rich flood meadow by topsoil removal and diaspore transfer with plant material. – *Appl. Veg. Sci.* 6 (2): 131-140. New York, Oxford, Uppsala.
- , DONATH T. W., BISSELS S., OTTE A. (2002): Auengrünlandrenaturierung am Hessischen Oberrhein - Defizite und Erfolge nach 15 Jahren Laufzeit. – *Schr.reihe Veg.kd.* 36: 131-137. Hiltrup.
- , BISSELS, S., DONATH, T. W., HANDKE, K., HARNISCH, M. & OTTE, A. (2006): Renaturierung Von Stromtalwiesen Am Hessischen Oberrhein - Ergebnisse Eines E + E-Vorhabens Des Bundesamtes Für Naturschutz. – *Nat.schutz Biol. Vielfalt* 31: 1-263. Bonn-Bad Godesberg.
- HÜLS, J., OTTE, A. & ECKSTEIN, L. E. (2007): Population lifecycle and stand structure in dense and open stands of the introduced tall herb *Heracleum mantegazzianum*. – *Biol. Invasions* 9: 799 – 811. Heidelberg.
- ILLIES, J. H., PRODEHL, C., SCHMINCKE, H.-U. & SEMMEL, A. (1979): The Quaternary Uplift of the Rhenish Shield in Germany. – *Tectono-physics* 61: 197 – 225. Amsterdam.
- IMMEL, R. (1933): Beiträge zur Frühgeschichte der Nadelholzkultur und der Holzartenverbreitung in Hessen. – Dissertation Justus-Liebig-Universität Gießen.
- JORNS, W. (1965): Das Pfungstädter Moor, ein Archiv zur Geschichte der einstigen Vegetation. – In: *Pfungstadt – Vergangenheit und Gegenwart*. Mushakesche Verlagsanstalt, Trautheim: S. 151– 54.
- JUNGMANN, W. W. & BRÜCKNER, H., (2005): Die geologisch-geomorphologischen Grundlagen Hessens. – Dtsch.

- Bodenkd. Ges. 105: 7 – 11. Oldenburg.
- KALB, M., BARTELS, H., & AUGTER, G. (1985): Das Klima von Hessen – Standortkarte im Rahmen der Agrarstrukturellen Vorplanung, Teil II. – Deutscher Wetterdienst, Offenbach Wiesbaden.
- KALB, M. & VENT-SCHMIDT, V. (1981): Das Klima von Hessen - Standortkarte im Rahmen der Agrarstrukturellen Vorplanung, Teil I. – Deutscher Wetterdienst, Offenbach, Wiesbaden.
- KASCHKA, T. (1989): Bewirtschaftung des Dörnberg in Gegenwart und Vergangenheit. – GhK Kassel, Studienarbeit.
- KINDINGER, W. (1942): Beiträge zur Entwicklung der Kulturlandschaft in der zentralen Rhön vom Dreißigjährigen Krieg bis 1933. Fränkische Studien. – Mitt. Geogr. Ges. Würzburg N. F. 4: 125 S. Würzburg.
- KLAUSING, O. (1974): Die Naturräume Hessens + Karte 1:200 000. – Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz (Schr.reihe Hess. Landesanst. Umw.) 67: 43 S. Wiesbaden.
- (1988): Die Naturräume Hessens + Karte 1:200000. – Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz (Schr.reihe Hess. Landesanst. Umw.) 67: 43 S. Wiesbaden.
- KNAPP, R. (1946): Wälder und Landschaften der nördlichen Oberrheinebene. – (als Manuskript vervielfältigt) – Heidelberg. S. 1–54.
- KNOCH, K. (1950): Klima-Atlas von Hessen. 75 Karten, 9 Diagramme und Erläuterungen. – Deutscher Wetterdienst in der US-Zone.
- KOHL, M. (1978): Die Dynamik der Kulturlandschaft im oberen Lahn-Dillkreis. Wandlungen von Haubergswirtschaft und Ackerbau zu neuen Formen der Landnutzung in der modernen Regionalentwicklung. – Gießener Geogr. Schr. 45: 176 S. Gießen.
- KOLB, K.-H. (1996): Die Situation des Birkhuhns (*Tetrao tetrix*) in der bayerischen Rhön gestern und heute. – NNA-Berichte 96 (1): 32 – 42. Schneverdingen.
- (2001): Wie haben die natürliche Landschaftsentwicklung und/oder gezieltes Habitatmanagement die Populationen wichtiger Leitarten im NSG „Lange Rhön“, Biosphärenreservat Rhön, bayerischer Teil, beeinflusst? – 10 Jahre Biosphärenreservat Rhön – Artenschutz nur durch Nutzung? – Tagungsband einer Tagung am 9.3.2001 in Ehrenberg-Wüstensachsen. – Zoologische Gesellschaft Frankfurt von 1858 e.V. (ZGF) und Hessische Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz e.V. (HGON), Frankfurt/Main: S. 25 – 32.
- KOPERSKI, M., SAUER, M., BRAUN, W. & GRADSTEIN, S. R. (2000): Referenzliste der Moose Deutschlands. – Schr.reihe Veg.kd 34: 1-519. Hilstrup.
- KORNECK, D. (1974): Xerothermvegetation in Rheinland-Pfalz und Nachbargebieten. – Schr.reihe Veg.kd. 7: 1–196 + Tab. Hilstrup.
- (1987): Pflanzengesellschaften des Mainzer-Sand-Gebietes. – Mainzer Nat.wiss. Arch. 25: 135–200. Mainz.
- , SCHNITTLER, M., & VOLLMER, I. (1996): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (*Pteridophyta* und *Spermatophyta*) Deutschlands. – Schr.reihe Veg.kd. 28: 21–187. Hilstrup.
- & –, KLINGENSTEIN, F., LUDWIG, G., TAKLA, M., BOHN, U. & MAY, R. (1998): Warum verarmt unsere Flora? Auswertung der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Schr. f. Vegetationskde 29: 299 – 358. Bonn-Bad Godesberg.
- KORTE, E., GREGOR, T., HEIGL, E., KÖNIG, A. (2009): Erfassung der Gewässermakrophyten in Hessen. Untersuchung der Altarme und Altwässer von Rhein und Main. Untersuchung der Botanischen Vereinigung für Naturschutz in Hessen e. V.
- KROLUPPER, N. & SCHWABE, A. (1998): Ökologische Untersuchungen im Darmstadt-Dieburger Sandgebiet (Südhessen): Allgemeines und Ergebnisse zum Diasporen-Reservoir und -Niederschlag. – Bot. Nat.schutz Hessen 10: 9–39. Frankfurt/M.
- KUNZ, E. (2000): Die Dorfchronik der Gemeinde Eibach. – Heimatverein Eibach e. V., Dillenburg: 187 S.
- LANGE, G. L. (1948): Zusammenstellung der auf der Rhön-Exkursion (18. - 22. 5. 48) gefundenen Flechten. – Unveröffentlichtes Manuskript: 11 S.
- LANGHANS, T. M., STORM, C. & SCHWABE, A. (2009a): Biological soil crusts and their microenvironment: Impact on emergence, survival and establishment of seedlings. – Flora 204: 157–168. München.
- , – & – (2009b): Community assembly of biological soil crusts of different successional stages in a temperate sand ecosystem, as assessed by direct determination and enrichment techniques. – Microb. Ecol. 58: 394–407. New York.
- LOHMEYER, W. (1962): Zur Gliederung der Zwiebelzahnwurz (*Cardamine bulbifera*)-Buchenwälder im nördl. Rheinischen Schiefergebirge. – Mitt. Florist.-soziol.Arb.gem. N. F. 9: 187-193. Todenmann über Rinteln.

