

Untersuchungen zum Elevationseffekt und zur Verbreitung von Gefäßpflanzen im nördlichen Rhöngebirge



Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)

im Fachbereich 6 – Architektur, Landschaftsplanung und Stadtplanung
der Universität Kassel

vorgelegt von Johannes Mütterlein
Kassel, im Dezember 2005

kassel
university



press

**Untersuchungen zum Elevationseffekt und zur Verbreitung
von Gefäßpflanzen im nördlichen Rhöngebirge**

Johannes Mütterlein

Die vorliegende Arbeit wurde vom Fachbereich Architektur, Stadtplanung, Landschaftsplanung der Universität Kassel als Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.) angenommen.

Erster Gutachter: Prof. Dr. Heinrich Vollrath
Zweiter Gutachter: Prof. Dr. Robert Mayer

Weitere Mitglieder der Promotionskommission:
Prof. Dr. Diedrich Bruns
Prof. Dr. Ulrich Braukmann

Dissertation angenommen: 20. Dezember 2005
Tag der mündlichen Prüfung: 7. Februar 2006

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.ddb.de> abrufbar

Zugl.: Kassel, Univ., Diss. 2006
ISBN-10: 3-89958-207-1
ISBN-13: 978-3-89958-207-9
URN: urn:nbn:de:0002-2076

© 2006, kassel university press GmbH, Kassel
www.upress.uni-kassel.de

Umschlaggestaltung: 5 Büro für Gestaltung, Kassel
Druck und Verarbeitung: Unidruckerei der Universität Kassel
Printed in Germany

Danksagung

Ohne die Mithilfe der nachgenannten Damen und Herren wäre die Arbeit in ihrer eingereichten Form nicht möglich gewesen.

Einen ganz herzlichen Dank sage ich meinem verehrten Lehrer und Betreuer dieser Arbeit, Herrn Prof. Dr. Vollrath. Er stellte das Thema und trug durch wertvolle Diskussionen und Anregungen wesentlich zum Fortgang der Bearbeitung bei. Prof. Dr. Vollrath unternahm mit mir mehrere Exkursionen in das Bearbeitungsgebiet und führte mit mir standörtliche und floristische Untersuchungen durch. Er bestimmte einen Großteil der kritischen Sippen und stellte mir sein Archiv für die Quellenrecherche zur Verfügung.

Prof. Dr. Mayer führte mit mir Bodenuntersuchungen im Bearbeitungsgebiet durch. Nur dadurch und durch die begleitenden Diskussionen konnte etwas Klärung bei bestimmten standörtlich-floristischen Phänomenen erzielt werden. Prof. Dr. Mayer half zudem bei formalen Fragen zur Promotion. Für seine Hilfe und Unterstützung danke ich ihm herzlich.

Frau Dr. Hammer-Johne, Forstinning, Frau Dr. Ute Lange, Fulda, Frau Dipl.-Ing. Christine Philipp, Freising und Herr Dr. Hans-Joachim Stolzenburg, Kassel, stellten ihre pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen zur Verfügung und gaben bereitwillig Auskünfte. Ihnen sei für ihre Unterstützung vielmals gedankt.

Zu besonderem Dank bin ich Frau Dr. Doris Pokorny, Forschungscoordination der Bayerischen Verwaltungsstelle des Biosphärenreservates Rhön, verpflichtet, die mir die digitalen Datensätze zu Geodaten des Biosphärenreservates Rhön zur Verfügung stellte und darüber hinaus die Lieferung weiterer Daten anderer Verwaltungsstellen und Institutionen veranlasste.

Frau Dipl.-Ing. Ellen Döpfer, Wehrden, Frau Dipl.-Biol. Ulrike Knoll, Osnabrück und Frau Dipl.-Ing. Claudia Martens-Escher, Osnabrück, lasen das Manuskript Korrektur, wofür ich ihnen meinen herzlichen Dank ausspreche.

Frau Dipl.-Ing. Heike Humbach, Osnabrück, fertigte zwei Zeichnungen an, die sich in den Abbildungen 1 und 88 wiederfinden. Hierfür sage ich ihr ein herzliches Dankeschön.

Herr Dr. Heiko Korsch, Betreuer der Floristischen Kartierung Thüringens, überließ mir Manuskriptkarten des Thüringen-Atlas, welcher zur Zeit der Kartenerstellung noch nicht erschienen war. Dafür danke ich ihm vielmals.

Herr Dipl.-Systemwiss. Michael Reinecke, Aschaffenburg, bereitete dankenswerterweise den χ^2 -Test in der Abb. 15 anhand eines Beispiels auf und gab mir eine Einführung in die biologische Statistik.

Für wertvolle Hinweise zu den Ellenberg'schen Zeigerwerten und zu den Möglichkeiten ihrer digitalen Auswertung spreche ich Herrn Dipl.-Biol. Andreas Otto, Osnabrück, meinen Dank aus.

Herr Kalheber, Runkel, bestimmte die Arten aus der Gattung *Alchemilla*, wofür ich ihm herzlich danke.

Ganz besonders herzlich danke ich meinem Partner im gemeinsamen Ingenieurbüro LANDSCHAFTSPLANUNG-OSNABRÜCK, Herrn Dipl.-Ing. Martin Volpers, Osnabrück. Er übernahm einmal mehr die technische Fassung des Manuskripts.

Diese Arbeit widme ich meinen Kindern

Raphaela und Delphina

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung, Zielsetzung	1
2	Begriffsbestimmung	3
3	Allgemeine Gebietsübersicht, natürliche Grundlagen	5
3.1	Lage im Raum, Umgrenzung	5
3.2	Siedlungen, Infrastruktur	7
3.3	Geographie	7
3.4	Naturräumliche Gliederung	9
3.5	Geologie, Böden	17
3.5.1	Entstehung	17
3.5.2	Die oberflächlich anstehenden Gesteine im Untersuchungsraum und ihre standörtlichen Eigenschaften	17
3.5.2.1	Trias	18
3.5.2.2	Tertiär	20
3.5.2.3	Quartär	23
3.5.3	Abschließende Beurteilung	24
3.6	Klima	24
3.6.1	Großklimatische Verhältnisse	24
3.6.2	Klimatische Verhältnisse im Untersuchungsraum	26
3.6.2.1	Niederschläge	26
3.6.2.2	Temperatur	27
3.6.2.3	Großklimatisches Temperaturgefälle, Kontinentalität	29
3.6.2.4	Phänologie, Vegetationszeit	29
3.6.2.5	Geländeklima	33
3.6.2.6	Anomalien der Lufttemperatur	34
3.7	Nutzungen	34
3.7.1	Land- und forstwirtschaftliche Nutzungsgeschichte, Siedlungsgeschichte ..	34
3.7.2	Aktuelle Grünlandnutzung im Untersuchungsraum	37
3.7.2.1	Standörtlich bedingte Nutzungsintensitäten	37
3.7.2.2	Betriebswirtschaftlich begründete Nutzungsintensivierung	38
3.7.2.3	Betriebsstruktur und ihre Auswirkung auf die Grünlandnutzung	38
3.7.2.4	Nutzungsbeschränkung durch Naturschutzauflagen	39
4	Datenlage, Datenverarbeitung	41
4.1	Standortsdaten aus vorliegenden Unterlagen	41
4.1.1	Daten zu Geologie, Boden und Höhenstufen	41

4.1.2	Daten zur naturräumlichen Gliederung und zum Klima	43
4.2	Fundortbezogene Daten zu Pflanzenvorkommen, Standortdaten.....	43
4.3	Visualisierung der Aufnahmepunkte, Verknüpfung mit weiteren Standortsparemtern	44
5	Geländemethoden.....	45
5.1	Pflanzensoziologische Bestandsaufnahmen	45
6	Nomenklatur und Systematik.....	46
6.1	Pflanzennamen.....	46
6.2	Abgrenzung der Sippen	46
6.3	Reihenfolge der Sippen	46
7	Wuchszonen, Geoelemente.....	47
7.1	Wuchszonen, Höhenstufen.....	47
7.2	Geoelemente	48
8	Auswertung des Datensatzes	50
8.1	Verteilung der pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen.....	50
8.1.1	Räumliche Verteilung.....	50
8.1.2	Standörtliche Verteilung.....	52
8.2	Zeitliche Schichtung der verwendeten pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen	53
8.3	Auswahl der näher zu betrachtenden Artengruppen	54
8.3.1	Im Gebiet weit verbreitete Arten und Arten mit hoher Frequenz.....	54
8.3.2	Spezielle Geoelemente.....	54
8.3.3	Arten mit möglichem Elevationseffekt	55
8.3.4	Übersicht über die abgehandelten Arten	56
8.4	Artkarten, Verbreitung.....	56
8.5	Auswertung nach Standortfaktoren	57
8.6	Statistische Tests.....	58
8.7	Auswertung von Verbreitungsatlantent	60
8.8	Weitere literarische Daten.....	61
9	Spezielle Auswertung	62
9.1	Heterogene Grünland-Pflanzenbestände im Bereich von Basaltstandorten höherer Lagen	62
9.1.1	Einleitung.....	62
9.1.2	Grünlandgesellschaften auf nährstoffarmen Standorten im Untersuchungsraum	62
9.1.3	Vom pflanzensoziologischen Ordnungssystem abweichende Beobachtungen im Grünland der Hohen Rhön	63
9.1.3.1	Methode.....	64

9.1.3.2	Ergebnisse und Diskussion	64
9.1.3.3	Zusammenfassung.....	67
9.2	Im Gebiet weit verbreitete Arten und Arten mit hoher Frequenz	68
	<i>Festuca rubra</i> agg.	69
	<i>Agrostis capillaris</i> L.....	74
	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	79
	<i>Rumex acetosa</i> L.....	82
	<i>Ranunculus acris</i> L.	88
9.3	Spezielle Geoelemente.....	95
9.3.1	Alpid-praealpine Arten	95
	<i>Sesleria albicans</i> Kit. ex Schult.	95
9.3.2	Praealpine Arten	97
	<i>Carlina acaulis</i> L.	97
9.3.3	Praealpid-nordische Arten	100
	<i>Alchemilla glaucescens</i> Wallr.....	100
9.3.4	Nordische Arten	102
	<i>Festuca nigrescens</i> Lam.....	102
9.3.5	Eurasischkontinentale Arten	105
	<i>Dianthus superbus</i> L.....	105
9.3.6	Eurasischkontinentale(-submediterrane) Arten	107
	<i>Bupleurum falcatum</i> L.	107
	<i>Peucedanum cervaria</i> (L.) Lap.....	109
9.3.7	Gemäßigt-kontinentale Arten	111
	<i>Aster amellus</i> L.	111
9.3.8	Kontinental-submediterrane Arten	113
	<i>Tanacetum corymbosum</i> (L.) Schultz Bip. 1844.....	113
9.3.9	Submediterrane Arten.....	115
	<i>Linum tenuifolium</i> L.	115
	<i>Stachys recta</i> L.	118
9.3.10	Submediterran-mediterrane Arten.....	120
	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	120
9.4	Sippen mit möglichem Elevationseffekt.....	123
9.4.1	Voraussetzungen zum Nachweis eines möglichen Elevationseffektes	123
	9.4.1.1 Anforderungen an die Sippen.....	123
	9.4.1.2 Anzahl und Verteilung der Aufnahmeflächen.....	124
	9.4.1.3 Anforderungen an die Bearbeiter	124
9.4.2	Grenzen der Nachweisbarkeit eines möglichen Elevationseffektes.....	124
9.4.3	Nachweis eines möglichen Elevationseffektes.....	126

9.4.4	Die untersuchten Arten	126
9.4.5	Praealpine Arten	127
	<i>Poa chaixii</i> Villars.....	127
	<i>Phyteuma orbiculare</i> L.....	133
9.4.6	Westpraealpine Arten	139
	<i>Ranunculus serpens</i> Schrank	139
9.4.7	Praealpid-nordische / nordisch(subozeanisch)-praealpine Arten.....	144
	<i>Trollius europaeus</i> L.	144
	<i>Geranium sylvaticum</i> L.	149
	<i>Crepis mollis</i> (Jacq.) Aschers.....	153
9.4.8	Submediterranean-praealpine Arten	159
	<i>Ranunculus nemorosus</i> DC.	159
9.4.9	Erklärung des Elevationseffektes	163
9.4.10	Resümee	164
9.4.11	Schluß	166
10	Zusammenfassung	167
11	Quellen	168
	11.1 Zitierte Literatur.....	168
	11.2 Weiterführende Literatur	174
	11.3 Kartenverzeichnis	179
	11.4 Sonstige Quellen	180

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Schematische Darstellung des Elevationseffektes (nach VAN STEENIS 1962, verändert)	3
Abb. 2:	Lage des Untersuchungsraumes innerhalb Europas (maßstabslos)	5
Abb. 3:	Lage im Raum; grün unterlegt: Biosphärenreservat Rhön (M. ca. 1:300.000)	6
Abb. 4:	Höhenschichtenplan (Höhenangaben in m ü.NN) (M. ca. 1:300.000).....	8
Abb. 5:	Naturräumliche Haupteinheiten im Untersuchungsraum (M. ca. 1:300.000).....	9
Abb. 6:	Klimaräume und Klimabezirke (aus KLIMAATLAS VON HESSEN 1950, verändert); M. ca. 1:300.000	25
Abb. 7:	Mittlere jährliche Niederschlagssummen (aus KLIMAATLAS VON HESSEN 1950, verändert); M. ca. 1:300.000	27
Abb. 8:	Mittlere Jahresdurchschnittstemperatur (aus KLIMAATLAS VON HESSEN 1950, verändert); M. ca. 1:300.000	28
Abb. 9:	Mittlerer Beginn der Schneeglöckchenblüte (aus KLIMAATLAS VON HESSEN 1950, verändert); M. ca. 1:300.000	30
Abb. 10:	Vegetationszeit (mittlere Dauer eines Tagesmittels der Lufttemperatur von mindestens 5°C) (aus KLIMAATLAS VON HESSEN 1950, verändert); M. ca. 1:300.000	31
Abb. 11:	Mittleres Tagesmittel der Lufttemperatur während der Hauptwachstumszeit (etwa Mai bis Juli) (aus KLIMAATLAS VON HESSEN 1950, verändert); M. ca. 1:300.000 ...	32
Abb. 12:	Mittlere Niederschlagssummen während der Hauptwachstumszeit (etwa Mai bis Juli) (aus KLIMAATLAS VON HESSEN 1950, verändert); M. ca. 1:300.000	33
Abb. 13:	Lage der Aufnahmepunkte (M. ca. 1:300.000)	51
Abb. 14:	Aufnahmen mit Kalkzeigern außerhalb vom auf der Geologischen Karte 1:25.000 dargestellten Muschelkalk an der Grenzlinie zu anderen Gesteinen	58
Abb. 15:	Berechnung einer Wahrscheinlichkeit mit Hilfe des χ^2 -Tests	59
Abb. 16:	Aufnahmen mit <i>Festuca rubra</i> agg. (M. ca. 1:300.000)	71
Abb. 17:	Stetigkeit von <i>Festuca rubra</i> agg. und Höhenstufen.....	71
Abb. 18:	Stetigkeit von <i>Festuca rubra</i> agg. und Jahresniederschlagssummen.....	72
Abb. 19:	Stetigkeit von <i>Festuca rubra</i> agg. und Jahresdurchschnittstemperaturen	73
Abb. 20:	Stetigkeit von <i>Agrostis capillaris</i> und Höhenstufen.....	75
Abb. 21:	Aufnahmen mit <i>Agrostis capillaris</i> (M. ca. 1:300.000).....	76
Abb. 22:	Stetigkeit von <i>Agrostis capillaris</i> und Jahresniederschlagssummen	77
Abb. 23:	Stetigkeit von <i>Anthoxanthum odoratum</i> und Geländehöhen.....	79
Abb. 24:	Aufnahmen mit <i>Anthoxanthum odoratum</i> (M. ca. 1:300.000)	80
Abb. 25:	Stetigkeit von <i>Anthoxanthum odoratum</i> und Jahresniederschlagssummen.....	81
Abb. 26:	Aufnahmen mit <i>Rumex acetosa</i> (M. ca. 1:300.000)	83
Abb. 27:	Stetigkeit von <i>Rumex acetosa</i> und Höhenstufen.....	84
Abb. 28:	Stetigkeit von <i>Rumex acetosa</i> und Jahresdurchschnittstemperaturen	85
Abb. 29:	Stetigkeit von <i>Rumex acetosa</i> und Jahresniederschlagssummen.....	85

Abb. 30: Stetigkeits-Regressionsgeraden von <i>Rumex acetosa</i> zu Jahresniederschlagssummen und Höhenstufen.....	86
Abb. 31: Aufnahmen mit <i>Ranunculus acris</i> agg. (M. ca. 1:300.000)	89
Abb. 32: Stetigkeit von <i>Ranunculus acris</i> agg. und Höhenstufen	90
Abb. 33: Stetigkeit von <i>Ranunculus acris</i> agg. und Jahresdurchschnittstemperaturen	91
Abb. 34: Stetigkeit von <i>Ranunculus acris</i> agg. und durchschnittliche Julitemperatur	91
Abb. 35: Stetigkeit von <i>Ranunculus acris</i> agg. und durchschnittliche Temperatur während der Hauptvegetationszeit (Mai-Juli)	92
Abb. 36: Stetigkeit von <i>Ranunculus acris</i> agg. und durchschnittliche Jahresniederschlagssummen	92
Abb. 37: Stetigkeits-Regressionsgeraden von <i>Ranunculus acris</i> agg. zu Jahresniederschlagssummen und Höhenstufen.....	93
Abb. 38: Verbreitung von <i>Sesleria albicans</i> im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)	96
Abb. 39: Aufnahmen mit <i>Sesleria albicans</i> (M. ca. 1:300.000)	96
Abb. 40: Verbreitung von <i>Carlina acaulis</i> ssp. <i>simplex</i> im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)	98
Abb. 41: Aufnahmen mit <i>Carlina acaulis</i> ssp. <i>simplex</i> (M. ca. 1:300.000)	99
Abb. 42: Verbreitung von <i>Alchemilla glaucescens</i> im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)	101
Abb. 43: Aufnahmen mit <i>Alchemilla glaucescens</i> (M. ca. 1:300.000)	102
Abb. 44: Aufnahmen mit <i>Festuca nigrescens</i> (M. ca. 1:300.000)	104
Abb. 45: Verbreitung von <i>Dianthus superbus</i> im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)	105
Abb. 46: Aufnahmen mit <i>Dianthus superbus</i> (M. ca. 1:300.000).....	106
Abb. 47: Verbreitung von <i>Bupleurum falcatum</i> ssp. <i>falcatum</i> im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th).....	107
Abb. 48: Aufnahmen mit <i>Bupleurum falcatum</i> ssp. <i>falcatum</i> (M. ca. 1:300.000).....	108
Abb. 49: Verbreitung von <i>Peucedanum cervaria</i> im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)	109
Abb. 50: Aufnahmen mit <i>Peucedanum cervaria</i> (M. ca. 1:300.000).....	110
Abb. 51: Verbreitung von <i>Aster amellus</i> im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th).....	112
Abb. 52: Aufnahmen mit <i>Aster amellus</i> (M. ca. 1:300.000).....	112
Abb. 53: Verbreitung von <i>Tanacetum corymbosum</i> im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)	114
Abb. 54: Aufnahmen mit <i>Tanacetum corymbosum</i> (M. ca. 1:300.000)	115
Abb. 55: Verbreitung von <i>Linum tenuifolium</i> im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)	116
Abb. 56: Aufnahmen mit <i>Linum tenuifolium</i> (M. ca. 1:300.000)	117
Abb. 57: Verbreitung von <i>Stachys recta</i> im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th).....	118

Abb. 58: Aufnahmen mit <i>Stachys recta</i> (M. ca. 1:300.000).....	119
Abb. 59: Verbreitung von <i>Teucrium chamaedrys</i> im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)	121
Abb. 60: Aufnahmen mit <i>Teucrium chamaedrys</i> (M. ca. 1:300.000)	122
Abb. 61: Verbreitung von <i>Poa chaixii</i> im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th).....	128
Abb. 62: Aufnahmen mit <i>Poa chaixii</i> (M. ca. 1:300.000)	129
Abb. 63: Stetigkeit von <i>Poa chaixii</i> und Geländehöhen	129
Abb. 64: Stetigkeit von <i>Poa chaixii</i> und Jahresniederschlagssummen	130
Abb. 65: Stetigkeit von <i>Poa chaixii</i> und Jahresdurchschnittstemperaturen	130
Abb. 66: Verbreitung von <i>Phyteuma orbiculare</i> im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)	134
Abb. 67: Aufnahmen mit <i>Phyteuma orbiculare</i> (M. ca. 1:300.000).....	135
Abb. 68: Stetigkeit von <i>Phyteuma orbiculare</i> und Geländehöhen.....	135
Abb. 69: Stetigkeit von <i>Phyteuma orbiculare</i> und Jahresniederschlagssummen	136
Abb. 70: Stetigkeit von <i>Phyteuma orbiculare</i> und Jahresdurchschnittstemperaturen.....	136
Abb. 71: Verbreitung von <i>Ranunculus serpens</i> im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)	140
Abb. 72: Aufnahmen mit <i>Ranunculus serpens</i> (M. ca. 1:300.000).....	141
Abb. 73: Stetigkeit von <i>Ranunculus serpens</i> und Geländehöhen	141
Abb. 74: Verbreitung von <i>Trollius europaeus</i> im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)	145
Abb. 75: Aufnahmen mit <i>Trollius europaeus</i> (M. ca. 1:300.000)	146
Abb. 76: Stetigkeit von <i>Trollius europaeus</i> und Geländehöhen	146
Abb. 77: Verbreitung von <i>Geranium sylvaticum</i> im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)	149
Abb. 78: Aufnahmen mit <i>Geranium sylvaticum</i> (M. ca. 1:300.000)	150
Abb. 79: Stetigkeit von <i>Geranium sylvaticum</i> und Geländehöhen	151
Abb. 80: Verbreitung von <i>Crepis mollis</i> im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th).....	154
Abb. 81: Aufnahmen mit <i>Crepis mollis</i> (M. ca. 1:300.000).....	155
Abb. 82: Stetigkeit von <i>Crepis mollis</i> und Geländehöhen	155
Abb. 83: Stetigkeit von <i>Crepis mollis</i> und Jahresniederschlagssummen	156
Abb. 84: Stetigkeit von <i>Crepis mollis</i> und Jahresdurchschnittstemperaturen.....	156
Abb. 85: Verbreitung von <i>Ranunculus nemorosus</i> im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)	160
Abb. 86: Stetigkeit von <i>Ranunculus nemorosus</i> und Geländehöhen	160
Abb. 87: Aufnahmen mit <i>Ranunculus nemorosus</i> (M. ca. 1:300.000)	161
Abb. 88: Schematische Darstellung der Erklärung des Elevationseffektes (nach VAN STEENIS 1962, verändert)	164

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Meßtischblätter (TK 25) im Bereich des Untersuchungsraumes.....	6
Tab. 2:	Chemische Zusammensetzung der wichtigsten Bodenausgangsgesteine im Untersuchungsraum (Angaben in Massen-%) (nach BOHN 1996, verändert)	18
Tab. 3:	Klimaräume und Klimabezirke innerhalb des Untersuchungsraumes mit charakteristischen Klimadaten (aus DEUTSCHER WETTERDIENST 1950, verändert).....	26
Tab. 4:	Geologische Karten M. 1:25.000 im Bereich des Untersuchungsraumes	42
Tab. 5:	Bodenkarten 1:25.000 im Bereich des Untersuchungsraumes.....	42
Tab. 6:	Deckungswerte nach BRAUN-BLANQUET (1964) (vereinfacht)	45
Tab. 7:	Naturräumliche Haupteinheiten im Bereich des Untersuchungsraumes und Anzahl der Aufnahmen	50
Tab. 8:	Höhenstufen im Bereich des Untersuchungsraumes und Anzahl der Aufnahmen	52
Tab. 9:	Verhältnis zwischen Ausgangsgesteinen und Anzahl der Aufnahmen	53
Tab. 10:	Zeitliche Schichtung des verwendeten Aufnahmematerials.....	54
Tab. 11:	Abgehandelte Arten	56
Tab. 12:	Verbreitungsatlanen von Gefäßpflanzen im Bereich des Untersuchungsraumes	60
Tab. 13:	Frequenzen der 23 häufigsten Sippen im Untersuchungsraum.....	69
Tab. 14:	Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von <i>Festuca rubra</i> agg.....	74
Tab. 15:	Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von <i>Agrostis capillaris</i>	78
Tab. 16:	Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von <i>Anthoxanthum odoratum</i>	81
Tab. 17:	Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von <i>Rumex acetosa</i>	86
Tab. 18:	Stetigkeiten von Sippen in Aufnahmen mit <i>Rumex acetosa</i> im Bereich von Mittlerem Buntsandstein	87
Tab. 19:	Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von <i>Ranunculus acris</i> agg.	94
Tab. 20:	Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von <i>Poa chaixii</i>	131
Tab. 21:	Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von <i>Phyteuma orbiculare</i>	137
Tab. 22:	Die niedrigsten Berge und Kuppen im Untersuchungsraum mit Nachweisen von <i>Phyteuma orbiculare</i>	139
Tab. 23:	Ausgangsgesteine und Nachweise von <i>Ranunculus serpens</i>	142
Tab. 24:	Die niedrigsten Berge und Kuppen im Untersuchungsraum mit Nachweisen von <i>Ranunculus serpens</i>	144
Tab. 25:	Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von <i>Trollius europaeus</i>	147
Tab. 26:	Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von <i>Geranium sylvaticum</i>	151
Tab. 27:	Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von <i>Crepis mollis</i>	157
Tab. 28:	Die niedrigsten Berge und Kuppen im Untersuchungsraum mit Nachweisen von <i>Crepis mollis</i>	159
Tab. 29:	Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von <i>Ranunculus nemorosus</i>	162
Tab. 30:	Die niedrigsten Berge und Kuppen im Untersuchungsraum mit Nachweisen von <i>Ranunculus nemorosus</i>	163

Plan- und FolienverzeichnisPläne (im Materialband):

- Plan 1: Geologie (M. 1:100.000)
- Plan 2: Naturräume (M. 1:100.000)
- Plan 3: Aufnahmepunkte (M. 1:60.000)
- Plan 4: Höhenschichtenkarte (M. 1:100.000)

Deckfolien (im Materialband; M. ca. 1:300.000)

- Folie 1: Geologie (generalisiert)
- Folie 2: Durchschnittstemperaturen während der Vegetationszeit
- Folie 3: Durchschnittliche Niederschlagssummen während der Vegetationszeit
- Folie 4: Höhenschichtenkarte
- Folie 5: Naturräume (Haupteinheiten)
- Folie 6: Naturräume (Untereinheiten)
- Folie 7: Aufnahmepunkte
- Folie 8: Länder, Städte, Biosphärenreservat

Anhang

Liste der Aufnahmepunkte zu Plan 3

1 Einleitung, Zielsetzung

Während sich die Botanik mit Pflanzen als Einzelobjekte beschäftigt, befaßt sich die Geobotanik mit der Verteilung der Pflanzen auf der Erde einschließlich der Ursachen und Gesetze dieser Verteilung. Ihr Vorkommen an einem bestimmten Wuchsort ergibt sich aus dem Zusammenwirken innerer Faktoren (Konstitution der Pflanzenart) und äußerer Faktoren. Dies sind die allgemein bekannten Standortfaktoren, die nach WALTER (1949) in vier unterschiedliche Gruppen zusammengefaßt werden können: 1. die klimatischen Faktoren (Wärme, Feuchtigkeit und Niederschläge, Licht und Wind); 2. die orographischen Faktoren (Lage, Exposition und Neigung); 3. die edaphischen Faktoren (chemische und physikalische Bodeneigenschaften) und 4. die biotischen Faktoren (Einwirkungen von Pflanzen, Tieren und Mensch). Neben diesen äußeren Faktoren wirken auch innere Faktoren, die sich aus der Biologie der Sippen, dem Konkurrenzverhalten innerhalb von Populationen und zwischen Populationen unterschiedlicher Sippen ergeben.

Das Zusammenwirken der Standortfaktoren bedingt einen bestimmten Standort, den potentiellen Wuchsort einer Pflanzenart oder einer Pflanzengemeinschaft. Somit können in einem geographisch einheitlichen Raum an vergleichbaren Standorten vergleichbare Pflanzengemeinschaften bzw. gleiche Pflanzenarten erwartet werden.

Hinsichtlich der Höhenverbreitung von Pflanzenarten sind in alpinen Gebieten jedoch Auffälligkeiten beobachtet worden, die den oben skizzierten allgemeinen Grundsätzen der Pflanzenverbreitung teilweise zu widersprechen scheinen: In Gebirgen auf Sumatra (VAN STEENIS 1961) und in den Schweizer Alpen (BACKHUYS 1968) wurde nachgewiesen, daß eine Anzahl von Bergpflanzen nur auf Bergen oder Bergkomplexen vorkommt, die eine bestimmte minimale Gipfelhöhe besitzen. Von diesen Bergen und Bergkomplexen können sie jedoch tief hinabsteigen. Auf benachbarten Bergen und Bergkomplexen, die niedriger als diese minimale Gipfelhöhe liegen, kommen sie nicht vor. Sie kommen auch dann dort nicht vor, wenn die Höhenentwicklung über den niedrigsten Fundpunkt der Berge und Bergkomplexe hinausgeht, welche die bestimmte minimale Gipfelhöhe besitzen.

Das bedeutet, daß bei einer Vergleichbarkeit der Standortfaktoren sich die Pflanzenvorkommen vergleichbarer Wuchsorte wesentlich unterscheiden. Nach VAN STEENIS (1961) und BACKHUYS (1968) sind die von ihnen beobachteten Auffälligkeiten hinsichtlich der Höhenverbreitung von Pflanzenarten unabhängig von den für die Untersuchungsgebiete spezifischen klimatischen, topographischen und edaphischen Faktoren. Somit besteht die Vermutung, daß es sich um eine eigene, das Pflanzenvorkommen beeinflussende Gesetzmäßigkeit handelt, die bei allen Bergfloraen wahrzunehmen sein sollte. Dieses Phänomen wurde bisher kaum untersucht. Die einzigen dem Verf. bekannt gewordenen Arbeiten zum Thema wurden von Niederländern über Gebirge auf Sumatra (VAN STEENIS l.c.) und Alpenpflanzen der Schweiz (BACKHUYS l.c.) angefertigt.

In der Rhön, im oberen Ulstertal, haben wir Beobachtungen zur Höhenverbreitung von Pflanzenarten gemacht, die ungewöhnlich erschienen und an die oben beschriebenen Erscheinungen in Gebirgen auf Sumatra und in den Schweizer Alpen erinnern: Etwa zwischen Wüstensachsen im Süden und Hilders im Norden¹ fallen im Frühsommer rosa bis violett blühende Waldstorchnabel-Wiesen mit Massenanteilen an montanen Arten auf, die sich von den Hängen bis in die Talauie herabziehen. Begibt man sich an die westlichen wie östlichen Außenränder des Gebirges, so entsteht der Eindruck, daß diese Bergwiesen auf gleicher Höhenlage gegenüber dem Zentrum des Gebirges stark zurücktreten. Auch hier scheinen sich Pflanzenvorkommen vergleichbarer Standorte signifikant voneinander zu unterscheiden.

Da sich nach allgemeiner Auffassung Pflanzenarten innerhalb eines begrenzten Naturraumes hinsichtlich ihrer Höhenverbreitung einigermaßen einheitlich verhalten, sollte der in der

¹ nördlicher Abschnitt des Naturraums 353.23 „Ulstertal zwischen Melperts und Pferdkopf“ und südlicher Abschnitt des Naturraums 354.13 „Ulstertal“; vgl. Kap. 3.4: Naturräumliche Gliederung.

nördlichen Rhön gewonnene Eindruck durch exaktes Datenmaterial bewiesen bzw. widerlegt werden.

Die Ausbildung von Grünland-Gesellschaften ist von einer Vielzahl von Standortfaktoren abhängig, die mehrheitlich auch die Höhenverbreitung beeinflussen. Kalkführende Ausgangsgesteine (Muschelkalk) heben die Höhenverbreitung einer Assoziation an, kalkarme (Buntsandstein) senken sie ab. Auch Klimaeinflüsse (warme Hangzone, Tallagen mit Kaltluftfluß, ozeanisch-kontinentales Klimagefälle; bei Niederschlägen Luv-Lee-Effekte) sowie Art und Intensität der Grünlandnutzung nehmen Einfluß auf die Vertikalverbreitung. Insoweit mußten alle wesentlichen und für die Höhenverbreitung relevanten Standortfaktoren analysiert werden.

Neben eigenen Erhebungen wurden dazu auch Datensätze anderer Autoren herangezogen, sofern diese topographisch exakt definiert waren. Zudem wurden die auf Grundlage landesweiter und regionaler Kartierungen gewonnenen Daten einbezogen.

Darüber hinaus wurden alle weiteren verfügbaren geographisch exakt definierten Angaben zu Arten mit besonderer geographischer Verbreitung (z. B. praealpide) ausgewertet, die für den Untersuchungsraum angegeben wurden.

Von besonderem Interesse war, ob sich der sogenannte Elevationseffekt, der bisher nur von einigen Hochgebirgen beschrieben wurde (VAN STEENIS 1961; BACKHUYS 1968), auch in einem europäischen Mittelgebirge würde nachweisen lassen.

Hinweise für die Existenz dieses Effekts in der Rhön könnte ein Passus über montane Hochstauden sein (BOHN 1981:355): „...entlang der Bäche, die im allgemeinen von einem fast geschlossenen Gehölzstreifen gesäumt werden, finden sie sogar noch in tieferen Lagen ihnen zusagende Wuchsplätze.“

Grünland-Gesellschaften sind in der Rhön von den Tälern bis zu den höchsten Erhebungen großflächig verbreitet und waren schon früher Gegenstand vegetationskundlicher Untersuchungen (vgl. Diss. HAMMER-JOHNE 1973, SPEIDEL 1972, BOHN 1981, Diss. STOLZENBURG 1989, PHILIPP 1995). Sie zeigen eine deutliche Höhen-Abhängigkeit und eignen sich deshalb besonders zur Klärung des Elevationseffektes.

Ziel dieser Arbeit ist es, die hierfür spezifisch aufbereiteten Pflanzen- und Standortdaten (teilweise selbst erhoben, teils von Fachkollegen entlehnt) hinsichtlich eines möglichen Elevationseffektes in der Rhön auszuwerten. Weiterhin sollten vertiefende Erkenntnisse zur Verbreitung bestimmter Areal- und Ökotypen gewonnen werden.

2 Begriffsbestimmung

Als Elevationseffekt (lat.: *elevare* = in die Höhe heben; [MENGE 1981]) wird in der Geobotanik das Phänomen bezeichnet, daß montan und alpin verbreitete Pflanzen im Zentrum eines Gebirgsareals stärker agglomeriert sind und tiefer herabreichen als an den Gebirgsrändern. Nach VAN STEENIS (1962) umschreibt dieser Effekt zudem die Erscheinung, daß einige Arten dieser Gruppe nur auf Bergen oder Bergkomplexen vorkommen, die eine bestimmte minimale Gipfelhöhe haben, von diesen Bergen jedoch tief in die Täler hinabsteigen können. Auf Bergen, die niedriger als die minimale Gipfelhöhe, jedoch höher als der niedrigste Fundort sind, kommen diese Pflanzen nicht vor.

BACKHUYS (1968) hat diesen Effekt in den Schweizer Alpen untersucht. Der niedrigste Berg, auf dem er *Cardamine alpina* Willd. gefunden hatte, war 2.115 m hoch. Der tiefste Fundort der Art liegt bei 1.500 m ü.NN. Auf allen Bergen unterhalb von 2.115 m wurde *Cardamine alpina* nicht nachgewiesen. Die nächst niedrigeren Gipfelhöhen liegen bei 2.100 m ü.NN. Der Elevationseffekt der Art beträgt somit $2.100 \text{ m} - 1.500 \text{ m} = 600 \text{ m}$. Je höher diese Differenz ist, um so deutlicher tritt der Elevationseffekt zutage.

Die niedrigsten Fundorte liegen nach VAN STEENIS (l.c.) meistens nicht auf den niedrigsten Bergen, sondern die Arten steigen auch oder gerade von hohen Berggipfeln tief hinab und besiedeln dann Wuchsorte, die teilweise, wie im Fall von *Chrysanthemum alpinum*, 1.500 m tiefer liegen als die Gipfelhöhen von Bergen unterhalb des niedrigsten Berges mit Nachweisen der Art. Anders ausgedrückt bleiben im Fall von *Chrysanthemum alpinum* Berge unterhalb der minimalen Gipfelhöhe maximal 1.500 Höhenmeter unbesiedelt, obwohl dieselbe Höhenamplitude oder Bereiche davon auf Bergen mit z.T. nur geringfügig höheren Gipfeln besiedelt werden.