- & BOHN, U. (1972): Karpatenbirkenwälder als kennzeichnende Gehölzgesellschaften der Hohen Rhön und ihre Schutzwürdigkeit. – Nat. Landsch. 47 (7): 196 - 200. Stuttgart.
- LÖTSCHERT, W. (1950): Ökologische Studien in Bergsträßer Kiefern- und Buchenwäldern mit besonderer Berücksichtigung des pH-Faktors und des Grenzproblems. – Dissertation Frankfurt/Main.
- MENSCHING, H. (1960): Geomorphologie der Hohen Rhön und ihres südlichen Vorlandes. – Würzburger Geogr. Arb. 7: 1 - 39. Würzburg.
- MEYNEN, E. & SCHMITHÜSEN, J. (Hrsg.) (1953 ff): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands (Erste Lieferung 1953, darin Übersichtskarte der BRD und DDR). – Bundesanstalt für Landeskunde, Remagen: 136 S.
- & – (1953-1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. – Bad Godesberg.
- MOLLENHAUER, K. (2005): Das Klima in Hessen und im rheinland-pfälzischen Rheinhessen. – Dtsch. Bodenkd. Ges. 105: 12 - 20. Oldenburg.
- MÜLLER-WESTERMEIER, G. (1990): Klimadaten der Bundesrepublik Deutschland Zeitraum 1951 - 1980 (Temperatur, Luftfeuchte, Niederschlag, Sonnenschein, Bewölkung). – Deutscher Wetterdienst (Selbstverlag), Offenbach: 289 S.
- , KREIS, A., DITTMANN E. (1999): Klimaatlas Bundesrepublik Deutschland – Teil 1. Deutscher Wetterdienst (Selbstverlag), Offenbach.
- NATURPLAN (1997): Rahmenpflegeplan für das Naturschutzgebiet Kalksandkiefernwald bei Bickenbach, Pfungstadt und Seeheim-Jugenheim. Unveröff. Gutachten im Auftrag des RP Darmstadt.
- NÖHLES, I. (2000): Landnutzungsklassifikation mit multitemporalen Landsat TM-Szenen in einer kleinstrukturierten Agrarregion. – Boden & Landschaft 32: 1-173. Gießen.
- NOWAK, B. (1988): Die extensive Landwirtschaft im Lahn-Dill Bergland - Historische und soziale Hintergründe, landschaftsökologische Auswirkungen, Bedeutung für den Naturschutz. – Oberhessische Nat.wiss. Z. 50: 49-72. Gießen.
- (1992): Beiträge zur Kenntnis der Vegetation des Gladenbacher Berglands: II. Die Wiesengesellschaften der Klasse *Molionio-Arrhenateria*. – Bot. Nat.schutz Hessen 6: 5-71. Frankfurt/M.
- & WEDRA, C. (1988): Beiträge zur Kenntnis der Vegetation des Gladenbacher Berglands: I. Die Ackerunkrautgesellschaften. – Philippia 6 (1): 36-80. Kassel.
- OBERDORFER, E. (Hrsg.) (1992, 1993): Süddeutsche Pflanzengesellschaften II, IV. 2., 3. Aufl. – Fischer, Stuttgart.
- (Hrsg.) (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. 8., stark überarb. und erg. Aufl., – Ulmer, Stuttgart: 1051 S.
- OTTE, A. & MAUL, P. (2005): Verbreitungsschwerpunkte und Strukturelle Einnischung der Stauden-Lupine (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) in Bergwiesen der Rhön. – Tuexenia 25: 151 - 182. Göttingen.
- , GINZLER, O., WALDHARDT, R. & SIMMERING, D. (2008): Die Allmendeweide "NSG Kanzelstein bei Eibach" (Lahn-Dill Kreis, Hessen): Wandel und Zustand eines Biotopkomplexes der vorindustriellen Kulturlandschaft. – Tuexenia 28: 151-184. Göttingen.
- , OBERT, S., VOLZ, H. & WEIGAND, E. (2002): Effekte von Beweidung auf *Lupinus polyphyllus* Lindl. in Bergwiesen des Biosphärenreservates Rhön. – In: KOWARIK, I. & STARFINGER, U. (Hrsg.): Biologische Invasionen. Herausforderung zum Handeln? – Neobiota 1: 101 – 133. Berlin.
- PHILIPPI, G. (1972): Sandfluren, Steppenrasen und Saumgesellschaften der Schwetzinger Hardt. – Veröff. Landesstelle Nat.rschutz Landsch.spfl. Baden-Württ. 39: 67–128. Ludwigsburg.
- PLANUNGSBÜRO GREBE (1995): Biosphärenreservat Rhön – Rahmenkonzept für Schutz, Pflege und Entwicklung. – Neumann, Radebeul: 402 S.
- PLETSCH, A. (1989): III. Hessen. – Wissenschaftliche Länderkunden 8: 250 S. Darmstadt.
- POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 2. überarb. und stark erw. Aufl., –Ulmer, Stuttgart: 622 S.
- PURTAUF, T., DAUBER, J. & WOLTERS, V. (2004). Carabid communities in the spatio-temporal mosaic of a rural landscape. – Landsc. Urban Plan. 67: 185-193. Amsterdam.
- RANKE, W. (1980): Hauberg und Eisen: Landwirtschaft und Industrie im Siegerland um 1900. – Schirmer/Mosel, München: 41 S.
- REGER, B., OTTE, A. & WALDHARDT, R. (2007): Identifying patterns of land-cover change and their physical attributes in a marginal European landscape. – Landsc. Urban Plan. 81: 104–113. Amsterdam.
- , SHERIDAN, P., SIMMERING, D., OTTE, A. & WALDHARDT, R. (2009): Potential effects of direct transfer

- payments on farmland habitat diversity in a marginal European landscape. – Environ. Manage. 43: 1026–1038. New York.
- REGIERUNGSPRÄSIDIUM DARMSTADT (2010): <http://www.kuehkopf.hessen.de/>
- REIMANN, S., GROBE-BRAUCKMANN, G., BOHN, U. & MÜLLER, F. (1997): Naturschutzgebiet Rotes Moor im Biosphärenreservat Rhön. – Stiftung Hessischer Naturschutz, Wiesbaden: 54 S.
- RÖHM, H. (1962): Die Vererbung des landwirtschaftlichen Grundeigentums in der Bundesrepublik Deutschland. – In: OTREMBA, E. (Hrsg.): Atlas der deutschen Agrarlandschaft. Steiner, Wiesbaden.
- SABEL, K.-J. (2005): Die Bodenlandschaften Hessens. – Dtsch. Bodenk. Ges. 105: 21 - 26. Oldenburg.
- SCHENK, W. (1993): Strukturverbessernde Programme für die bayerische Rhön im 19. und 20. Jh. – zur Kontinuität von Planungsideen (1). – In: AKADEMIE FÜR RAUMFORSCHUNG UND LANDESPLANUNG (ARL) (Hrsg.): Biosphärenreservat Rhön – Beiträge zu einer Raumnutzungskonzeption für die Rhön. Hannover: 49 – 62.
- SCHMITT, G. E. (1990): Naturkundliche Wanderungen in Hessen. – Hitzeroth, Marburg: 158 S.
- SCHNEDLER, W. (1987): Bericht über die 36. Tagung der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft vom 25. bis 29. 7. 1986 in Wetzlar. – Tuexenia 7: 515-520. Göttingen.
- SCHOLZ, H. (1971): Gegenwärtige Kenntnisse über die Verbreitung der *Calamagrostis phragmitoides* Hartm. (Purpureitragras) in Mitteleuropa. – Philippia 1/2: 85 – 90. Kassel.
- SCHOLZ, P. (2000): Katalog der Flechten und flechtenbewohnenden Pilze Deutschlands. – Schr.reihe Veg.kd. 31: 1–298. Hiltrup.
- SCHÖNFELDER, P. & BRESINSKY, A. (1990): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. – Ulmer, Stuttgart: 752 S.
- SCHOTTE, M. & FELIX-HENNINGSEN, P. (1999): Anwendung des Georadars zur Erhebung der Verbreitung und Eigenschaften periglaziärer Lagen im Lahn-Dill-Bergland. – Z. Kult.tech. Landentwicl. 40 (5/6): 220–228. Berlin.
- SCHULZE-VON HANXLEDEN, P. (1972): Extensivierungserscheinungen in der Agrarlandschaft des Dillgebietes. – Marburger Geogr. Schriften 54: 326 S. Marburg.
- SCHWABE, A. & KRATOCHWIL, A. (2009): Renaturierung von Sandökosystemen im Binnenland. – In: ZERBE, S. & WIEGLEB, G. Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa. – Spektrum, Heidelberg: 235–263.
- , STORM, C., ZEUCH, M., KLEINE-WEISCHADE, H. & KROLOPPER, N. (2000): Sandökosysteme in Südhessen: Status quo, jüngste Veränderungen und Folgerungen für Naturschutz-Maßnahmen. – Geobot. Kolloq. 15: 25–45. Solingen.
- , ZEHM, A., EICHBERG, C., STROH, M., STORM, C. & KRATOCHWIL, A. (2004 a): Extensive Beweidungssysteme als Mittel zur Erhaltung und Restitution von Sand-Ökosystemen und ihre naturschutzfachliche Bedeutung. – Schr.reihe Landsch.pfl. Nat.sch. 78: 63–92. Bonn-Bad Godesberg.
- , –, NOBIS, M., STORM, C. & SÜSS, K. (2004 b): Auswirkungen von Schaf-Erstbeweidung auf die Vegetation primär basenreicher Sand-Ökosysteme. – In: SCHWABE, A. & KRATOCHWIL, A. (Hrsg.): Beweidung und Restitution als Chancen für den Naturschutz? – NNA-Ber. 17: 39–53. Schneverdingen.
- SIMMERING, D. (2006): Muster der Phytodiversität in einer kleinstrukturierten Mittelgebirgsregion - vom Habitat zur Landschaft. – Dissertation Universität Gießen.
- , WALDHARDT, R. & OTTE, A. (2001): Syndynamik und Ökologie von Besenginsterbeständen des Lahn-Dill-Berglands unter Berücksichtigung ihrer Genese aus verschiedenen Rasengesellschaften. – Tuexenia 21: 51-89. Göttingen.
- SPIERER, M. (1994): Vegetationskundliche und paläoökologische Untersuchungen zur Rekonstruktion prähistorischer und historischer Landnutzungen im südlichen Rothaargebirge. – Abh. Westfäl. Mus. Nat.kd. 56 (3/4): 1-174. Münster.
- & POTT, R. (1995): Paläobotanische Untersuchungen zur Entwicklung prähistorischer und historischer Waldfeldbausysteme im Lahn-Dill-Bergland. – In: PINSKER, B. H. (Hrsg.): Eisenland - Zu den Wurzeln der nassauischen Eisenindustrie. Verlag des Vereins für Nassauische Altertumskunde und Geschichtsforschung, Wiesbaden: 235–256.
- SSYMANK, A., HAUKE, U., RÜCKRIEM, C. & SCHRÖDER, E. (1998): Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. – Schr.reihe Landsch.pfl. Nat.schutz 53: 1–560. Bonn-Bad Godesberg.
- STÄNDIGE ARBEITSGRUPPE DER BIOSPHÄRENRESERVATE IN DEUTSCHLAND & BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (1995): Biosphärenreservate in Deutschland. Leitlinien für Schutz, Pflege und Entwicklung. – Springer, Heidelberg: 377 S.