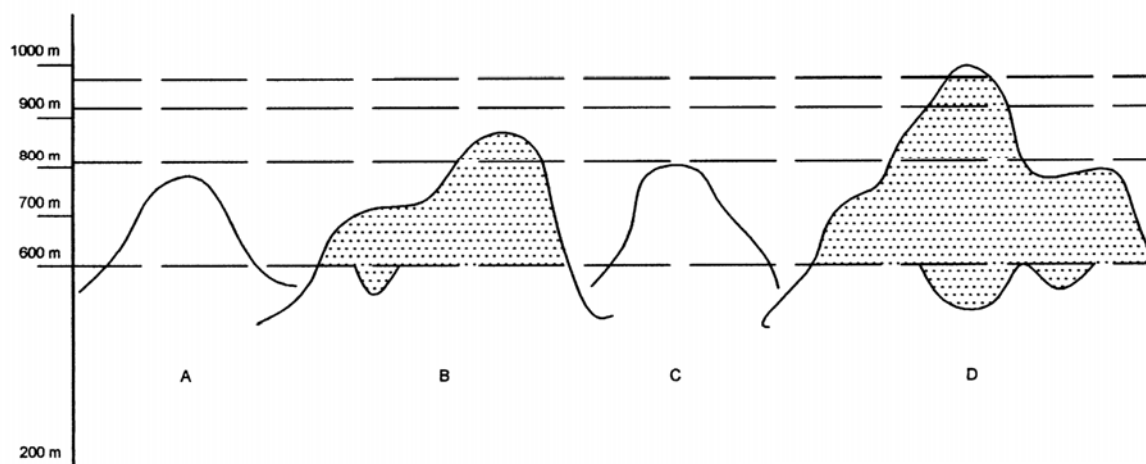


Abb. 1: Schematische Darstellung des Elevationseffektes (nach VAN STEENIS 1962, verändert)²

In der Abb. 1 bleiben die Berge A und C von einer bestimmten Art völlig unbesiedelt, obwohl diese Berge in einem Höhenbereich liegen, in dem auf den höheren Bergen B und D die entsprechende Art vorkommt.

Der Elevationseffekt ist gegenläufig zu dem von den Alpen her wohlbekannten Massenerhebungseffekt, der zu einer Depression der Waldgrenze an den Randketten der Alpen führt und die Vegetationszonen in den kontinentalen inneralpinen Tälern nach oben verschiebt.

² Die Zeichnung wurde freundlicherweise von Dipl.-Ing. Heike Humbach, Osnabrück, angefertigt.

Der Elevationseffekt dagegen scheint nach VAN STEENIS (1961) und BACKHUYS (1968) eine eigene Größe im standörtlichen Gefüge zu sein. Vermehrter Kaltluftabfluß von den Berghängen in die Täler sowie der „Florendruck“, der durch die Verbreitungselemente (Diasporen) der Gebirgspflanzen von den umgebenden Bergen in die Täler hinein erfolgt, modifizieren, überprägen oder begünstigen diesen Effekt.

3 Allgemeine Gebietsübersicht, natürliche Grundlagen

3.1 Lage im Raum, Umgrenzung

Der Untersuchungsraum liegt in Mitteleuropa innerhalb der mitteleuropäischen Mittelgebirgslandschaft und erstreckt sich auf Teile der Länder Bayern (By; 863 km²), Hessen (He; 817 km²) und Thüringen (Th; 422 km²). Er schließt weite Bereiche (ca. 1.450 km²) des etwa 1.850 km² großen Biosphärenreservates Rhön mit ein. Dieses ragt im Norden und Süden über die Grenzen des Untersuchungsraumes hinaus.

Das Gebiet umfaßt die Blattbereiche von 16 Meßtischblättern zwischen 50°18' und 50°42' nördlicher Breite sowie 9°42' und 10°20' östlicher Länge. Die Gesamtfläche beträgt etwa 2.080 km².

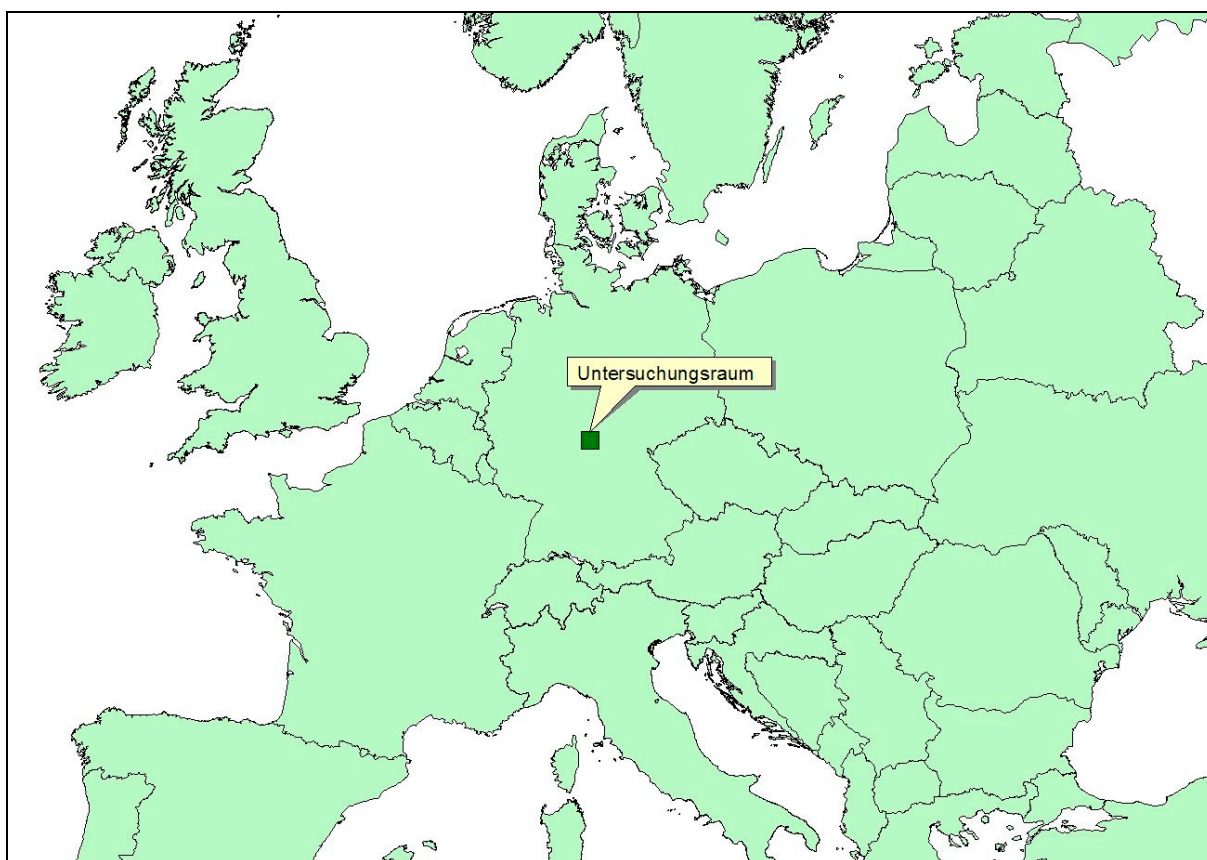


Abb. 2: Lage des Untersuchungsraumes innerhalb Europas (maßstabslos)

Tab. 1: Meßtischblätter (TK 25) im Bereich des Untersuchungsraumes

TK 25	Land	Bezeichnung	TK 25	Land	Bezeichnung
5324	He	Hünfeld	5524	He, By	Weyhers
5325	He, Th	Spahl	5525	He, By	Gersfeld (Rhön)
5326	He, Th	Tann (Rhön)	5526	By, He	Bischofsheim a. d. Rhön
5327	He	Oepfershausen	5527	By, Th	Mellrichstadt
5424	He	Fulda	5624	By, He	Bad Brückenau
5425	He	Kleinsassen	5625	By, He	Wildflecken
5426	By, Th, He	Hilders	5626	By	Sandberg
5427	Th, By	Helmershausen	5627	By	Bad Neustadt a. d. Saale

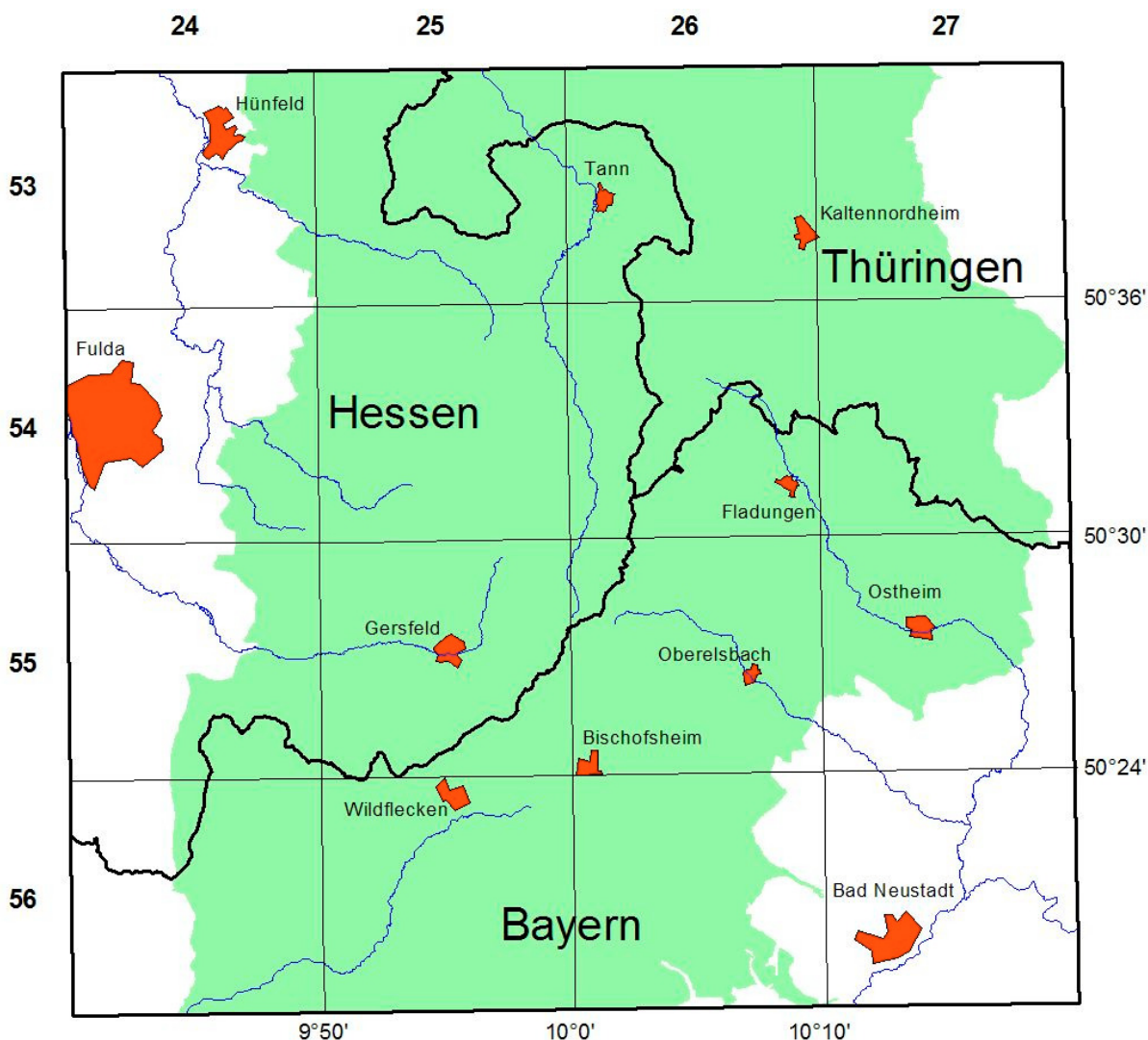


Abb. 3: Lage im Raum; grün unterlegt: Biosphärenreservat Rhön (M. ca. 1:300.000)

3.2 Siedlungen, Infrastruktur

Der Untersuchungsraum ist in seiner Gesamtheit betrachtet relativ dünn besiedelt; innerhalb des Biosphärenreservates liegt die Bevölkerungsdichte nur bei 66 Einwohnern / km² (GREBE 1994). Etwas dichter besiedelt ist der Nordwesten mit den Städten Fulda und Hünfeld sowie der Niederungsbereich der Fränkischen Saale im Südosten mit den Siedlungskernen Bad Neustadt, Mellrichstadt, Ostheim und Fladungen. In den genannten Zentren sind in bescheidenem Umfang Handel, Gewerbe, Dienstleistung und Verwaltung angesiedelt.

Nahezu alle Hauptverkehrswege verlaufen in Nord-Süd-Richtung durch den Untersuchungsraum. Von Westen ausgehend sind dies

- die Bundesautobahn A 7,
- die Bundesstraße B 27 zwischen Bad Brückenau und Hünfeld,
- die Eisenbahnlinie zwischen Fulda und Hünfeld,
- die Bundesstraße B 278 zwischen Bischofsheim und Tann und
- die Bundesstraße B 285 zwischen Bad Neustadt und Kaltennordheim.

Von Westen nach Osten erschließen die Bundesstraßen B 279 zwischen Ebersburg und Bad Neustadt und B 458 zwischen Fulda und Batten den Untersuchungsraum.

3.3 Geographie³

Der Untersuchungsraum liegt im Zentrum der deutschen Mittelgebirgslandschaft, welche von den Hessischen und Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirgen gebildet wird. Der Kern des Untersuchungsraumes ist der zentrale Bereich des Rhöngebirges, die Hohe Rhön, mit einer Südwest-Nordost-Erstreckung von ca. 35 km und einer Südost-Nordwest-Erstreckung von im Mittel ca. 10 km. Über die Hohe Rhön verläuft eine Wasserscheide zwischen den Einzugsgebieten von Weser und Rhein.

Die höchsten Erhebungen reichen über 900 m ü.NN (Wasserkuppe 950 m, Kreuzberg 928 m, Dammersfeldkuppe 926 m, Heidelberg 926 m, Eierhauckberg 910 m und Stirnberg 902 m ü.NN). Von hier erfolgt ein steiler Abfall nach Osten und Südosten zum Östlichen Rhönvorland, zum Grabfeldgau und zur Südrhön. Mit ca. 220 m ü.NN befinden sich hier im Südosten die tiefsten Lagen. Nach Südosten fließen Els (am Heidelberg entspringend) und Streu (am „Ellenbogen“ entspringend) zur Fränkischen Saale, welche zum Rhein-Urstromtal entwässert.

³ Eine Vielzahl von Arbeiten befaßt sich ausführlich mit der Geographie des in dieser Arbeit behandelten Raumes. Zu nennen sind HARTUNG (1912), DIETRICH (1914), SIEDENTOP (1929), PASSARGE (1933), MENSCHING (1957) und KNEITZ (1961). Ausführlichere Angaben sind diesen Arbeiten zu entnehmen.

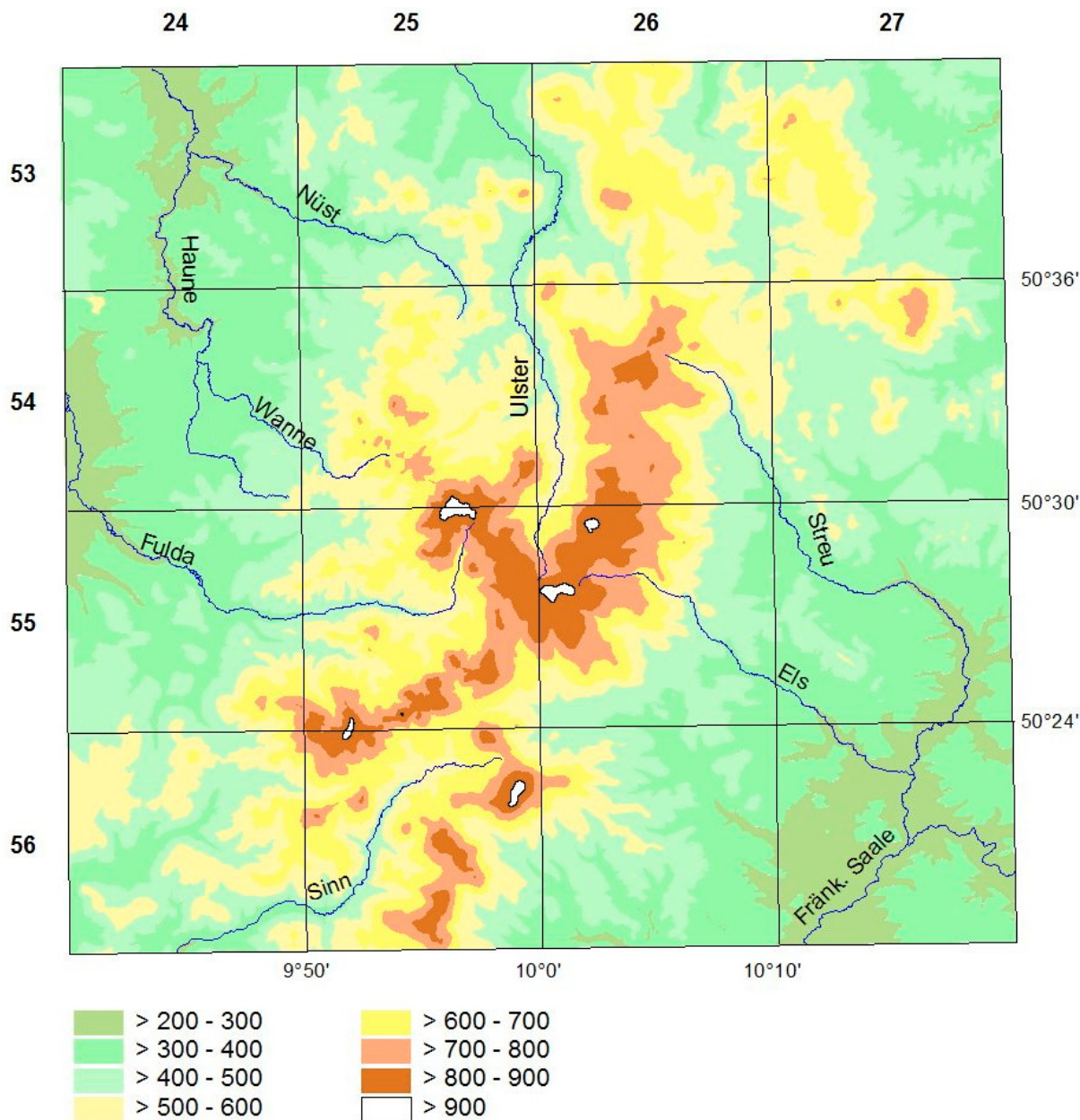


Abb. 4: Höhengschichtenplan (Höhenangaben in m ü.NN) (M. ca. 1:300.000)

Die Abdachung nach Westen, Nordwesten und Norden vollzieht sich wesentlich sanfter. Sie folgt den zum Weser-Urstromtal entwässernden Flüssen Ulster, Fulda (an der Wasserkuppe entspringend), Haune, Wanne und Nüst in die Vorder- und Kuppenrhön, welche im Nordwesten des Untersuchungsraumes in das Hünfelder Becken, Haunetal und Fuldaer Becken übergeht. Die tiefsten Lagen reichen hier bis ca. 245 m ü.NN herab.