- STORM, C., HERGET, I., KAPPES, J. & VORMWALD, B. (1998): Nährstoffökologische Untersuchungen im Darmstadt-Dieburger Sandgebiet in (teilweise ruderalisierten) Sandpionierfluren und -rasen. – Bot. Nat.schutz Hessen 10: 41–85. Frankfurt/M.
- & SÜSS, K. (2008): Are low-productive plant communities responsive to nutrient addition? Evidence from sand pioneer grassland. – J. Veg. Sci. 19: 343–354. New York.
- STREITFERT, A. & GRÜNHAGE, L. (2010): Klimawandel und Pflanzenphänologie in Hessen. –Gefährst. Reinhalt. L. 70: 129–134. Düsseldorf.
- STREITZ, H. (1967): Bestockungswandel in Laubwaldgesellschaften des Rhein-Main-Tieflandes und der hessischen Rheinebene. – Dissertation Hannover-Münden. 305 S.
- STROH, M. (2006): Vegetationsökologische Untersuchungen zur Restitution von Sand-Ökosystemen. – Dissertation Technische Universität Darmstadt.
<http://elib.tu-darmstadt.de/diss/000813>
- , STORM, C., ZEHM, A. & SCHWABE, A. (2002): Restorative grazing as a tool for directed succession with diaspore inoculation: the model of sand ecosystems. – Phytocoenologia 32: 595–625. Berlin, Stuttgart.
- , – & SCHWABE, A. (2007): Untersuchungen zur Restitution von Sandtrockenrasen: das Seeheim-Jugenheim-Experiment in Südhessen (1999-2005). – Tuexenia 27: 287–306. Göttingen.
- SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (Hrsg.) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. – Schweitzerbart, Stuttgart: 622 S.
- SÜSS, K. (2004): Fraß- und Raumnutzungsverhalten bei sukzessiver Multispecies-Beweidung mit Wiederkäuern (Schafe) und Nicht-Wiederkäuern (Esel) in Sand-Ökosystemen. – In: SCHWABE, A. & KRATOCHWIL, A. (Hrsg.): Beweidung und Restitution als Chancen für den Naturschutz? – NNA-Ber. 17: 127–132. Schneverdingen.
- & SCHWABE, A. (2007): Sheep versus donkey grazing or mixed treatment: results from a 4-year field experiment in *Armerio-Festucetum trachyphyllae* sand vegetation. – Phytocoenologia 37: 1–26. Berlin, Stuttgart.
- , STORM, C. & SCHWABE, A. (2009): Is the different diet selection by sheep and donkeys a tool for the management of threatened sand vegetation? – Tuexenia 29: 181–197. Göttingen.
- , –, – (2010): Sukzessionslinien in basenreicher offener Sandvegetation des Binnenlandes: Ergebnisse aus Untersuchungen von Dauerbeobachtungsflächen – Tuexenia 30. Göttingen.
- , –, ZEHM, A. & SCHWABE, A. (2004): Succession in inland sand ecosystems: which factors determine the occurrence of the tall grass species *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth and *Stipa capillata* L.? – Plant Biol. 6: 465–476. Oxford.
- SZIBALSKI, M. (2000): Großmaßstäbige Regionalisierung labiler Bodenkennwerte in standörtlich hochdiversen Kulturlandschaften. – Boden & Landschaft 33: 1-204. Gießen.
- TEUBER, D. (1998): Felsgrusgesellschaften (Sedo-Scleranthetalia) im mittleren Lahn-Tal und im Gladenbacher Bergland. – Bot.Nat.schutz Hessen 10: 121-154. Frankfurt.
- THIELE, J., ISERMANN, M., OTTE, A. & KOLLMANN, J. (2010): Competitive displacement or biotic resistance? Disentangling relationships between community diversity and invasion success of tall herbs and shrubs. – J. Veg. Sci. 21: 213-220. New York.
- UMWELTATLAS HESSEN: <http://atlas.umwelt.hessen.de/atlas/>
- UMWELTBUNDESAMT (2007): Neue Ergebnisse zu regionalen Klimaänderungen - Das statistische Regionalisierungsmodell WETTREG. Dessau.
 URL: <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/Regionale-Klimaänderungen.pdf>
- VISSER, U., VOLZ, H., JOHST, K., WINKLER, E. & WISSEL, C. (2001): Lupine invasion on poor meadows. – Verh. Ges. Ökol. 31: 332 S. Basel.
- VOLK, O. H. (1931): Beiträge zur Ökologie der Sandvegetation der oberrheinischen Tiefebene. – Z. Bot. 24: 81–185. Stuttgart.
- VOLZ, H. (2003): Ursachen und Auswirkungen der Ausbreitung von *Lupinus polyphyllus* Lindl. im Bergwiesenökosystem der Rhön und Maßnahmen zur Regulierung. – Dissertation Justus-Liebig-Universität Gießen. 140 S.
- & OTTE, A. (2001): Occurrence and spreading ability of *Lupinus polyphyllus* Lindl. in the Hochrhoen area. – In: KOWARIK, I. & STARFINGER, U. (Hrsg.): Biological Invasions in Germany – A Challenge to Act ? – Contributions and Results of a Conference in Berlin October 4th – 7th, 2000. – BfN-Skripten 32: 97 – 98. Bonn–Bad Godesberg.