3.4 Naturräumliche Gliederung⁴

Der Untersuchungsraum erstreckt sich auf den Geltungsbereich der Blätter der naturräumlichen Gliederung Deutschlands 1:200.000 126 Fulda im Norden und 140 Schweinfurt im Süden (RÖLL 1969, SCHWENZER 1968). Es sind acht naturräumliche Haupteinheiten zu verzeichnen, die in 26 Untereinheiten aufgegliedert sind. In 18 von ihnen liegen Aufnahme­flächen. Solche Untereinheiten werden vertiefend beschrieben. Untereinheiten ohne Aufnahme­flächen werden lediglich genannt.

Die Naturräume im Norden und Westen werden dem Oberhessischen (SCHWENZER 1968) bzw. Osthessischen (RÖLL 1969) Bergland zugerechnet, die im Süden dem Odenwald, dem Spessart und der Südrhön. Im Südosten reichen die Mainfränkischen Platten in den Untersuchungsraum.

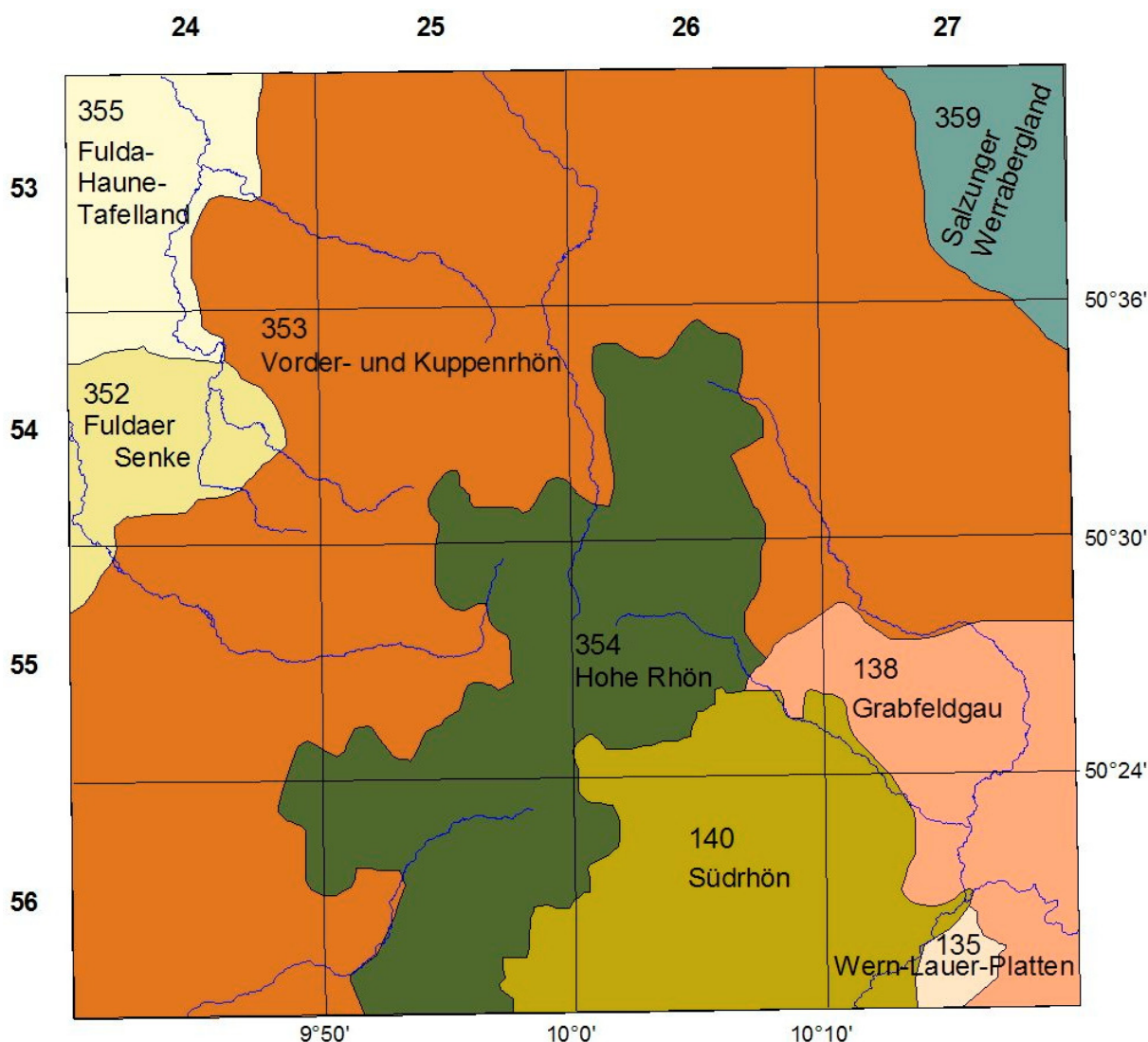


Abb. 5: Naturräumliche Haupteinheiten im Untersuchungsraum (M. ca. 1:300.000)⁵

⁴ Ausführliche Beschreibungen der Naturräume und ihrer Untereinheiten sind RÖLL (1969), SCHWENZER (1968) und KLAUSING (1988) zu entnehmen.

⁵ Eine großmaßstäbige Karte der naturräumlichen Untereinheiten findet sich im Materialband.

13 MAINFRÄNKISCHE PLATTEN

135 Wern-Lauer-Platten

135.7 Münnerstädter Hochfläche

Anzahl der Aufnahmeflächen: 0

138 Grabfeldgau

138.1 Grabfeld⁶

Eine Teilfläche dieser Einheit reicht im Südosten in den Untersuchungsraum. Hier stehen überwiegend Gesteine des Keupers und des Muschelkalks an. Die Einheit ist durch zahlreiche Riedel⁷ gegliedert, die bei Höhen zwischen 250 und 360 m ü.NN ein welliges, bewegtes Relief bewirken. Auf den Höhen herrscht ackerbauliche Nutzung bei weitem vor; im Bereich des Keupers stocken zudem Laub- und Nadelforsten. Die Niederungen von Streu und Fränkischer Saale werden von Wirtschaftsgrünland eingenommen, während sich auf den flachgründigen Rendzinen Reste von Kalktrockenrasen finden.

Anzahl der Aufnahmeflächen: 40

138.2 Mellrichstädter Gäu

Das Mellrichstädter Gäu ist ein mehrfach zerbrochener Höhenrücken, der keilförmig zwischen Östlichem Rhönvorland im Norden und Schönauer Hochfläche im Süden liegt und im Westen bis an den Ostabfall der Langen Rhön reicht.

Die starke tektonische Beanspruchung hat bewirkt, daß die verschiedenen Gesteine des hauptsächlich Anstehenden - Muschelkalk und Buntsandstein - nebeneinander vorkommen. Die allgemeine Höhenentwicklung bewegt sich etwa zwischen 400 und 460 m. Hieraus erhebt sich ein Buntsandsteinrücken („Forst Ostheim v. d. Rhön“) mit dem Heidelberg (524 m ü.NN) als höchste Erhebung. Dieser Höhenrücken ist weitgehend bewaldet. Intensiver Ackerbau findet auf einer größeren Lößfläche um Mellrichstadt statt. Die trockenen Standorte - so im Bereich der Trockentäler - werden von Trockenrasen eingenommen. Diese werden extensiv genutzt oder verbrachen.

Anzahl der Aufnahmeflächen: 60

14 ODENWALD, SPESSART, SÜDRHÖN

140 Südrhön

140.101 Adelsberger Wald

Anzahl der Aufnahmeflächen: 0

⁶ SCHWENZER (1968) untergliedert die Haupteinheit 138 Grabfeldgau in 138.1 Grabfeld und 138.2 Werra-Gäuplatten. Die nächst folgende (und unterste) Hierarchiestufe enthält auf dem Blatt 140 Schweinfurt jeweils nur einen Naturraum: 1381.0 Westliches Grabfeld bzw. 1382.0 Mellrichstädter Gäu. Zur besseren Übersicht wird daher von der Untergliederung nach SCHWENZER (l.c.) abgewichen und die Einheit 1381.0 Westliches Grabfeld als 138.1 Grabfeld, die Einheit 1382.0 Mellrichstädter Gäu als 138.2. Mellrichstädter Gäu geführt.

⁷ Ein Riedel ist ein schmaler, langgestreckter, flacher Geländerücken zwischen zwei Tälern. Eine Abfolge von Riedeln bildet eine so genannte Riedellandschaft, wie sie im Südburgenland und im oststeirischen Hügelland zu finden ist (Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Riedel>; Stand: 5. Dez. 2005).

140.20 Schönauer Hochfläche

Anzahl der Aufnahmeflächen: 0

140.23 Neustädter Becken

Das Neustädter Becken, welches als östlichste Einheit die Südrhön gegen die Mainfränkischen Platten abgrenzt, stellt eine beckenförmige Erweiterung des Saaletals nach Norden dar. Die nördlichen zwei Drittel dieser Einheit reichen in den Untersuchungsraum. Die mittleren Höhen liegen um ca. 250 m ü.NN. Das Hauptanstehende ist Oberer Buntsandstein, welcher stellenweise von Löß überlagert wird. Hauptnutzungsformen sind Ackerbau und Obstkultur. Die bis etwa 330 m hohen Erhebungen werden von einzelnen, zumeist kleinflächigen Wäldern eingenommen. Das Tal der Saale, welche die Einheit nach Südwesten durchfließt, wird ebenso wie ihre Nebentäler grünlandwirtschaftlich genutzt.

Anzahl der Aufnahmeflächen: 4

35 OBERHESSISCHES (OSTHESSISCHES) BERGLAND

352 Fuldaer Senke

352.1 Fuldaer Becken

Etwa ab der Mündung der Fliede in die Fulda weitet sich das in Süd-Nord-Richtung verlaufende Fuldatale in das Fuldaer Becken. Die östliche Teilfläche dieser Einheit reicht in den Untersuchungsraum. Die mittleren Geländehöhen betragen hier etwa 270 bis 340 m ü.NN. Die primär anstehenden Gesteine - Oberer und Mittlerer Buntsandstein - sind großflächig von äolischen Sedimenten (Lößlehm) überlagert. Einige Basaltkuppen ragen aus den Gesteinen der Trias heraus. Die höchste Erhebung der Einheit ist die Basaltkuppe des Rauschberges mit 471 m ü.NN. Innerhalb des Untersuchungsraumes wird die Einheit in nördliche Richtung von Fulda, Haune und Wanne durchflossen. In den Talauen dieser Flüsse (insbesondere im Fuldatale) und ihrer Nebenbäche sind großflächig Auenlehme sedimentiert worden. Bebauung und landwirtschaftliche Nutzung nehmen die größten Flächenanteile ein. Grünländer, die im wesentlichen auf die Flußniederungen beschränkt sind sowie Wälder, treten flächenmäßig entsprechend zurück.

Anzahl der Aufnahmeflächen: 16

353 Vorder- und Kuppenrhön (mit Landrücken)

353.0 Hessischer Landrücken

Anzahl der Aufnahmeflächen: 0

353.1 Vorland der Westlichen Kuppenrhön

Die Einheit stellt einen Übergang zwischen der Westlichen Kuppenrhön im Osten und den tiefer liegenden, zur Fuldaer Senke und zum Fuldaer Tafelland gehörenden Naturräumen dar. Es handelt sich um eine flachwellige, von einigen emporragenden Basalt- und Phonolithkuppen sowie Muschelkalkkrücken durchsetzte Buntsandsteinfläche. Die mittleren Geländehöhen liegen etwa zwischen 360 und 440 m ü.NN. Mit 495 m ü.NN ist der Almshügel die höchste Erhebung der Einheit. Das Vorland der Westlichen Kuppenrhön ist durch Döllbach, Fulda, Haune und Wanne in nordwestliche Richtung zertalt. In den mit Auenlehm erfüllten Talauen findet Grünlandwirtschaft statt. Außerhalb der Talauen herrschen Ackerbau und Forstwirtschaft vor.

Anzahl der Untersuchungsflächen: 57

353.20 Brückenauer Kuppenrhön

Anzahl der Aufnahme­flächen: 0

353.21 Westliche Kuppenrhön

„An das Vorland der Westlichen Kuppenrhön schließt sich östlich der Verwerfung Weyhers - Schmalnau - Altenhof ein höher gelegenes, durch Kuppen und Rücken reich gegliedertes Gebiet an.“ (SCHWENZER 1968:35). Nach Südosten schließt sich mit deutlichem Geländeanstieg die Hohe Rhön an, nach Osten grenzt das Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf die Westliche Kuppenrhön ab. Die Geländehöhen schwanken etwa zwischen 480 und 650 m ü.NN.

Das Anstehende wird hauptsächlich aus Gesteinen des Mittleren Buntsandsteins gebildet. Ihnen aufgesetzt sind Kuppen aus Basalt- und Phonolithdurchbrüchen mit Höhen zwischen 600 und über 800 m ü.NN. Die markanteste Erhebung ist die aus Phonolith aufgebaute Milseburg mit 835 m ü.NN. Nördlich der Nüst werden zudem größere Bereiche von Muschelkalk eingenommen. Die nach Westen verlaufenden Fließgewässer sind 200 bis 300 m in die Trias eingetieft, ihre Auen und werden von Grünland erfüllt. Der größte Flächenanteil ist jedoch bewaldet. An den landwirtschaftlich genutzten Flächen der höheren Lagen stellt aufgrund der verkürzten Vegetationsperiode die Grünlandnutzung den hauptsächlichsten Anteil.

Anzahl der Aufnahme­flächen: 228

353.23 Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf

Die Einheit erstreckt sich zwischen Langer Rhön und Östlicher Kuppenrhön im Osten sowie Westlicher Kuppenrhön im Westen als ein 250 bis 540 m breites Tal nach Norden zum Salzunger Werrabergland, wo die Ulster in die Werra mündet. Das Gelände neigt sich im Bereich des Untersuchungsraumes (bezogen auf die Talsohle) von ca. 450 m auf 290 m ü.NN zum Werratal. Links und rechts der Ulster steigen die Hänge bis ca. 100 m über die Talsohle an.

Das ursprünglich Anstehende - überwiegend Buntsandstein, zudem Muschelkalk - ist zum Teil denudiert worden und wird von Auenlehm ersetzt. Im Bereich der Hänge überziehen Schuttmassen von Buntsandstein und Muschelkalk die teilweise steilen Hänge.

Die Talauen, insbesondere die flußnahen Bereiche, werden von Grünland eingenommen. Auf den steileren Hanglagen stockt örtlich Wald, während der Übergangsbereich zur Talau durch Ackerbau und Grünlandwirtschaft gekennzeichnet ist.

Anzahl der Aufnahme­flächen: 27

353.24 Östliche Kuppenrhön

Als nordöstlicher Teilraum der Vorder- und Kuppenrhön liegt diese Einheit zu etwa zwei Drittel im Nordosten des Untersuchungsraumes. Es handelt sich um einen triassischen Gebirgssockel, der von Basaltkuppen, miozänen Sand- und Tonvorkommen, Lößlehm und Solifluktionsschutt durchsetzt ist. Der Naturraum ist arm an Fließgewässern; mit der Felder fließt lediglich ein etwas größerer Bach nach Norden zur Werra. Die mittleren Geländehöhen liegen bei etwa 450 bis 650 m ü.NN. Die höchste Erhebung ist der Gebaberg innerhalb des Basaltplateaus bei Geba mit 751 m ü.NN. In den Tallagen herrscht Ackerbau vor, während für die höheren Lagen wenig intensiv genutzte Mähwiesen typisch sind. Wälder beschränken sich auf die Basaltkuppen und -kegel sowie Kalkhöhen.

Anzahl der Aufnahme­flächen: 133

353.3 Östliches Rhönvorland

Der Naturraum ist der Ostabdachung der Langen Rhön vorgelagert. Der Kern wird von einem Sandsteinrücken hauptsächlich aus Mittlerem Buntsandstein gebildet, der durch steile Täler zergliedert ist und nach Westen zur Streu und zur Mulde hin abfällt. Weitere Gesteine dieser Einheit sind Muschelkalk sowie pleistozäne Sande und Schotter. Die mittleren Geländehöhen liegen etwa bei 380 bis 450 m ü.NN. Höchste Erhebung der Einheit ist der Abtsberg, eine Basaltkuppe nördlich Fladungen mit 622 m ü.NN. Die Streu durchfließt den Naturraum in südliche Richtung zum Urstromtal des Mains.

Anzahl der Aufnahmeflächen: 23

354 Hohe Rhön

354.00 Dammersfeldrücken

Vom höchsten Punkt im Zentrum der Hohen Rhön, dem Heidelbergstein, verläuft der Dammersfeldrücken in südwestliche Richtung zur Brückenauer Kuppenrhön. Geologisch stellt die Einheit einen gleichmäßig aufgebauten Sockel aus Oberem Buntsandstein dar, der sich aus der umgebenden Landschaft aus Mittlerem Buntsandstein erhebt. Im nordöstlichen Teil wird er von Muschelkalk, im Bereich der sich bis 801 m ü.NN erhebenden Dalherdakuppe von Phonolith überlagert. Einzelne Basaltkuppen sind darüber hinaus in weiten Teilen der Einheit dem Sockel aufgesetzt. Die mittleren Geländehöhen bewegen sich etwa zwischen 600 und 800 m ü.NN. Die höchste Erhebung ist die Dammersfeldkuppe mit 928 m ü.NN. Der Naturraum entwässert über die Quellbäche Schmalnau und Döllbach nach Norden zur Fulda und über die Kleine Sinn zur Fränkischen Saale. Die Höhen sind vorwiegend mit Grünland bedeckt, während auf den Steilabfällen Wälder stocken.

Anzahl der Aufnahmeflächen: 37

354.01 Schwarze Berge

Südlich von Dammersfeldrücken und Kreuzberggruppe schließen sich in Nord-Süd-Erstreckung die Schwarzen Berge an, die mit etwa Dreiviertel ihrer Gesamtfläche im südlichen Untersuchungsraum liegen. Bei dieser südlichsten Einheit der Hohen Rhön handelt es sich geologisch um zwei Rücken, die im wesentlichen aus Buntsandstein bestehen. Diesen überlagert stellenweise Muschelkalk, die Höhen bestehen aus Basalten. Im Mittel erhebt sich der Gebirgsteil 600 bis 750 m ü.NN und überragt somit das sich südlich anschließende Vorland (Adelsberger Wald) um mehrere 100 m. Die höchste Erhebung ist der Totnansberg mit 839 m ü.NN. Die Einheit ist arm an Fließgewässern; zur Sinn entwässern nur wenige schmale Bäche.

Anzahl der Untersuchungsflächen: 1

354.02 Kreuzberggruppe

Südöstlich des Dammersfeldrückens (hiervon getrennt durch die Täler von Brend und Sinn) und nordöstlich der Schwarzen Berge (hiervon getrennt durch das Keller-Bachtal) erhebt sich die Kreuzberggruppe bis auf ihre höchste Erhebung von 928 m ü.NN. Das Gebirge ist aus unterschiedlichen Gesteinen aufgebaut: Im unteren Teil steht der Obere Buntsandstein an, der von Muschelkalk überlagert wird. Die Höhen werden von Basalt eingenommen, der in bis zu 60 m starken Lagern ansteht. Nach Osten erfolgt im Bereich der härteren Gesteine des Muschelkalks zunächst ein steiler Abfall, während sich der Abfall im östlich anschließenden Oberen Buntsandstein sanfter gegen die Südrhön vollzieht.

Eine Vielzahl von Quellbächen tritt an der Basis des Basaltes aus und entwässert die Einheit in unterschiedliche Richtungen. Die durchschnittlichen Höhen liegen zwischen 550 und 750 m ü.NN. Die höchsten Erhebungen sind der Kreuzberg mit 928 m ü.NN im Zentrum und der Arnsberg mit 843 m ü.NN im Westen des Naturraums. Die Einheit ist in den höheren Lagen überwiegend bewaldet, die tieferen Lagen werden vermehrt von Grünland eingenommen.

Anzahl der Untersuchungsflächen: 29

354.10 Wasserkuppenrhön

Die Wasserkuppenrhön ist ein mit Basaltverwitterungsschutt überzogener triassischer Höhenrücken, der sich von Norden, Westen und Osten markant aus der Umgebung erhebt. Als Westteil der Zentralen Rhön vom Ostteil der Langen Rhön durch das Ulstertal getrennt, liegt die Einheit inmitten des Rhöngebirges. Am Heidelberg beginnend folgt sie dem von hier ausgehenden Höhenzug in nordwestliche Richtung zur Wasserkuppe, der höchsten Erhebung im Rhöngebirge überhaupt mit 950 m Geländehöhe. Der Gebirgssockel ist aus Buntsandstein und Muschelkalk aufgebaut. Große Anteile des Höhenrückens sind mit Basaltverwitterungsschutt überzogen. Weiterhin finden sich zwischengeschaltete tertiäre Elemente. Die mittlere Höhenlage bewegt sich zwischen 700 und 900 m ü.NN. Hauptnutzungsart ist extensive Grünlandbewirtschaftung.

Anzahl der Untersuchungsflächen: 256

354.11 Lange Rhön

Zwischen Ulstertal im Westen und dem Abfall zum Östlichen Rhönvorland verläuft der langgestreckte Höhenrücken der Langen Rhön nach Norden zur Östlichen Kuppenrhön. Der Anstieg vom Ulstertal erfolgt mit einem steilen Hang, während der Abfall nach Osten etwas flacher verläuft. Das weite, weitgehend ebene Plateau ist durch austretende Basaltströme entstanden, welche sich vereinigen und eine fast geschlossene Decke über dem Anstehenden bilden. Lediglich in Mulden haben Vermoorungen stattgefunden. Andere Gesteine sind in dieser Einheit oberflächennah kaum zu finden. Das Plateau hat eine mittlere Höhe von ca. 800 m ü.NN. Zum Ulstertal fällt das Gelände bis etwa 450 m ü.NN ab. Die höchsten Erhebungen der Einheit (Heidelberg: 926 m ü.NN; Stirnberg: 902 m ü.NN) befinden sich im Süden der Langen Rhön. Über das Basalt-Plateau verläuft die Wasserscheide zwischen Rhein und Weser: Während Eis und Streu über die Fränkische Saale zum Rhein entwässern, fließen einige kleinere Bäche der Ulster zu und somit zum Weserurstromtal. Die Einheit ist überwiegend mit Grünland bedeckt, welches von Wäldern und in geringerem Maße auch von Ackerflächen durchsetzt ist.

Anzahl der Untersuchungsflächen: 124

354.12 Ostabfall der Langen Rhön

Die Einheit bildet den Übergang zwischen Langer Rhön und den östlichen und südlichen Vorländern der Rhön. Von Höhen zwischen ca. 700 und 800 m ü.NN fällt das Gebirge zu den Vorländern auf ca. 400 m ab. Der Ostabfall ist überwiegend aus der Muschelkalkfolge aufgebaut. Insbesondere im Süden ist der Muschelkalk flächenhaft von Basalt überlagert, der sich ansonsten auf Kuppen beschränkt, welche den aus Denudationsvorgängen hervorgegangenen Riedeln aufsitzen. An der Schichtgrenze des Basalts treten miozäne Schichten zutage, die als schmales Band hangparallel verlaufen. Am Hangfuß lagern Schichten pleistozäner Schotterfelder.

Markante Erhebungen, die als Basaltkuppen ihre Umgebung überragen, sind Gangolfsberg (737 m ü.NN), Steinkopf (719 m ü.NN) und Rother Kuppe (711 m ü.NN). Sander, Els, Leubach und Streu (nach Südosten fließend) sowie Schwarzbach (nach Süden fließend) gliedern die Abdachung. In ihren Tälern sind fluviatile Sedimente (Auenlehm, Terrassenschotter) zu finden. Der Naturraum wird von einem Mosaik aus Wäldern und eingestreuten Grünlandreihen sowie Äckern dominiert. Die höheren Lagen werden z.T. von geschlossenen, größeren Waldungen eingenommen.

Anzahl der Untersuchungsflächen: 24

354.13 Ulstertal

Im nördlichen Bereich der Hohen Rhön ist zwischen der Wasserkuppenrhön und der Langen Rhön unterhalb des Heidelsteins ein tiefes, nach Norden verlaufendes Tal eingeschnitten. Das Anstehende wird aus Buntsandstein und Muschelkalk gebildet, welches z.T. von Solifluktionsschutt überdeckt ist. Das Gelände fällt von etwa 800 m ü.NN im Süden (Ulsterquelle) auf ca. 525 m ü.NN im Norden bei Melperts ab. Die Randhöhen der Hänge sind überwiegend bewaldet, die unteren Hangbereiche werden ackerbaulich genutzt. In der Talauie dominiert Wiesennutzung.

Anzahl der Aufnahmeflächen: 3

355 Fulda-Haune-Tafelland

355.30 Wehrdaer Hochfläche

Anzahl der Aufnahmeflächen: 0

355.310 Haunetal zwischen Fuldaer und Hünfelder Becken

Anzahl der Aufnahmeflächen: 0

355.311 Hünfelder Becken

Im Zusammenflußbereich von Haune, Nüst und Hasel erweitert sich das Haunetal in das Hünfelder Becken. Ausgangsgesteine sind die des Unteren Muschelkalks und des Oberen Buntsandsteins. Diese werden von ausgedehnten Lößlehmschichten überlagert. In den Talauen ist Auenlehm sedimentiert worden. Die Einheit erstreckt sich überwiegend in ebener Tallage; die mittleren Höhen liegen zwischen 250 und 300 m ü.NN. Die stellenweise sehr breite Talauie wird überwiegend als Grünland genutzt. Im Bereich des fruchtbaren Lößlehms erstrecken sich ausgedehnte Ackerschläge. Im Osten der Einheit findet im Bereich der steil abfallenden Wellenkalkrücken extensive Grünlandbewirtschaftung (Kalkmagerrasen) statt. Lediglich die randliche, höher liegende Begrenzung des Beckens ist von Wäldern bedeckt.

Anzahl der Aufnahmeflächen: 11

359 Salzunger Werrabergland

359.0 Stadtlengsfelder Hügelland

Im Nordosten reicht diese Einheit kleinflächig in den Untersuchungsraum. Es handelt sich um einen bewaldeten Buntsandsteinrücken, der durch eine Vielzahl von steilen Tälern gegliedert ist. Dem Rücken sind einzelne Basaltkuppen aufgesetzt, von denen die höchste der Pleßberg darstellt (außerhalb des Untersuchungsraumes) mit 644 m ü.NN ist.

Innerhalb des Untersuchungsraumes wird die Einheit fast vollständig von Gesteinen des Buntsandsteins - überwiegend von denen des Mittleren Buntsandsteins - eingenommen. Die Bäche Katz und Schwarzbach, die an der Schichtgrenze zum Muschelkalk am Fuße der Abdachung der Östlichen Kuppenrhön austreten, gliedern das Gebirge in drei Buntsandsteinrücken. Die mittleren Höhen liegen im Untersuchungsraum etwa zwischen 350 und 450 m ü.NN. Die höchste Erhebung ist die „Kuppe“ mit 493 m ü.NN. Auch im Untersuchungsraum ist der Naturraum überwiegend bewaldet. Im Westen, vor dem Anstieg der Östlichen Kuppenrhön, finden sich zusammenhängende, weitgehend ungegliederte Ackerflächen.

Anzahl der Aufnahmeflächen: 4

3.5 Geologie, Böden⁸

Die Geologie der Rhön und angrenzender Gebiete ist durch eine Vielzahl an Arbeiten dokumentiert worden (Auswahl s. Ende dieses Absatzes), so daß auf eine ausführliche Betrachtung hier verzichtet wird. Die Gesteine im Bereich von Aufnahmepunkten werden gleichwohl insbesondere hinsichtlich ihrer standörtlichen, auf Pflanzenvorkommen Einfluß nehmenden Eigenschaften beschrieben.

Die Ausführungen zur Geologie basieren auf den Arbeiten von HARTUNG (1912), BÜCKING (1916), MENSCHING (1957), LAEMMLEN (1970, 1971, 1972), MÖLTER (1964) und RUTTE (1974, 1995).

Angaben zu physikalischen und chemischen Eigenschaften von Bodentypen des Rhöngebirges finden sich u.a. bei KLAPP (1929), GEHRLICHER (1941), SCHUCHT (1941), HAUSCHILD (1942), PUFFE (1974) und AHRENS & NEFF (1997). Allgemeine, auf das Rhöngebirge bzw. auf Teile davon bezogene Aussagen sind u.a. SCHREIBER (1906), SCHÖNHALS (1954), RAU et al. (1995), SPEIDEL (1972), KNAPP (1977) und LANGE (2001) zu entnehmen.

Nur für wenige der ausgewerteten pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen sind Bodenprofile erbohrt worden (s. Kap. 9.1), so daß die Darstellung der pedologischen Verhältnisse allgemein gehalten werden muß. Sie schließt sich jeweils der Beschreibung der Gesteine an und basiert auf den genannten Quellen.

3.5.1 Entstehung

Der Untersuchungsraum liegt innerhalb eines im Karbon aufgefalteten Gebirges, dem „Variskischen Gebirge“, welches sich vom französischen Zentralplateau im Westen bis zur Mährischen Pforte im Osten erstreckt und die gesamte mitteldeutsche Mittelgebirgslandschaft einschließt (HARTUNG 1912).

Das im Perm entstandene Grundgebirge tritt im Bereich des Rhöngebirges - bis auf geringe Reste in Form von Zechsteinkalk bei Urspringen, am Ostabfall der Rhön - nicht zutage und erreicht erst wieder in den benachbarten Gebirgen Spessart und Thüringer Wald die Oberfläche (MENSCHING 1957). Der Untersuchungsraum ist in seinem wesentlichen Aufbau während dreier Erdzeitalter - der Trias, dem Tertiär und dem Quartär - entstanden.

3.5.2 Die oberflächlich anstehenden Gesteine im Untersuchungsraum und ihre standörtlichen Eigenschaften

Wesentliche Faktoren für die Differenzierung der Vegetation ist die chemische, physikalische und mineralische Zusammensetzung der obersten Gesteinsschichten. Wichtigste Bestandteile sind Quarz, Silicat, Carbonat und Tonminerale sowie die Pflanzennährelemente Kalium, Calcium, Magnesium, Phosphor, Schwefel, Eisen und Mangan. In der folgenden Tabelle ist die chemische Zusammensetzung der wichtigsten Bodenausgangsgesteine im Bereich des Untersuchungsraumes aufgeführt.

⁸ Eine Karte zur Geologie im Untersuchungsraum findet sich im Materialband.

Tab. 2: Chemische Zusammensetzung der wichtigsten Bodenausgangsgesteine im Untersuchungsraum (Angaben in Massen-%) (nach BOHN 1996, verändert)

Geologisches Alter	Trias	Trias	Trias	Tertiär	Tertiär	Tertiär	Pleistozän
Gestein	Mittlerer Buntsandstein	Oberer und Unterer Buntsandstein	Muschelkalk	Phonolithe	Basalte	Ton	Löß
SiO ₂	83,9 - 97,3	75,8 - 77,7	4,1 - 4,4	50,1 - 59,8	39 - 54,6	59,6 - 69,9	63,6 - 66,2
TiO ₂	-	-	-	0,1 - 1,2	0,3 - 3,7	-	-
Al ₂ O ₃	0,9 - 7,2	11,5 - 11,8	0,5 - 1,2	16,4 - 22,8	8,6 - 17,8	18,9 - 27,5	9,5 - 9,6
Fe ₂ O ₃	0,2 - 2,2	2,3 - 2,5	0,7 - 0,8	2,0 - 5,4	1,3 - 7,9	0,95 - 1,3	4,0 - 4,2
FeO	-	-	-	1,4 - 4,0	3,9 - 9,2	-	-
MnO	-	-	-	0,0 - 0,1	0,0 - 1,5	-	0,0 - 0,1
MgO	0,2 - 0,6	1,6 - 1,7	0,8 - 1,0	0,8 - 2,9	2,5 - 14,8	0,7 - 0,8	1,1 - 1,6
CaO	0,04	0,4	51,3 - 51,7	1,6 - 7,8	7,1 - 13,2	0,5 - 2,2	7,5 - 7,9
Na ₂ O	0,02 - 0,95	0,3 - 0,5	0,2	4,2 - 7,5	1,4 - 5,6	0,2 - 0,5	1,2 - 1,7
K ₂ O	0,1 - 4,2	2,6 - 3,8	0,3 - 0,6	4,0 - 7,7	0,3 - 2,9	1,2 - 2,0	0,8 - 1,9
P ₂ O ₅	0,01 - 0,14	0,2	0,1	0,1 - 0,5	0,2 - 1,3	-	0,0 - 0,1
CaCO ₃	-	-	91,1	-	-	-	8,3 - 11,1

Wie aus der Tabelle ersichtlich, zeigen gerade die Nährelemente große Spannen. Zur Beurteilung der für den Pflanzenwuchs relevanten Verhältnisse ist daher die lokale Ausprägung am konkreten Standort ausschlaggebend. Auf die lokalen Besonderheiten wird im folgenden Abschnitt näher eingegangen.

3.5.2.1 Trias

Das alte Gebirge ist im Bereich des Untersuchungsraumes fast vollständig durch die Trias überlagert, welche den Sockel des Rhöngebirges bildet. Es handelt sich um aus marinen und fluvialen Sedimenten hervorgegangene Gesteine hauptsächlich des Buntsandsteins und des Muschelkalks, wobei der Mittlere Buntsandstein das Fundament des Gebirges formt. Die Hauptverbreitung der Trias liegt im Bereich der Vorder- und Kuppenrhön, der Südrhön und des Salzunger Werraberglandes im Nordosten des Untersuchungsraumes.

Buntsandstein

Etwa die Hälfte des Untersuchungsraumes wird von Gesteinen des Buntsandsteins eingenommen, im wesentlichen vom Mittleren und Oberen Buntsandstein. Die ältesten Gesteine dieser Formation, die des Unteren Buntsandsteins, treten nur kleinflächig am nördlichen, westlichen und östlichen Abfall des Dammerfeldrückens zutage. Hier erreicht der Buntsandstein mit teilweise über 800 m ü.NN seine größte Höhe.

Der Untere Buntsandstein tritt im Untersuchungsraum kaum in Erscheinung. Er ist in zwei Stufen unterteilt. Die untere Stufe (Bröckelschiefer), die nur bei Urspringen sehr kleinflächig oberflächennah ansteht, setzt sich aus zuweilen etwas sandigen Schiefertönen zusammen. Die obere Stufe besteht aus dünnen, selten auch 1 bis 2 m starken Steinplatten aus feinkörnigen Sandsteinen. Der Mittlere Buntsandstein nimmt große zusammenhängende Flächen besonders im Westen und Südwesten des Untersuchungsraumes ein (insgesamt ca. 35 %). Er besteht zu über 90 % aus Quarz. Nach BÜCKING (1916) bildet er zwei sich deutlich voneinander abhebende Stufen: die untere setzt sich aus überwiegend roten, die obere aus meist weißen Sandsteinen zusammen. Bei Verwitterung entstehen sandige, zu starker Versauerung neigende, carbonatfreie, trockene Böden mit geringen Nährstoffreserven. Sie sind

für die landwirtschaftliche Nutzung wenig geeignet; solche Standorte sind im Untersuchungsraum zum großen Teil mit Wald bedeckt. Aus diesem Grund liegen auch nur 85 Aufnahmen (= 8 %) im Bereich dieser Schicht.

Der Obere Buntsandstein (= Röt) kommt zwar im gesamten Untersuchungsraum vor, nimmt aber meist nur schmale Bänder oder kleine Flächen ein. Es handelt sich im wesentlichen um Glimmer führende, meist rotbraune Schiefertone. Eingeschaltet sind Lagen aus tonreichen Sandsteinen und sandigen Schiefertönen (BÜCKING 1916). Die sich aus dem Röt entwickelnden Böden eignen sich aufgrund des höheren Anteils an Phosphorsäure und Kali - sofern es die hydrologischen und Lagerungsverhältnisse zulassen - vorzugsweise als Ackerböden. Die Tendenz zur Vernässung und zu schneller Austrocknung führt jedoch an entsprechenden Standorten zu einer erschwerten Bearbeitbarkeit, so daß unter solchen Gegebenheiten Grünlandnutzung vorherrscht.