- WAGNER, J. (1961): Hessen. Hams Landeskunde. München. Band I.
- WALDHARDT, R. (2003): Die Bedeutung von Landnutzungsdynamik für die Vielfalt der Ackerwildkrautflora. – *Nova Acta Leopoldina NF 87*: 237–247. Stuttgart.
- (2007): Segetalvegetation in den Spannungsfeldern von intensiver Produktion und Nutzungsaufgabe, Agrarpolitik und Naturschutz sowie Forschung und Praxis. – *Inf.dienst Nat.schutz Niedersachsen 27(2)*: 114–120. Hannover.
- & OTTE, A. (2003): Indicators of plant species and community diversity in grasslands. – *Agric. Ecosyst. Environ.* 98: 339–351. Amsterdam.
- & OTTE, A. (2009): Indikatoren der floristischen Vielfalt im Hanggrünland des nordwestlichen Lahn-Dill-Gebiets (Hessen, Deutschland). – *Forstarchiv 80*: 241–250. Alfeld.
- , SIMMERING, D. & OTTE, A. (2004): Estimation and prediction of plant species richness in a mosaic landscape. – *Landscape Ecol.* 19: 211–226. Dordrecht.
- , FUHR-BOBENDORF, K., OTTE, A., SCHMIDT, J. & SIMMERING, D. (1999): Typisierung, Lokalisierung und Regionalisierung von Vegetationspotentialen einer peripheren Kulturlandschaft. – *Z. Kult.tech. Landentwicl.* 40 (5/6): 246–252. Berlin.
- , –, –, –, & – (2000): Floristisch-phytozoenotische Diversitäten einer peripheren Kulturlandschaft in Abhängigkeit von Landnutzung, Raum und Zeit. – *Agrarspectrum 31*: 121–147. Frankfurt/a.M.
- WEIDNER, E. (1990): Bodenkarte der nördlichen Oberrheinebene 1 : 50 000. – Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden.
- WELLSTEIN, C., OTTE, A. & WALDHARDT, R. (2007): Impact of site and management on the diversity of Central European mesic grassland. – *Agric. Ecosyst. Environ.* 122: 203–210. Amsterdam.
- WESSELS, S., EICHBERG, C., STORM, C. & SCHWABE, A. (2008): Do plant-community-based grazing regimes lead to epizoochorous dispersal of high proportions of target species? – *Flora 203 (4)*: 304–326. München.
- WESSELS-DE WIT, S. & SCHWABE, A. (2010): The fate of sheep-dispersed seeds: plant species emergence and spatial patterns. – *Flora 205*. München.
- WEYL, R. (Hrsg.) (1980): *Geologischer Führer Gießen und Umgebung*. 2. Aufl. – Mittelhessische Druck- u. Verlagsgesellschaft, Gießen.
- WIRTH, V. (1969): Zur Floristik mitteleuropäischer Flechten I: Bayerisch-Böhmischer Wald und Rhön. – *Herzogia 1*: 337–343. Berlin, Stuttgart.
- (1972): Die Silikatflechten-Gemeinschaften im außeralpinen Zentraleuropa. – *Diss. Bot.* 17: 1–306. Lehre.
- (1975): Neue und bemerkenswerte Flechtenfunde in Deutschland. – *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 46: 111–123. München.
- (1990): Neufunde von Flechten in Baden-Württemberg und anderen Regionen Deutschlands. – *Herzogia 8*: 305–334. Berlin, Stuttgart.
- WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Ulmer, Stuttgart: 765 S.
- WOLTERS, V., DAUBER, J., HIRSCH, M. & STEINER, N. (1999): Diversität der Fauna im Landnutzungs mosaik einer peripheren Region. – *Z. Kult.tech. Landentwicl.* 40 (5/6): 253–257. Berlin.
- ZANDER, E. (1930): Die Bienenweide. Ihre heutige Verfassung und die Möglichkeiten ihrer Verbesserung. – Ulmer, Stuttgart: 152 S.
- ZEHM, A. (2004): Praktische Erfahrungen zur Pflege von Sand-Ökosystemen durch Beweidung und ergänzende Maßnahmen. In: *Beweidung und Restitution als Chancen für den Naturschutz?* – In: SCHWABE, A. & KRATOCHWIL, A. (Hrsg.) *Beweidung und Restitution als Chancen für den Naturschutz?* – *NNA-Ber.17*: 221–232. Schneverdingen.
- , SÜSS, K., EICHBERG, C. & HÄFELE, S. (2004): Effekte der Beweidung mit Schafen, Eseln und Wollschweinen auf die Vegetation von Sand-Ökosystemen. – In: SCHWABE, A. & KRATOCHWIL, A. (Hrsg.) *Beweidung und Restitution als Chancen für den Naturschutz?* – *NNA-Ber.17*: 111–125. Schneverdingen.
- & ZIMMERMANN, K. (2004): Sandgebiete in der hessischen Oberrheinebene: Untersuchungsflächen und Untersuchungsansatz des BMBF-Projektes „Sandökosysteme im Binnenland“. – In: SCHWABE, A. & KRATOCHWIL, A. (Hrsg.) *Beweidung und Restitution als Chancen für den Naturschutz?* – *NNA-Ber.17*: 15–26. Schneverdingen.
- ZEUCH, M. (1997): Pflanzensoziologische Untersuchungen der Kalksandkiefernwälder und -forsten unter besonderer Berücksichtigung jüngster Veränderungen. – Diplomarbeit TH Darmstadt, FB 10 Biologie.

5 Autorenverzeichnis

Kapitel 2

Prof. Dr. Dr. Annette OTTE
Justus-Liebig-Universität Gießen
IFZ - Interdisziplinäres Forschungszentrum für Umweltsicherung
Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung
Heinrich-Buff-Ring 26-32
35392 Gießen
Email: landschaftsoekologie@umwelt.uni-giessen.de

Prof. Dr. Ludger GRÜNHAGE
IFZ - Interdisziplinäres Forschungszentrum für Umweltsicherung
Institut für Pflanzenökologie
Justus-Liebig-Universität Gießen
Heinrich-Buff-Ring 26-32 (IFZ)
D-35392 Gießen
Email: Ludger.Gruenhagen@bot2.bio.uni-giessen.de

Dr. Konrad MOLLENHAUER
IFZ - Interdisziplinäres Forschungszentrum für Umweltsicherung
Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement
Heinrich-Buff-Ring 26-32
Email: Konrad.Mollenhauer@umwelt.uni-giessen.de

Prof. Dr. Karl-Josef SABEL
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden
Email: k.sabel@hlug.de

Dipl. Biol. Anita STREIFERT
IFZ - Interdisziplinäres Forschungszentrum für Umweltsicherung
Institut für Pflanzenökologie
Justus-Liebig-Universität Gießen
Heinrich-Buff-Ring 26-32 (IFZ)
D-35392 Gießen

Dipl. Biol. Beatrix MATONETT
Justus-Liebig-Universität Gießen
IFZ - Interdisziplinäres Forschungszentrum für Umweltsicherung
Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung
Heinrich-Buff-Ring 26-32
35392 Gießen
Email: Landschaftsoekologie@umwelt.uni-giessen.de

Kapitel 3

Exkursion 1

Dr. Tobias W. DONATH
Justus-Liebig-Universität Gießen
IFZ - Interdisziplinäres Forschungszentrum für Umweltsicherung
Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung
Heinrich-Buff-Ring 26-32
35392 Gießen
Email: Tobias.Donath@umwelt-uni.giessen.de

Dipl. -Ing. Forst. Ralph BAUMGÄRTEL
Forsthaus Knoblochsau
64560 Riedstadt
Email: infozentrum.kuehkopf@t-online.de

Exkursion 2

Prof. Dr. Angelika SCHWABE
Technische Universität Darmstadt
Fachbereich Biologie
Vegetationsökologie
Schnittspahnstrasse 4
D-64287 Darmstadt
Email: Schwabe@bio.tu-darmstadt.de