Böden:

Aus den Gesteinen des Buntsandsteins haben sich unter Grünland genutzten Standorten überwiegend basenarme Braunerden entwickelt. Als Bodenarten herrschen sandige Fraktionen (überwiegend Mittel- und Feinsand) vor (SCHUCHT 1941). Bei vermehrt lehmigen Anteilen macht sich in Plateaulagen Stauwassereinfluß bemerkbar, so daß hier Übergänge zum Pseudogley bestehen. Aus den tonigen Sedimenten des Oberen Buntsandsteins gehen schwere Tonböden (Pelosole) mit der Neigung zu Staunässe und Wechselfeuchte hervor. Alle Buntsandsteinböden weisen einen hohen Gehalt an SiO_2 und einen entsprechend geringen Gehalt an Al_2O_3 , Fe_2O_3 , P_2O_5 und CaO auf. K_2O - und MgO -Gehalte sind relativ hoch. Die Böden aus Unterem und Mittlerem Buntsandstein sind sauer bis stark sauer, so daß die Nährstoffe weitgehend nicht pflanzenverfügbar sind. Solche Böden stellen folglich überwiegend nährstoffarme, durchlässige und somit zur Austrocknung neigende Standorte dar. Etwas bessere Bodeneigenschaften weisen die aus dem Röt hervorgegangene Böden auf.

Muschelkalk

Die oberflächennahe Hauptverbreitung des Muschelkalks (Unterer und Mittlerer Muschelkalk) erstreckt sich auf den Bereich der Östlichen Kuppenrhön, den Nordteil der Westlichen Kuppenrhön, den Ostabfall der Langen Rhön sowie das Grabfeld im Südosten des Gebietes. Im Bereich der vulkanischen Berge ist der Muschelkalk oft von Basalt- und Phonolithergüssen sowie von Schutt dieser vulkanischen Gesteine bedeckt. Ohne diese aufgesetzten Eruptivmassen würde der Muschelkalk hier ein geschlossenes Gebirge bilden (HARTUNG 1912).

Der Untere Muschelkalk oder Wellenkalk setzt sich überwiegend aus hellgrauen, dünnen, wellig gebogenen oder wulstig abgesonderten Kalklagen zusammen. Diese zerfallen leicht in kleine, eckige Gesteinsbrocken und bedecken als „Kalkkies“ großflächig das Röt (BÜCKING 1909).

Der Mittlere Muschelkalk besteht hauptsächlich aus hellgrauen und gelblichen, weichen Mergeln sowie gelben und grauen, dichtplattigen Kalken (BÜCKING 1909).

Böden:

Aus Gesteinen des Unteren Muschelkalks gehen stark klüftige, flachgründige, schwach sandige bis sandige Lehmböden (Rendzinen, Pararendzinen) hervor, die das Niederschlagswasser rasch in tiefere Schichten abführen. Sie besitzen bei meist geringer Wasserspeicherkapazität eine enorme Wärmespeicherkapazität und bestehen zum Teil aus mehr als 90 % CaCO_3 . Aufgrund dieser Eigenschaften stellen solche Unterlagen Extremstandorte dar.

Die weichen Mergel des Mittleren Muschelkalks zerfallen sehr leicht und liefern Typische bzw. Verbraunte Rendzinen. Sie weisen ähnliche Eigenschaften auf wie die aus dem Unte-

ren Muschelkalk hervorgegangenen Böden, sind aber nicht derart flachgründig und stark zerklüftet und haben eine höhere Wasserspeicherkapazität. Sie sind überaus fruchtbar und werden überwiegend als Ackerland genutzt.

Keuper

Keuper steht im Bereich des Untersuchungsraumes in nennenswertem Umfang im Westlichen Grabfeld (Unterer Keuper), in der Östlichen Kuppenrhön und im nördlichen Teil der Westlichen Kuppenrhön (Mittlerer Keuper) oberflächennah an. Ursprünglich nahmen Sedimente dieser Schicht im Untersuchungsraum größere Bereiche ein; die meisten Ablagerungen sind jedoch wieder abgetragen worden (LANGE 2001).

Der Untere Keuper besteht aus graubraunen, grob- bis feinschieferigen tonigen Gesteinen, der Mittlere Keuper setzt sich überwiegend aus bunten (dunkelroten, blauen bis grünlich-grauen und dunkelvioletten) Letten und Mergeln zusammen.

Böden:

Gesteine des Unteren Keupers zerfallen leicht zu einem mageren Lehm. Bei der Verwitterung von Gesteinen des Mittleren Keupers entstehen tonige, zähplastische und wenig durchlässige Böden. An flachgründigen Standorten entwickeln sich Syroseme oder Ranker, an tiefgründigen Standorten Braunerden.

3.5.2.2 Tertiär

Nach der triassischen, überwiegend marinen Sedimentationsphase hob sich das mitteldeutsche Gebiet im Übergang zwischen Jura und Kreide aus dem Meer, und die Festlandsphase begann (HAEFKE 1959).

Der Kern des Untersuchungsraumes, die Hohe Rhön, ist ein erdgeschichtlich junger Teil des Rhöngebirges. Hier wurde die Erdkruste im Bereich von Schwächezonen zu Beginn des Obermiozäns von magmatischen Eruptionsgesteinen durchbrochen, welche über Schloten an die Erdoberfläche gelangten. Zunächst wurden Tuffe ausgeworfen, nachfolgend phonolithische, dann basaltische Lava. In geringen Mengen ergoss sich auch trachytische Lava. Die Eruptionsgesteine wurden in mehreren Schüben gefördert und flossen zu teilweise zusammenhängenden Gesteinsdecken zusammen. In Bereichen, in denen sich das ergießende Magma nicht zu ausgedehnten Deckenergüssen vereinigte, stehen die älteren triassischen Gesteinsschichten zwischen dem Basalt an. Stellenweise überlagern zudem jüngere Sedimente die vulkanischen Gesteinsdecken (s.u.).

Phonolith

Als zumeist älteres der beiden Eruptivgesteine lagert der Phonolith - so an vielen Stellen nachgewiesen (vgl. BÜCKING 1909) - den Triassedimenten direkt auf⁹. Die Vorkommen sind zersplittert und haben ihren Verbreitungsschwerpunkt in der Westlichen Kuppenrhön. Phonolithe sind von grauer Farbe, die sich beim Zersetzen ins schmutzig Weiße ändert. Die Struktur der Gesteine ist durch eine plattige Anordnung gekennzeichnet. Phonolithe, in ihrer Genese und Zusammensetzung eng mit den Basalten verwandt, entwickeln sich im Vergleich zu diesen jedoch zu basenärmeren, sauren Böden (Al_2O_3 und Fe_2O_3 sind erhöht). Die Gehalte an Erdalkalien MgO und CaO sowie P_2O_5 , die Auskunft über den potentiellen Nährstoffgehalt geben, sind vergleichsweise niedrig.

⁹ Nur dort, wo in der vom Phonolith durchbrochenen Schlotbrekzie (s.u.) Basalt nachgewiesen wird, muß dieser älter sein als der Phonolith.

Basalt

Das Hauptvorkommen des Basaltes erstreckt sich auf die Hohe Rhön, die zu mehr als die Hälfte von diesem Gestein in mehr oder weniger geschlossenen, in mehreren Ergüssen aufgebrauchten Decken eingenommen wird. Weitere Vorkommen befinden sich verstreut in der Vorder- und Kuppenrhön. Basalte sind relativ nährstoff- und basenreiche Gesteine, die der Verwitterung großen Widerstand entgegensetzen.

Schlotbrekzien

Durch vulkanische Kräfte entstanden Schlote mit steilen Wänden, die aufgrund der nachfolgenden tektonischen Erschütterungen in sich zusammenbrachen. Dadurch füllten sie sich mit den Gesteinen, durch die der Schlot an die Erdoberfläche führte. Solche Mischungen verschiedener Gesteine innerhalb von Schloten werden als Schlotbrekzie bezeichnet. Bei erneuten Durchbrüchen wurde die Schlotbrekzie herausgeschleudert und umgibt die Schlote als ungeschichtete Brekzie aus Eruptivgestein, Buntsandstein-, Muschelkalk- und Keuperstücken.

Tuffe, Vulkaniklastite

Durch heftige Eruptionen zertrümmerte magmatische Gesteine, die explosionsartig als Fontänen aus erstarrten Auswürflingen in die Luft hinausgeschleudert werden, bezeichnet man zusammenfassend als Vulkaniklastite. Im Untersuchungsraum finden sich um die Schlote trachytische, phonolithische und basaltische Vulkaniklastite. Tuffe sind vulkanisch geförderte Lockerstoffe (z.B. Aschen), die nach der Ablagerung auf der Landoberfläche oder im Vulkan-schlot wieder verfestigt wurden. Solche Gesteine gingen in der Umgebung der Schlote nieder.

Trachyt

Trachyt tritt im Untersuchungsraum vereinzelt am Nordabfall der Wasserkuppenrhön (südlich von Abtsroda) und im Bereich der Phonolithvorkommen der Westlichen Kuppenrhön auf. Trachyt ist ein hellgraues bis rötliches, saures, relativ leicht zerfallendes Eruptivgestein. Hauptminerale sind Kalifeldspat, Hornblende, Biotit und Plagioklas. Im Gegensatz zum Basalt und Phonolith enthält es kaum Quarz.

Böden:

Die Verwitterungsböden der basaltischen, phonolithischen und trachytischen Gesteine der Rhön bestehen aus mehr oder weniger block- und grusdurchsetzten, schluffigen Lehmen. In Plateaulagen reicht die Gründigkeit überwiegend 4 bis 7 dm tief. In Hanglagen sind die Böden flachgründiger. Bei den Basaltverwitterungsböden handelt es sich um primär nährstoff- und basenreiche, bei den Phonolith- und Trachytverwitterungsböden um basenarme Braunerden. Muldenlagen werden von Pseudogley-Braunerden bzw. Braunerde-Pseudogleyen eingenommen.

Da die Eruptivgesteine überwiegend in Hochlagen etwa zwischen 700 und 900 m ü.NN vorkommen, sind die daraus hervorgegangenen Böden aufgrund der hohen Niederschläge ausgewaschen und stark entbast. Besonders stark herabgesetzt sind die Gehalte an CaO und MgO. Basalt- und Phonolithstandorte werden bzw. wurden oft von Zwergstrauchheiden eingenommen. In Verbindung mit den hohen Niederschlägen kommt es zur Verlagerung von Al_2O_3 und Fe_2O mit der Folge, daß Pflanzennährstoffe - insbesondere K_2O und P_2O_5 - festgelegt und nicht mehr pflanzenverfügbar sind.

Die aus dem Schutt der Eruptivgesteine entstandenen Böden unterscheiden sich nicht wesentlich von denjenigen, die aus der primären Ergußgesteinsdecke hervorgegangen sind. Böden aus Basalttuff sind tiefgründiger und steinarm.

Verwitterungsböden aus Eruptivgesteinen und Gesteinsschutt sind in der Hochrhön folglich überwiegend basenarm, nährstoffarm und sauer.

Pliozän, Miozän

Im mittleren Pliozän begann die exogene Heraushebung der Rhön, ein Vorgang, der bis heute anhält. Die Heraushebung hatte zur Folge, daß sich beim Übergang der Hohen Rhön zu ihren Vorländern markante Bruchstufen herausgebildet haben, die insbesondere am Ostabfall in Form von Muschelkalk-Bändern in Erscheinung treten. Seit dieser Zeit ist das Gebiet der permanenten exogenen Abtragung ausgesetzt. Schichten aus verhältnismäßig leicht erodier- und denudierbarem Material werden abgetragen (Tuff, Mergel, Ton), und die harten, verwitterungsbeständigen magmatischen Gesteine (Basalte, Phonolithe) bleiben als Decken, Stiele und Schlote erhalten.

Oberflächennahe miozäne Bildungen (Sande und Tone) finden sich bandförmig an den Außenrändern der Basaltdecken der Langen Rhön im Bereich der Abdachungen zur Vorder- und Kuppenrhön und im Bereich des Ostabfalls der Langen Rhön. Weitere miozäne Bildungen stehen oberflächennah in der Östlichen Kuppenrhön im nördlichen Untersuchungsraum an.

Im Bereich der Langen Rhön haben sich miozäne Bildungen in einem großen zusammenhängenden Süßwasserbecken gebildet und wurden von den sich nachfolgend ergießenden Basaltströmen weitgehend überdeckt. Die miozänen Bildungen im Norden des Untersuchungsraumes wurden ebenfalls von Lavaströmen überzogen. Allerdings waren die Ergüsse hier nicht so massiv wie im Bereich der Langen Rhön, so daß größere und zusammenhängende miozäne Bildungen oberflächennah anstehen.

Böden:

Im Bereich der miozänen Bildungen wurden 45 pflanzensoziologische Aufnahmen ausgewertet. In den zugrunde liegenden Bodenkarten ist bei 43 Aufnahmen als Unterlage „Braunerde aus Eruptivgesteinen“ dargestellt. Eine Aufnahme liegt im Bereich der Bodenklasse „Rendzina, Syrosem“ (Ausgangsgestein Muschelkalk), eine weitere auf Gley (Ausgangsgestein Buntsandstein). Demnach sind in den Bodenkarten Bodentypen dargestellt, die sich nicht aus den oberflächig anstehenden miozänen Sanden und Tonen, sondern aus anderen Gesteinen entwickelt haben. Die bandförmigen miozänen Bildungen im Bereich der Langen Rhön wurden möglicherweise maßstabsbedingt arrondiert und den Braunerden aus Eruptivgesteinen zugeschlagen¹⁰. Im Fall der flächenhaften miozänen Bildungen im Norden des Untersuchungsraumes ist dies kaum wahrscheinlich. Eventuell lagert den oberflächennah anstehenden miozänen Sanden und Tonen bereichsweise eine sehr dünne Schicht aus Basalt bzw. Basaltschutt auf, welche in den geologischen Kartenwerken nicht zur Darstellung gelangte. Für diese Annahme sprechen auch die Artenzusammensetzungen und Deckungen innerhalb eines großen Teils der betreffenden pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen. Etwa zwei Drittel von ihnen lassen sich recht deutlich den ausgewaschenen und verhagerten, nährstoffarmen und sauren Braunerden aus Eruptivgesteinen zuordnen. Typische Arten solcher Standorte sind z.B. *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa* und *Carex pilulifera*. Auch die Beschreibung von Geologie und Boden durch die Autoren dieser Aufnahmen (vgl. z.B. BARTH 1995) steht dafür. Mehr als die Hälfte der Aufnahmen ist allerdings nicht typisch für arme Standorte wie die soeben beschriebenen, sondern stehen für

¹⁰ Zur Kartierschärfe bezüglich der Bodenkarten s. Kap. 4.1.1.

mäßig nährstoffreiche bis nährstoffreiche Böden. Hier sind entweder die miozänen Bildungen nicht von Basalt bzw. Basaltschutt überlagert, oder Braunerden aus Eruptivgesteinen sind melioriert worden.

3.5.2.3 Quartär

Löß, Lößlehm

Im Pleistozän wurden in Teilen des Untersuchungsraumes äolische Sedimente (Löß, Lößlehm) abgelagert, die in Tal- und Beckenlagen bis zu 20 m starke Decken bilden. Im Bereich der Hänge und z.T. auch auf den Hochflächen sind sie größtenteils abgetragen worden. Großflächige Lößdecken finden sich im Südosten des Untersuchungsraumes (Neustädter Becken, Grabfeldgau) und im Nordwesten (Fulda-Haune-Tafelland, Fuldaer Senke, zentrale Westliche Kuppenrhön).

Talbildungen

Das gesamte Gewässernetz der Rhön ist bereits im jüngeren Pliozän angelegt worden. Hochgelegene jungpliozäne Talbodenreste 100 bis 120 m z.B. oberhalb der rezenten Aue der Saale zeigen dies an (MENSCHING 1957). Hierbei handelte es sich jedoch nur um den Beginn der Talbildungen. Die Talbildung der Fließgewässer in ihrer heutigen Form erfolgte im Pleistozän. Abschnittsweise bzw. punktuell stehen im Bereich der Flüsse und Bäche des Untersuchungsraumes Schutt und Schotter der alten Terrassen bzw. Reste der alten Terrassen selbst (die der Haune) an. Die durch das fließende Wasser bewirkten und im Pleistozän einsetzenden Schotter-, Sand- und Terrassenablagerungen setzten sich im Holozän weiter fort. Die jüngsten Ausformungen der Fließgewässer vollzogen sich bzw. vollziehen sich im Holozän in Form von Sedimentation von überwiegend Auenlehm sowie Sand und Schotter.

Pleistozäne und holozäne Schuttbildungen, Rutschmassen und Schuttkegel

Bei Schuttbildungen und Rutschmassen handelt es sich um Gesteinsmassen, die unter Einwirkung von Frostsprengung, Verwitterung, Bodenwasser und der Schwerkraft großflächig abgetragen werden und sich unterhalb des Denudationsbereichs sammeln. Bilden die abgetragenen Gesteinsmassen steilwandige Halden, so werden diese als Schuttkegel bezeichnet. In der geologischen Kartengrundlage ist zum Teil keine Differenzierung hinsichtlich der Ausgangsgesteine gemacht worden. Daher wurden diese quartären Bildungen vom Verf. anhand der oberhalb anstehenden Gesteine und des Pflanzenbewuchses weiter differenziert. Danach liegen 12 Aufnahmen im Bereich von Kalkgestein (Muschelkalk), zwei im Bereich von Buntsandstein und 10 im Bereich von Basalt.

Moore

Hohe Niederschlagssummen, geringe Verdunstungsraten und niedrige Temperaturen haben im Holozän die Entstehung von Mooren ermöglicht. Sie befinden sich überwiegend in der Langen Rhön und der Wasserkuppenrhön in Höhen zwischen 700 und 800 m ü.NN.

Böden:

Aus Löß und Lößlehm bestehende Decksedimente haben tiefgründige, nährstoffreiche Parabraunerden hervorgebracht. Zum überwiegenden Teil werden sie ackerbaulich genutzt.

Die Auenlehme im Bereich der Bach- und Flußtäler stehen unter dem Einfluß des schwankenden Grundwassers. Die aus ihnen hervorgegangenen Böden (Braune Auenböden,

Gleye) sind folglich grundwassergeprägt. Sie werden von intensiv genutzten Grünländereien eingenommen.

Ausgangsgesteine der pleistozänen und holozänen Schuttbildungen und Rutschmassen sind unterschiedlicher Natur und Herkunft, so daß die aus ihnen entstandenen Böden ebenfalls verschieden sind. Da triassische (insbesondere Buntsandstein und Muschelkalk) sowie tertiäre Gesteine (überwiegend Basalt) im Untersuchungsraum dominieren, sind als häufigste aus den Schuttbildungen und Rutschmassen hervorgegangene Bodentypen Braunerden, Rendzinen und Syrosette zu erwarten.

3.5.3 Abschließende Beurteilung

Das Kapitel Geologie und Böden gibt einen Überblick über die Verhältnisse im Untersuchungsraum und gründet auf Literatur- und Grundlagenkartenauswertung. Aussagen über die konkrete Ausbildung des Bodens an einem bestimmten Standort erfordern die Ansprache und Beurteilung der Verhältnisse mit Hilfe von Spaten und Bohrstock.

Entsprechende Untersuchungen liegen für die 1079 Untersuchungsflächen gleichwohl nicht vor¹¹. Nur im Bereich der Hohen Rhön wurden im Juli 2005 Bodenuntersuchungen durchgeführt (s. Kap. 9.1).

3.6 Klima

3.6.1 Großklimatische Verhältnisse¹²

Der Untersuchungsraum gehört zur gemäßigten Klimazone der Nordhalbkugel, welche im Bereich Mitteleuropas in allen Höhenlagen von Rotbuchenwäldern dominiert wird. Er liegt im Übergangsbereich der Klimaräume Westliches Mitteldeutschland (Klimabezirke Nordhessisches Bergland und Werra-Bergland), Südwestdeutschland (Klimabezirke Vogelsberg und Rhön) und Süddeutschland (Klimabezirk Mainfranken) (DEUTSCHER WETTERDIENST 1950). Von dem atlantisch geprägten Klimaraum Nordwestdeutschlands ist der Untersuchungsraum durch Westerwald und Sauerland abgeschirmt, welche eine Barriere gegen die von Westen und Nordwesten anströmenden atlantischen Luftmassen bilden.

¹¹ Der größte Teil der ausgewerteten pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen (904 von 1079) stammt von STOLZENBURG (1989), BARTH (1995), VOLLRATH (1994), PHILIPP (1994) und LANGE (1998) (s. Kap. 8.2). Bodenanfragen von Untersuchungsflächen dieser Autoren liegen nicht vor. Eigene Untersuchungen wurden aus Kapazitätsgründen weitgehend nicht durchgeführt. Für den Vergleich mit dem Aufnahmematerial der oben aufgeführten Autoren waren sie überdies entbehrlich. Nur in der Hohen Rhön wurden im Juli 2005 acht Bohrungen abgeteufelt, s. Kap. 9.1.

¹² Angaben zum Großklima basieren in erster Linie auf den Darstellungen im Klimaatlas von Hessen (DEUTSCHER WETTERDIENST 1950). Bei den Abbildungen handelt es sich um Abzeichnungen der Themenkarten im Maßstab 1:1.000.000. Weitergehende, auf den Untersuchungsraum bezogene Aussagen, auch zu speziellen Fragestellungen, sind DIETRICH (1918), SIEDENTOP (1929), KREUTZ (1943), ARZT (1951) und BLEIBAUM (1953) zu entnehmen. Die in diesen (älteren) Arbeiten verwendeten Daten sind - soweit sie für die Fragestellung der vorliegenden Dissertation relevant sind - überwiegend im Klimaatlas von Hessen verarbeitet worden.

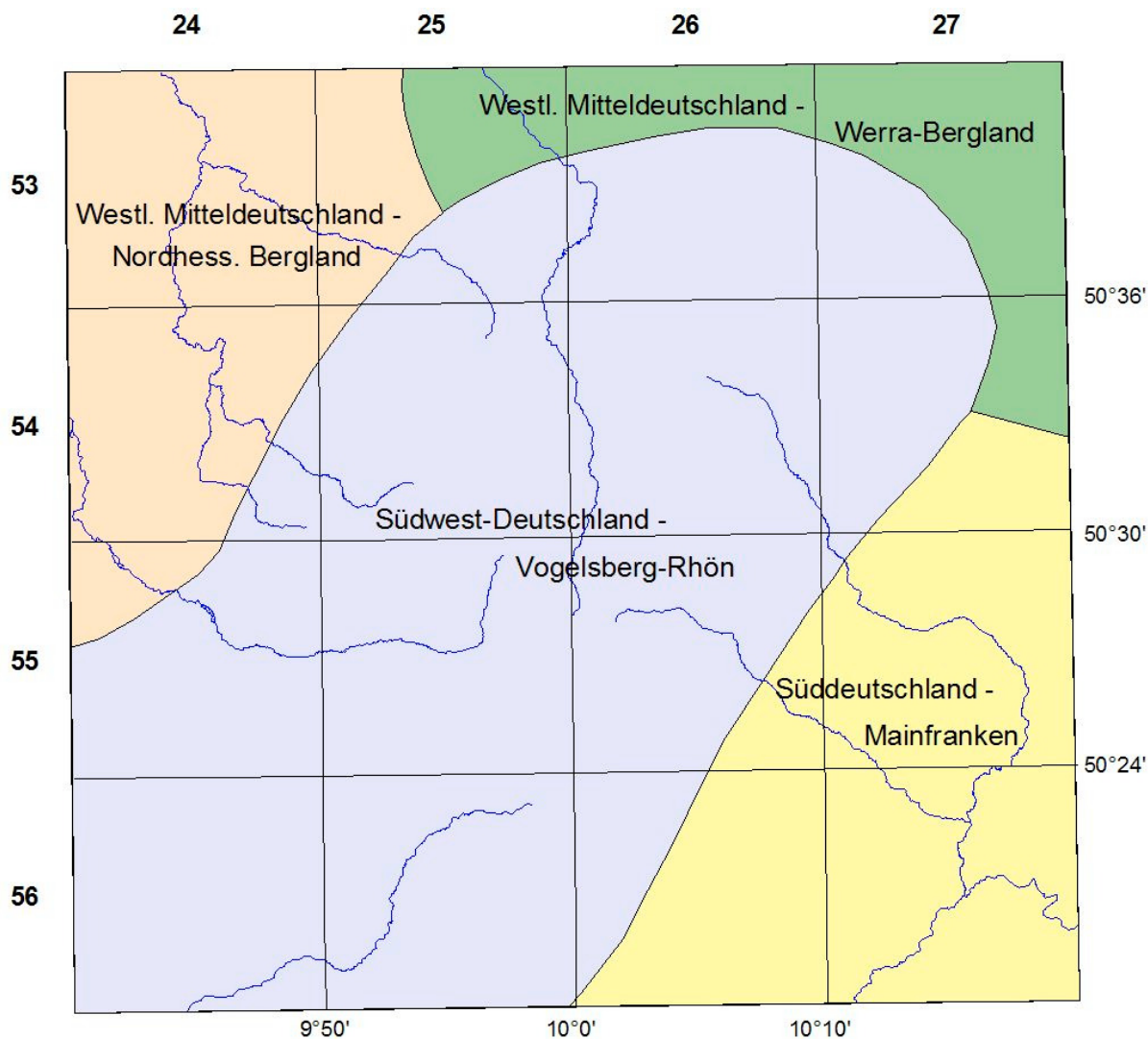


Abb. 6: Klimaräume und Klimabezirke (aus KLIMAATLAS VON HESSEN 1950, verändert);
M. ca. 1:300.000

Der Untersuchungsraum ist somit relativ stark kontinental geprägt. Dies äußert sich im wesentlichen durch vergleichsweise tiefe Durchschnittstemperaturen im Januar und relativ hohe Julitemperaturen. Die Jahresschwankung der Lufttemperatur ist entsprechend erhöht. Zudem sind die Jahresniederschlagssummen im Vergleich zum atlantisch geprägten Klimaraum Nordwestdeutschland geringer. Die kontinentale Prägung des Gebietes wird besonders im Südosten im Bereich des Klimabezirks Mainfranken deutlich.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über charakteristische Klimaelemente der Klimabezirke innerhalb des Untersuchungsraumes (DEUTSCHER WETTERDIENST 1950).

Tab. 3: Klimaräume und Klimabezirke innerhalb des Untersuchungsraumes mit charakteristischen Klimadaten (aus DEUTSCHER WETTERDIENST 1950, verändert)

Klimaräume (fett) und Klimabezirke	Durchschnittliche Seehöhe (m) ¹³	Mittlere Jahresdurchschnittstemperatur (°C) ¹⁴	Durchschnittliches Monatsmittel der Lufttemperatur (°C)		Mittlere Jahres-schwankungen der Lufttemperatur (°C)	Dauer der Vegetationszeit (Tage) ¹⁵	Mittlere Jahres-summen des Niederschlags (mm)	Monat der größten Niederschlagsmenge	Mittlere Zahl der Tage mit Schneedecke
			Jan.	Juli					
Westliches Mitteldeutschland									
Nordhessisches Bergland	ca. 400	7-8	-1,7	15,6	17,3	205	700-750	VII	63
Werra-Bergland	ca. 400	7	-1,9	15,6	17,5	204	700	VII	65
Südwestdeutschland									
Vogelsberg-Rhön	ca. 700	6-7	-3,1	14,0	17,0	187	1000-1200	VII, XII	95
Süddeutschland									
Mainfranken	ca. 200	7-8	-0,5	17,8	18,3	228	600	VII, VIII	35-40

3.6.2 Klimatische Verhältnisse im Untersuchungsraum

3.6.2.1 Niederschläge

Die jährlichen Niederschlagssummen korrelieren deutlich mit der Höhenentwicklung des Rhöngebirges, welches als etwa in Nord-Süd-Richtung verlaufender Querriegel zur Hauptwindrichtung im Untersuchungsraum liegt. Ausgehend von etwa 550 - 650 mm im Haune- und Fuldatale im Westen steigen die Niederschlagssummen zum Rhöngebirge hin steil auf 800 - 900 mm an, um in den Kammlagen der Hohen Rhön Maximalwerte von über 1100 mm zu erreichen. Nach Osten, im Lee des Rhöngebirges, sinken die Niederschlagssummen ebenso rasch wieder ab. Im Südosten im Bereich der Trockengebiete Neustädter Becken und Grabfeld (Zusammenfluß von Streu und Fränkischer Saale) werden nur noch 500 mm Niederschlag erreicht. Hier wirkt sich nicht allein die Regenschattenlage zum Rhöngebirge aus, sondern es macht sich zudem stärkerer kontinentaler Einfluß durch vornehmlich kontinentale Luftmassen bemerkbar.

¹³ Es wurden die im Untersuchungsraum überwiegender Höhen wiedergegeben.

¹⁴ Rechnerisch ermittelt anhand der Flächenanteile der im Klimaatlas von Hessen (DEUTSCHER WETTERDIENST 1950) dargestellten Temperaturstufungen innerhalb des Untersuchungsraumes.

¹⁵ Mittlere Dauer eines Tagesmittels der Lufttemperatur von mind. 5°C.

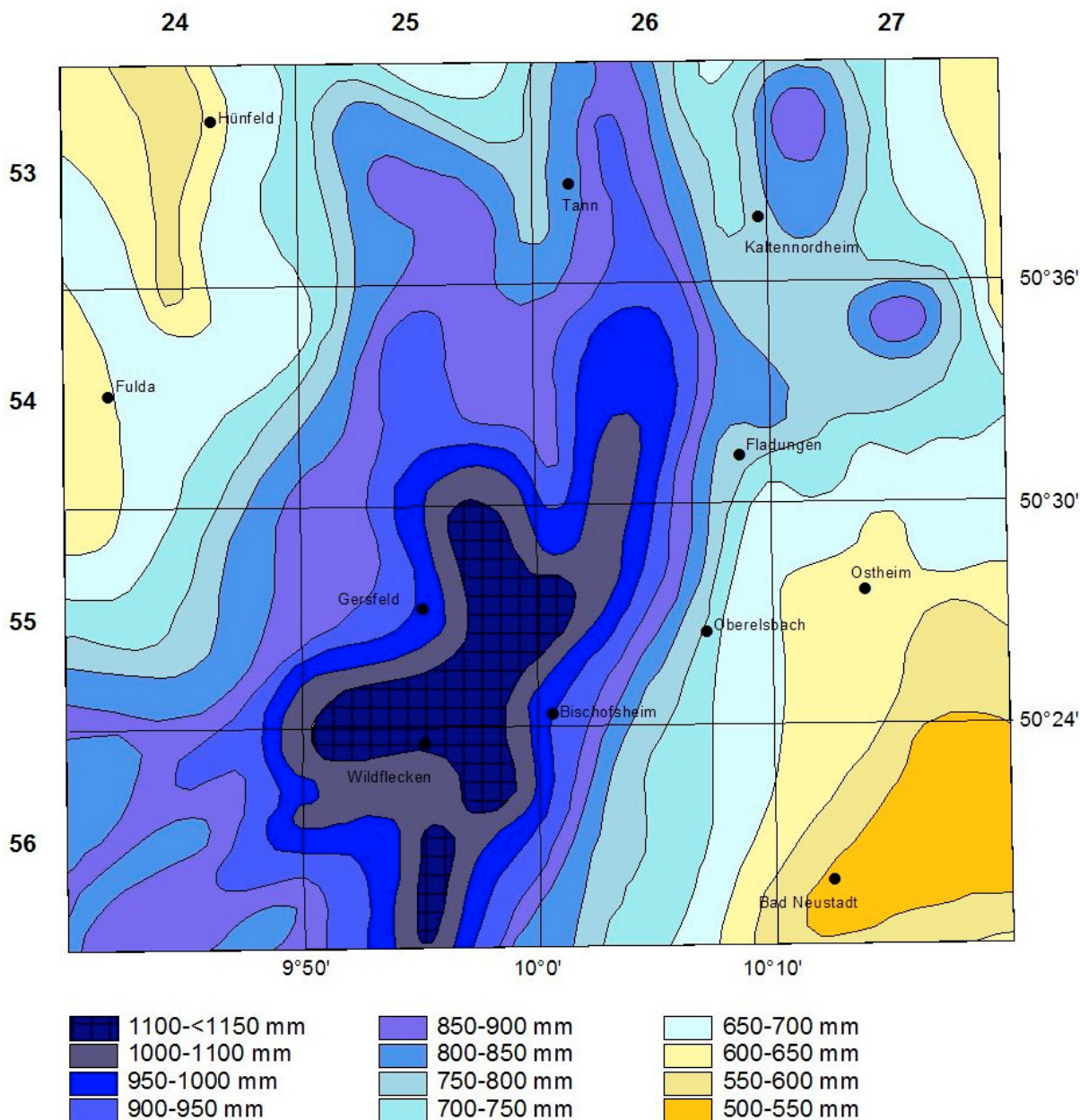


Abb. 7: Mittlere jährliche Niederschlagssummen (aus KLIMAATLAS VON HESSEN 1950, verändert); M. ca. 1:300.000

3.6.2.2 Temperatur

Ähnlich wie die Niederschläge ändern sich auch die Lufttemperaturen in etwa parallel zur Höhenentwicklung, was als „vertikaler Höhengradient der Lufttemperatur“ bezeichnet wird. Pro 100 Höhenmeter verringert sich die Lufttemperatur durchschnittlich um ca. 0,5 °C (= adiabatische Abkühlung).

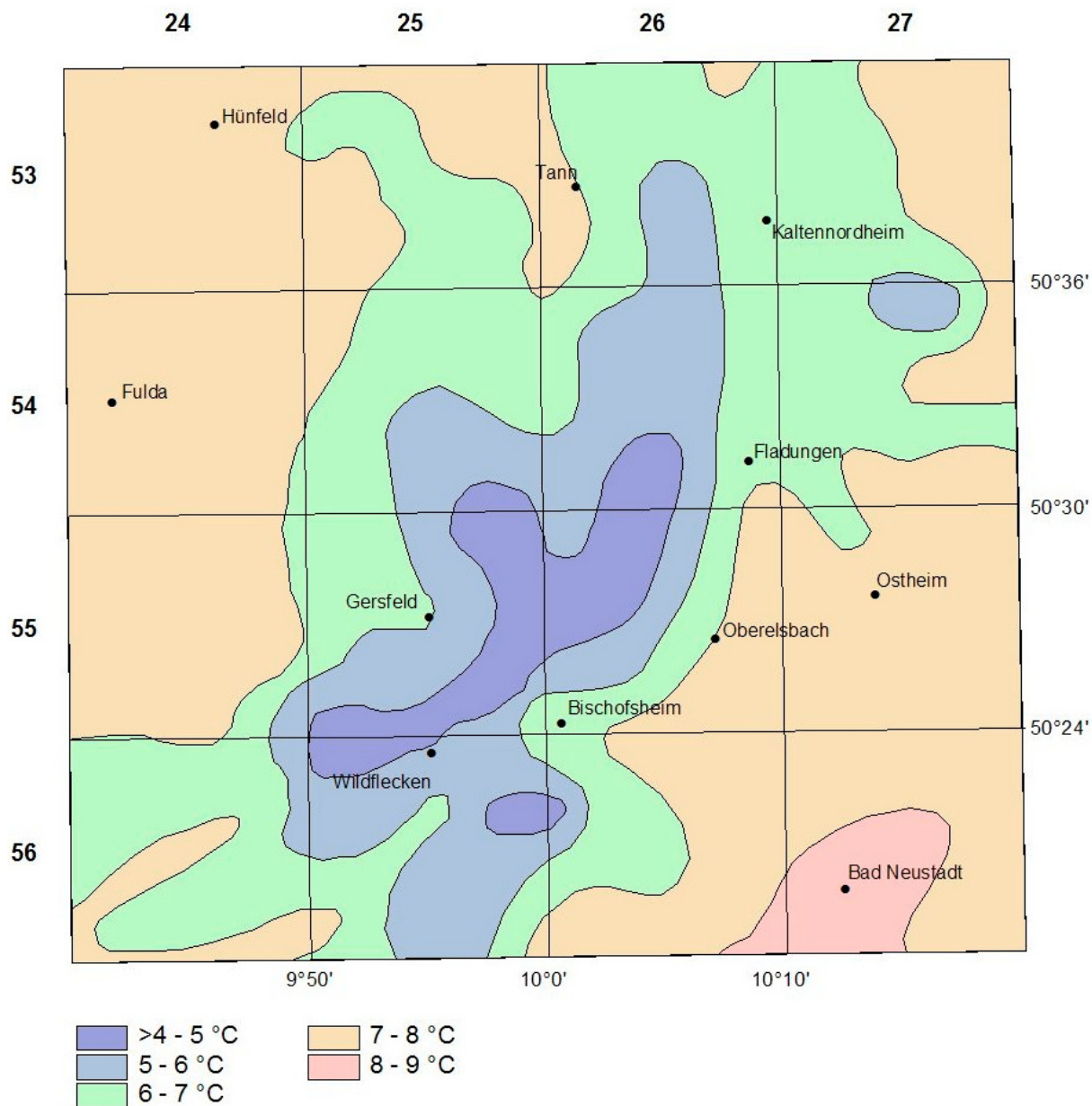


Abb. 8: Mittlere Jahresdurchschnittstemperatur (aus KLIMAATLAS VON HESSEN 1950, verändert); M. ca. 1:300.000

Im westlichen und nordwestlichen Vorland der Rhön, also im Bereich der Fuldaer Senke, des Fulda-Haune-Tafellandes und des Vorlandes der Westlichen Kuppenrhön, liegen die Jahresdurchschnittstemperaturen mit ca. 7-8 °C vergleichsweise hoch. Noch etwas wärmer sind die hier nach Nordwesten verlaufenden Niederungsgebiete von Fulda und Haune am nordwestlichen Rand des Untersuchungsraumes. Mit dem Höhenanstieg zur Westlichen Kuppenrhön und zur Brückenauer Kuppenrhön sinken die Jahresdurchschnittstemperaturen auf 5-7 °C ab. Die niedrigsten Temperaturen mit jährlich durchschnittlich 4-5 °C werden in der Hohen Rhön gemessen. Der steile Ostabfall der Hohen Rhön gegen Südrhön und Grabfeldgau spiegelt sich im steilen Temperaturgefälle wider: Auf einer horizontalen Strecke von weniger als 5 km nach Südosten steigt die Jahresdurchschnittstemperatur um 3 °C auf durchschnittlich 7-8 °C an. Im Südosten des Untersuchungsraumes, im Trockengebiet des Neustädter Beckens und der Münnerstädter Hochfläche, wird der verstärkte kontinentale bis subkontinentale Einfluß anhand der Temperaturen deutlich, die im Jahresmittel bei 8-9 °C liegen. Die

mittleren Jahresschwankungen der Lufttemperatur sind mit 18,3 °C die höchsten im Untersuchungsraum.