Dr. Karin SÜSS
Technische Universität Darmstadt
Fachbereich Biologie
Vegetationsökologie
Schnittspahnstrasse 4
D-64287 Darmstadt
Email: Suess@bio.tu-darmstadt.de

Dr. Christian STORM
Technische Universität Darmstadt
Fachbereich Biologie
Vegetationsökologie
Schnittspahnstrasse 4
D-64287 Darmstadt
E-Mail: Storm@bio.tu-darmstadt.de

Dr. Michael STROH
Landkreis Darmstadt-Dieburg
Jägertorstraße 207
64289 Darmstadt
E-Mail: M.Stroh@LaDaDi.de

Dr. Karsten BÖGER
Naturplan
An der Eschollmühle 30
64297 Darmstadt
E-Mail: naturplan@arcor.de

Rainer CEZANNE
Institut für angewandte Vegetationskunde
und Landschaftsökologie
Lagerstraße 14
64297 Darmstadt
E-Mail: info@iavl.de

Exkursion 3

PD Dr. Rainer WALDHARDT

Justus-Liebig-Universität Gießen

IFZ - Interdisziplinäres Forschungszentrum für Umweltsicherung

Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung

Heinrich-Buff-Ring 26-32

35392 Gießen

Email. Rainer.Waldhardt@umwelt.uni-giessen.de

Exkursion 4

Prof. Dr. Dr. Annette OTTE (siehe Kapitel 2)

6 Anhang

Rote-Liste-Status		
	Nomenklatur (Wisskirchen & Haeupler 1998)	
V	<i>Helianthemum nummularium</i>	3
	subsp. <i>nummularium</i>	
3	<i>Helichrysum arenarium</i>	3
2	<i>Heliotropium europaeum</i>	0
2	<i>Herminium monorchis</i>	0
R	<i>Hieracium arvicola</i>	1
3	<i>Hieracium auriculoides</i>	2
R	<i>Hieracium bifidum</i>	0
R	<i>Hieracium calodon</i>	0
V	<i>Hieracium cymosum</i>	3
R	<i>Hieracium diaphanoides</i>	3
0	<i>Hieracium euchaetium</i>	V
R	<i>Hieracium fallacinum</i>	2
R	<i>Hieracium fallax</i>	2
G	<i>Hieracium flagellare</i>	V
R	<i>Hieracium flagelliferum</i>	V
R	<i>Hieracium glomeratum</i>	2
0	<i>Hieracium guthnickianum</i>	2
3	<i>Hieracium heterodoxum</i>	1
R	<i>Hieracium lactucella</i>	3
R	<i>Hieracium laurinum</i>	3
R	<i>Hieracium leptophyton</i>	G
G	<i>Hieracium onosmoides</i>	0
0	<i>Hieracium peleterianum</i>	3
R	<i>Hieracium prenanthoides</i>	3
0	<i>Hieracium prussicum</i>	0
0	<i>Hieracium pseudomagyaricum</i>	3
R	<i>Hieracium rothianum</i>	0
R	<i>Hieracium saxifragum</i>	0
0	<i>Hieracium schmidtii</i>	0
R	<i>Hieracium sulphureum</i>	3
R	<i>Hieracium vulgatum</i>	3
R	<i>Hieracium wiesbaurianum</i>	2
V	<i>Hieracium zizianum</i>	2
3	<i>Hippocrepis comosa</i>	V
3	<i>Hippuris vulgaris</i>	2
3	<i>Hordeum secalinum</i>	2
3	<i>Hottonia palustris</i>	2
3	<i>Huperzia selago</i>	R
3	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	2
		0
		3
		3
		0
		1
		2
		0
		3
		2
		V
		2
		3
		V
		V
		2
		1
		3
		3
		G
		0
		3
		3
		0
		3
		3
		3
		3
		2
		3
		3
		3
		2
		3
		0
		0
		R
		R
		0
		3
		3
		2
		V
		2
		2
		R
		2
		0

3	<i>Leucojum vernum</i>	3	<i>Misopates orontium</i>
V	<i>Lilium martagon</i>	2	<i>Moenchia erecta</i>
V	<i>Limosella aquatica</i>	2	<i>Moneses uniflora</i>
1	<i>Linaria arvensis</i>	3	<i>Montia fontana</i> subsp. <i>amporitana</i>
R	<i>Linaria repens</i>	V	<i>Montia fontana</i> subsp. <i>chondrosperma</i>
0	<i>Lindernia procumbens</i>	3	<i>Montia fontana</i> subsp. <i>fontana</i>
0	<i>Linnaea borealis</i>	3	<i>Muscari comosum</i>
R	<i>Linum leonii</i>	3	<i>Muscari neglectum</i>
3	<i>Linum perenne</i>	3	<i>Najas marina</i>
2	<i>Linum tenuifolium</i>	3	<i>Najas minor</i>
0	<i>Liparis loeselii</i>	3	<i>Nepeta cataria</i>
3	<i>Lithospermum arvense</i> subsp. <i>arvense</i>	1	<i>Neslia paniculata</i>
G	<i>Lithospermum arvense</i> subsp. <i>sibthorpiana</i>	1	<i>Nigella arvensis</i>
3	<i>Lithospermum officinale</i>	0	<i>Nonea pulla</i>
V	<i>Lithospermum purpureoacerulea</i>	3	<i>Nymphaea alba</i>
2	<i>Littorella uniflora</i>	2	<i>Nymphoides peltata</i>
0	<i>Lolium remotum</i>	2	<i>Odontites luteus</i>
0	<i>Lolium temulentum</i>	2	<i>Odontites vernus</i>
V	<i>Lotus tenuis</i>	V	<i>Oenanthe aquatica</i>
0	<i>Ludwigia palustris</i>	2	<i>Oenanthe fistulosa</i>
0	<i>Luronium natans</i>	1	<i>Oenanthe lachenalii</i>
2	<i>Lycopodiella inundata</i>	2	<i>Oenanthe peucedanifolia</i>
V	<i>Lycopodium annotinum</i>	0	<i>Oenanthe silaifolia</i>
3	<i>Lycopodium clavatum</i>	0	<i>Onobrychis arenaria</i>
0	<i>Lycopus exaltatus</i>	2	<i>Ophioglossum vulgatum</i>
0	<i>Lysimachia thyrsoiflora</i>	V	<i>Ophrys apifera</i>
2	<i>Lythrum hyssopifolia</i>	0	<i>Ophrys araneola</i>
V	<i>Malus sylvestris</i>	1	<i>Ophrys holoserica</i>
2	<i>Malva pusilla</i>	V	<i>Ophrys insectifera</i>
1	<i>Marrubium vulgare</i>	0	<i>Ophrys sphegodes</i>
0	<i>Marsilea quadrifolia</i>	0	<i>Orchis coriophora</i>
3	<i>Medicago minima</i>	V	<i>Orchis mascula</i>
2	<i>Melampyrum arvense</i>	3	<i>Orchis militaris</i>
2	<i>Melampyrum cristatum</i>	2	<i>Orchis morio</i>
1	<i>Melampyrum sylvaticum</i>	0	<i>Orchis palustris</i> subsp. <i>elegans</i>
0	<i>Melica picta</i>	0	<i>Orchis palustris</i> subsp. <i>palustris</i>
0	<i>Melilotus dentatus</i>	3	<i>Orchis purpurea</i>
0	<i>Melittis melissophyllum</i>	V	<i>Orchis tridentata</i>
2	<i>Mentha pulegium</i>	2	<i>Orchis ustulata</i>
3	<i>Mentha suaveolens</i>	0	<i>Orlaya grandiflora</i>
G	<i>Menyanthes trifoliata</i>	V	<i>Ornithopus perpusillus</i>
2	<i>Meum athamanticum</i>	2	<i>Orobanche alba</i>
2	<i>Mibora minima</i>	R	<i>Orobanche alsatica</i> subsp. <i>libanotidis</i>
3	<i>Minuartia hybrida</i>	0	<i>Orobanche amethystea</i>
0	<i>Minuartia rubra</i>	2	<i>Orobanche arenaria</i>
0	<i>Minuartia viscosa</i>	3	<i>Orobanche caryophyllacea</i>
		2	<i>Orobanche elatior</i>
		R	<i>Orobanche hederæ</i>

3	<i>Orobanche lutea</i>	0	<i>Potamogeton praelongus</i>
1	<i>Orobanche picridis</i>	3	<i>Potamogeton pusillus</i>
3	<i>Orobanche purpurea</i>	3	<i>Potamogeton trichoides</i>
0	<i>Orobanche ramosa</i>	G	<i>Potamogeton x angustifolius</i>
3	<i>Orobanche rapum-genistae</i>	2	<i>Potentilla alba</i>
R	<i>Orobanche reticulata</i>	2	<i>Potentilla heptaphylla</i>
3	<i>Orthilia secunda</i>	3	<i>Potentilla incana</i>
2	<i>Osmunda regalis</i>	R	<i>Potentilla micrantha</i>
0	<i>Papaver hybridum</i>	2	<i>Potentilla palustris</i>
3	<i>Parietaria officinalis</i>	2	<i>Potentilla rupestris</i>
2	<i>Parnassia palustris</i>	3	<i>Potentilla x subarenaria</i>
1	<i>Pedicularis palustris</i>	V	<i>Prunella grandiflora</i>
2	<i>Pedicularis sylvatica</i>	2	<i>Prunella laciniata</i>
3	<i>Peplis portula</i>	R	<i>Prunus padus</i> subsp. <i>petraea</i>
2	<i>Peucedanum alsaticum</i>	2	<i>Pseudognaphalium luteoalbum</i>
V	<i>Peucedanum cervaria</i>	3	<i>Pseudolysimachion longifolium</i> subsp. <i>maritimum</i>
3	<i>Peucedanum officinale</i>	2	<i>Pseudolysimachion spicatum</i>
2	<i>Peucedanum oreoselinum</i>	1	<i>Pseudorchis albida</i>
3	<i>Peucedanum palustre</i>	3	<i>Puccinellia limosa</i>
3	<i>Phleum arenarium</i>	3	<i>Pulicaria dysenterica</i>
2	<i>Phleum paniculatum</i>	3	<i>Pulicaria vulgaris</i>
3	<i>Phleum phleoides</i>	0	<i>Pulmonaria angustifolia</i>
2	<i>Phyteuma orbiculare</i>	1	<i>Pulmonaria mollis</i>
3	<i>Phyteuma x adulterinum</i>	V	<i>Pulmonaria montana</i>
1	<i>Pilularia globulifera</i>	3	<i>Pulsatilla vulgaris</i>
1	<i>Pinguicula vulgaris</i>	2	<i>Pyrola chlorantha</i>
2	<i>Plantago maritima</i>	1	<i>Pyrola media</i>
3	<i>Platanthera bifolia</i>	V	<i>Pyrola minor</i>
R	<i>Pleurospermum austriacum</i>	3	<i>Pyrola rotundifolia</i>
2	<i>Poa badensis</i>	R	<i>Quercus x calvescens</i>
G	<i>Polemonium caeruleum</i>	1	<i>Radiola linoides</i>
0	<i>Polycnemum arvense</i>	2	<i>Ranunculus arvensis</i>
0	<i>Polycnemum majus</i>	3	<i>Ranunculus circinatus</i>
3	<i>Polygala amarella</i>	1	<i>Ranunculus hederaceus</i>
V	<i>Polygala comosa</i>	2	<i>Ranunculus lingua</i>
3	<i>Polygala serpyllifolia</i>	R	<i>Ranunculus rionii</i>
R	<i>Polygala vulgaris</i> subsp. <i>collina</i>	2	<i>Rapistrum rugosum</i>
V	<i>Polygala vulgaris</i> subsp. <i>oxyptera</i>	V	<i>Rhinanthus alectorolophus</i>
1	<i>Polystichum braunii</i>	2	<i>Rhinanthus angustifolius</i>
2	<i>Polystichum setiferum</i>	2	<i>Rhinanthus glacialis</i>
3	<i>Populus nigra</i>	1	<i>Rhynchospora alba</i>
3	<i>Potamogeton acutifolius</i>	0	<i>Rhynchospora fusca</i>
2	<i>Potamogeton alpinus</i>	3	<i>Rosa agrestis</i>
0	<i>Potamogeton coloratus</i>	3	<i>Rosa caesia</i>
0	<i>Potamogeton friesii</i>	3	<i>Rosa elliptica</i>
0	<i>Potamogeton gramineus</i>	2	<i>Rosa gallica</i>
3	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	3	<i>Rosa inodora</i>
2	<i>Potamogeton polygonifolius</i>		

2	<i>Rosa jundzillii</i>	3	<i>Silene otites</i>
3	<i>Rosa micrantha</i>	3	<i>Silene viscaria</i>
R	<i>Rosa sherardii</i>	3	<i>Sisymbrium strictissimum</i>
0	<i>Rubus chamaemorus</i>	3	<i>Sium latifolium</i>
V	<i>Rumex maritimus</i>	0	<i>Sohus palustris</i>
2	<i>Rumex pseudoalpinus</i>	R	<i>Sorbus acutisecta</i>
0	<i>Ruppia maritima</i>	3	<i>Sorbus domestica</i>
1	<i>Sagina nodosa</i>	R	<i>Sorbus latifolia</i>
0	<i>Salicornia europaea</i> subsp. <i>brachystachya</i>	2	<i>Sparganium natans</i>
2	<i>Salix repens</i>	3	<i>Spergula morisonii</i>
0	<i>Salvinia natans</i>	2	<i>Spergula pentandra</i>
3	<i>Samolus valerandi</i>	0	<i>Spergularia segetalis</i>
R	<i>Saxifraga rosacea</i> subsp. <i>rosacea</i>	0	<i>Spiranthes aestivalis</i>
1	<i>Saxifraga rosacea</i> subsp. <i>sponhemica</i>	2	<i>Spiranthes spiralis</i>
3	<i>Scabiosa canescens</i>	2	<i>Stachys annua</i>
G	<i>Scabiosa ochroleuca</i>	2	<i>Stachys arvensis</i>
1	<i>Scandix pecten-veneris</i>	3	<i>Stellaria palustris</i>
0	<i>Scheuchzeria palustris</i>	3	<i>Stipa capillata</i>
V	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	2	<i>Stipa pennata</i>
0	<i>Schoenoplectus supinus</i>	V	<i>Succisa pratensis</i>
3	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	0	<i>Succisella inflexa</i>
0	<i>Schoenoplectus triquetus</i>	V	<i>Tanacetum corymbosum</i>
0	<i>Schoenus nigricans</i>	0	<i>Taraxacum bavaricum</i>
V	<i>Scleranthus perennis</i>	R	<i>Taraxacum disseminatum</i>
2	<i>Scleranthus verticillatus</i>	2	<i>Taraxacum germanicum</i>
0	<i>Sclerochloa dura</i>	V	<i>Taraxacum hollandicum</i>
3	<i>Scorzonera hispanica</i>	3	<i>Taraxacum lacistophyllum</i>
1	<i>Scorzonera humilis</i>	2	<i>Taraxacum multilepis</i>
0	<i>Scorzonera laciniata</i>	3	<i>Taraxacum nordstedtii</i>
0	<i>Scorzonera purpurea</i>	2	<i>Taraxacum parnassicum</i>
0	<i>Scrophularia auriculata</i>	0	<i>Taraxacum paucertianum</i>
2	<i>Scutellaria hastifolia</i>	2	<i>Taraxacum plumbeum</i>
3	<i>Scutellaria minor</i>	R	<i>Taraxacum proximum</i>
R	<i>Sedum telephium</i> subsp. <i>fabaria</i>	V	<i>Taraxacum rubicundum</i>
2	<i>Sedum villosum</i>	1	<i>Taraxacum subalpinum</i>
3	<i>Selinum carvifolia</i>	R	<i>Taraxacum tanyolobum</i>
3	<i>Senecio aquaticus</i>	2	<i>Taraxacum trilobifolium</i>
V	<i>Senecio paludosus</i>	3	<i>Teesdalia nudicaulis</i>
2	<i>Serratula tinctoria</i>	2	<i>Tephroseris helenitis</i>
2	<i>Seseli annuum</i>	3	<i>Tetragonolobus maritimus</i>
3	<i>Seseli libanotis</i>	V	<i>Teucrium botrys</i>
V	<i>Sherardia arvensis</i>	R	<i>Teucrium montanum</i>
R	<i>Silene armeria</i>	2	<i>Teucrium scordium</i>
3	<i>Silene conica</i>	3	<i>Thalictrum minus</i> subsp. <i>pratense</i>
0	<i>Silene gallica</i>	R	<i>Thalictrum minus</i> subsp. <i>saxatile</i>
0	<i>Silene nemoralis</i>	0	<i>Thalictrum simplex</i> subsp. <i>galioides</i>
3	<i>Silene noctiflora</i>	3	<i>Thelypteris palustris</i>
		R	<i>Thesium alpinum</i>

- 0 Thesium bavarum
 1 Thesium linophyllum
 3 Thesium pyrenaicum
 V Thlaspi caerulescens
 0 Thymelaea passerina
 3 Thymus praecox subsp. clivorum
 V Thymus praecox subsp. praecox
 3 Thymus serpyllum
 1 Tofieldia calyculata
 V Torilis arvensis
 2 Trapa natans
 3 Trichomanes speciosum
 2 Trichophorum cespitosum
 subsp. germanicum
 3 Trifolium fragiferum
 V Trifolium montanum
 2 Trifolium ochroleucon
 2 Trifolium rubens
 2 Trifolium spadiceum
 3 Trifolium striatum
 3 Triglochin maritimum
 2 Triglochin palustris
 0 Trinia glauca
 2 Trollius europaeus
 0 Tuberaria guttata
 3 Tulipa sylvestris
 0 Turgenia latifolia
 3 Ulmus minor
 1 Utricularia bremii
 0 Utricularia intermedia
 1 Utricularia minor
 G Utricularia vulgaris
 0 Vaccaria hispanica
 3 Vaccinium oxycoccos
 R Vaccinium uliginosum
 3 Vaccinium vitis-idaea
 V Valeriana dioica
 V Valerianella dentata
 3 Valerianella ramosa
 3 Ventenata dubia
 1 Verbascum blattaria
 1 Veronica acinifolia
 V Veronica catenata
 0 Veronica dillenii
 2 Veronica hederifolia subsp. triloba
 3 Veronica opaca
 3 Veronica praecox
 0 Veronica prostrata subsp. scheereri
 V Veronica scutellata
 V Veronica teucrium
 3 Veronica triphyllus
 3 Veronica verna
 0 Vicia cassubica
 3 Vicia lathyroides
 0 Vicia orobus
 3 Vicia pisiformis
 V Vicia sylvatica
 3 Viola collina
 1 Viola elatior
 V Viola palustris
 3 Viola persicifolia
 2 Viola pumila
 0 Vitis vinifera subsp. sylvestris
 3 Vulpia bromoides
 2 Wahlenbergia hederacea
 0 Wolffia arrhiza
 1 Woodsia ilvensis

ISSN 1866-3885