3.6.2.3 Großklimatisches Temperaturgefälle, Kontinentalität

Die skizzierten Gesetzmäßigkeiten hinsichtlich Niederschlagszu- und Temperaturabnahme mit zunehmender Höhenentwicklung sind überlagert vom Großklimatischen Temperaturgefälle, welches von Südsüdwest nach Nordnordost gerichtet ist. Nach Südsüdwest nehmen die Jahresdurchschnittstemperaturen bei gleicher Höhenlage zu (= Horizontalgradient der Lufttemperatur¹⁶). Die Niederschläge nehmen dagegen in Mitteleuropa generell von Nordnordwest nach Südsüdost ab. Der Gebirgsblock der Rhön liegt ziemlich genau in Südsüdwest-Nordnordost-Achse, so daß die Gebirgstteile im Nordnordosten theoretisch weniger als 0,2°C kälter sind als die südsüdwestlichen (bei einem Temperaturrückgang von ca. 0,1° auf 25 km).

Im Nordwesten sind die Niederschläge bei gleicher Geländehöhe im Vergleich zum Südosten hoch und die Temperaturgegensätze gering. Nach Südosten steigt die mittlere Jahresschwankung der Lufttemperatur mit zunehmender Entfernung zu den Ozeanen; die Niederschläge sind geringer, das Klima wird kontinentaler. Aufgrund der verhältnismäßig geringen Sommertemperaturen ist die mittlere jährliche Schwankung der Temperatur innerhalb des Gebirges geringer als in allen anderen Bereichen - auch den nordwestlichen - des Untersuchungsraumes. Diese Tendenz setzt sich mit zunehmender Höhe fort. Hier sind die Verhältnisse entsprechend ozeanisch geprägt.

3.6.2.4 Phänologie, Vegetationszeit

Der mittlere Beginn von Schneeglöckchen- und Apfelblüte korreliert im Untersuchungsraum in etwa mit der mittleren jährlichen Durchschnittstemperatur. Im Bereich der wärmebegünstigten Lagen innerhalb der westlichen und östlichen/südöstlichen Vorländer des Rhöngebirges setzen Schneeglöckchenblüte (vor dem Zeitraum 1.3.-11.3.) und Apfelblüte (5.5.-10.5.) wesentlich früher ein als in den höheren Lagen. Ab Jahresdurchschnittstemperaturen von ca. 7°C und weniger beginnt die Schneeglöckchenblüte erst nach dem 21.3.; die Apfelblüte setzt in den höchsten Lagen erst nach dem 30.5. ein.

¹⁶ In Europa beträgt die Zunahme der Jahresdurchschnittstemperatur von den Gebietsteilen ganz im NNO bis zu denen ganz im SSW 10 °C, das sind 0,1 °C / 25 km (vgl. VOLLRATH 1978:293).

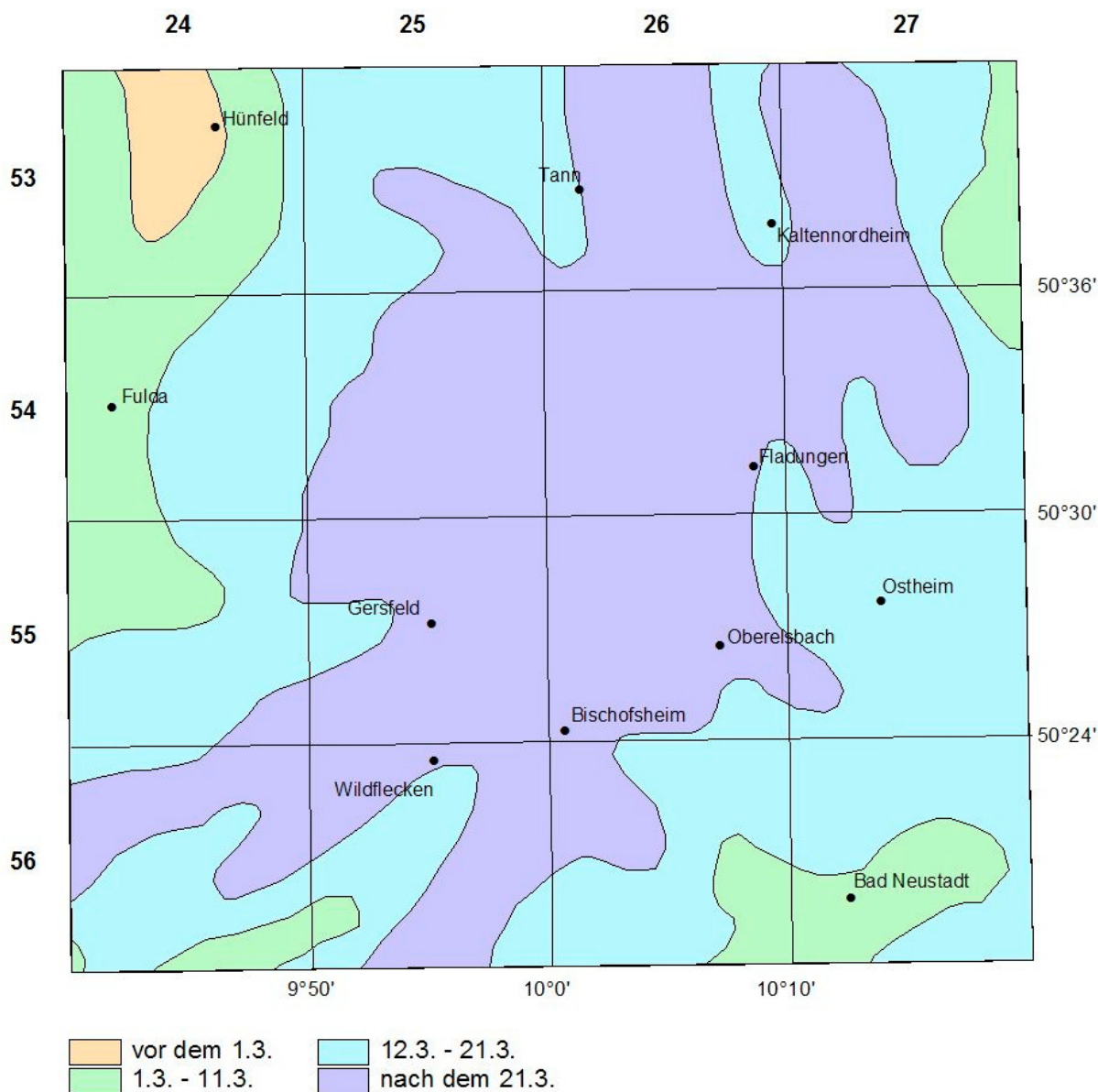


Abb. 9: Mittlerer Beginn der Schneeglöckchenblüte (aus KLIMAATLAS VON HESSEN 1950, verändert); M. ca. 1:300.000

Mit zunehmender Höhe verringert sich die Vegetationszeit, welche als Zeitraum mit einer Tagesdurchschnittstemperatur von mindestens 5 °C definiert ist (z. B. WALTER 1949). In den wärmebegünstigten Lagen innerhalb der westlichen und östlichen/südöstlichen Vorländer des Rhöngebirges dauert diese Zeit zwischen 210 und 230 Tagen an, in den höchsten Erhebungen der Hohen Rhön ist sie auf 170-180 Tage verkürzt.

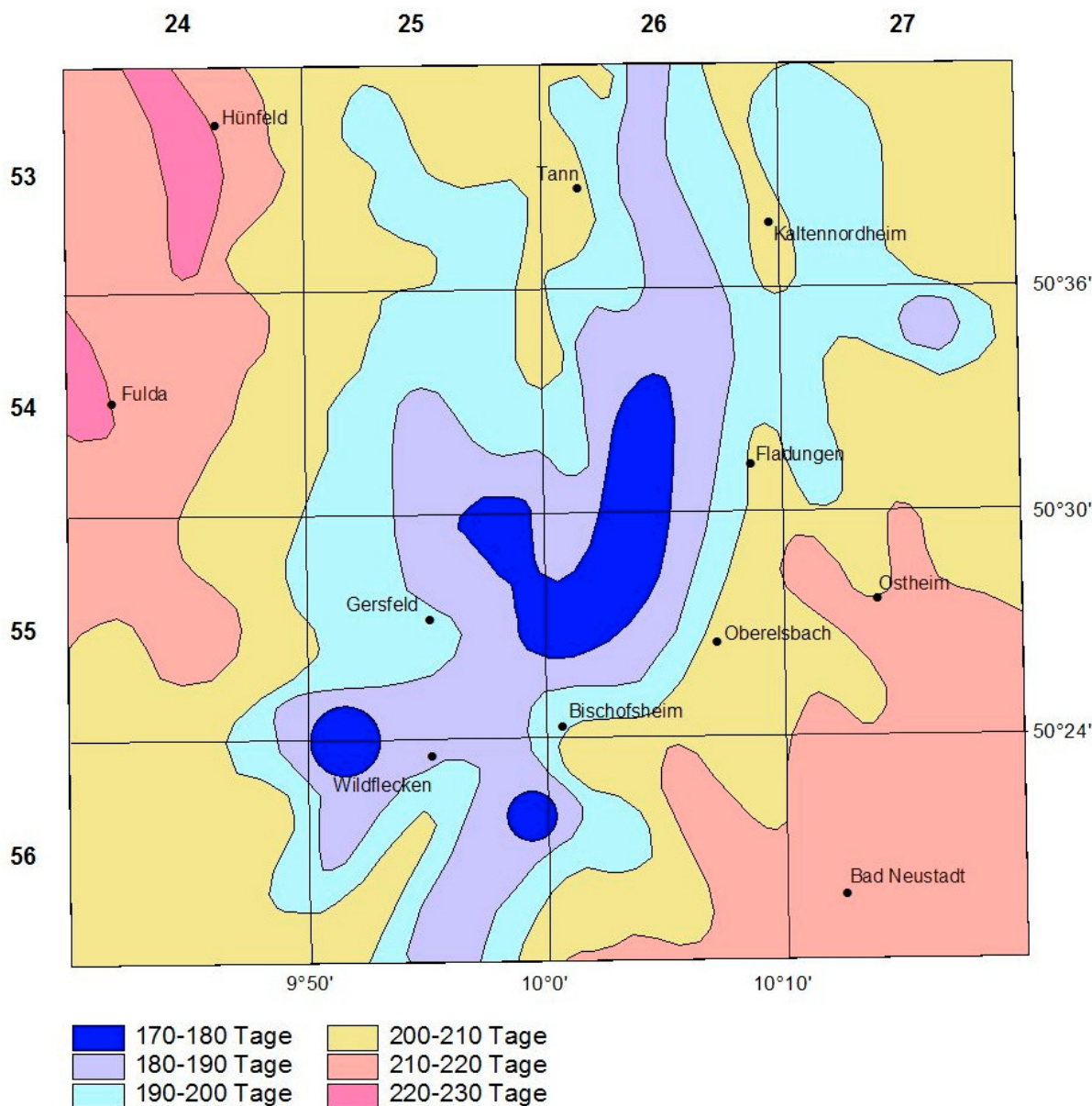


Abb. 10: Vegetationszeit (mittlere Dauer eines Tagesmittels der Lufttemperatur von mindestens 5°C) (aus KLIMAATLAS VON HESSEN 1950, verändert); M. ca. 1:300.000

Während der Grundstock der Flora eines geographisch definierten Gebietes dort im allgemeinen weit verbreitet ist, sind Vorkommen besonderer Geoelemente (z.B. alpine Geoelemente, mediterrane Geoelemente) in der Regel in Bereichen mit extremen Temperatur- und Niederschlagsverhältnissen während der Hauptwachstumszeit (etwa Mai bis Juli) zu vermuten. Hinsichtlich der Temperatur sind dies innerhalb des Untersuchungsraumes einerseits der wärmebegünstigte Südosten, insbesondere Grabfeld und Neustädter Becken, andererseits die Hohe Rhön mit ihren kalten, bis über 900 m ü.NN reichenden Erhebungen.

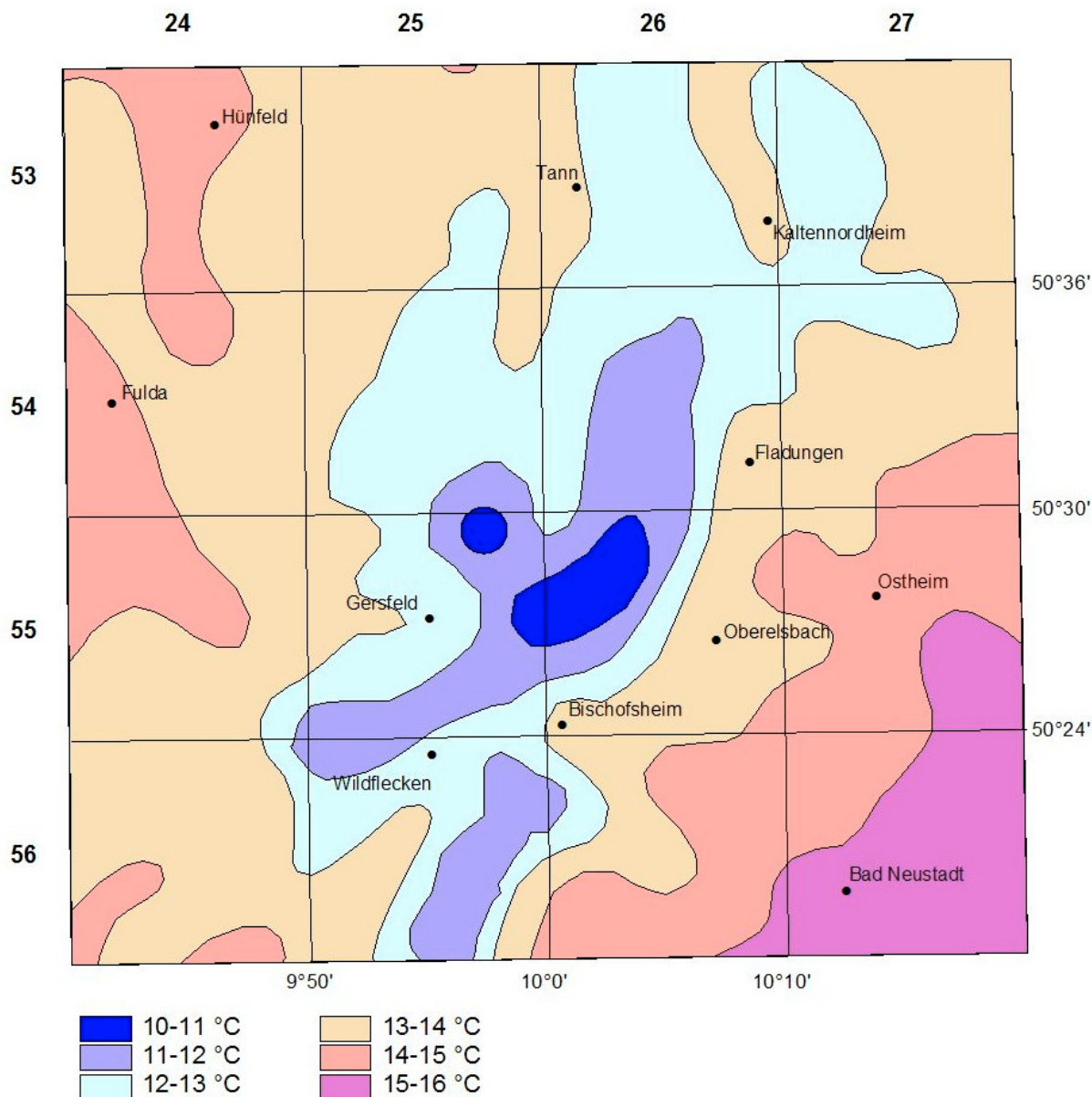


Abb. 11: Mittleres Tagesmittel der Lufttemperatur während der Hauptwachstumszeit (etwa Mai bis Juli) (aus KLIMAAATLAS VON HESSEN 1950, verändert); M. ca. 1:300.000

Mit diesen Temperaturerscheinungen korrelieren größtenteils auch die Niederschläge: Die Niederschlagssummen in den Monaten Mai bis Juli bewegen sich im Südosten zwischen 160 und 180 mm, während sie in der Hohen Rhön zwischen 280 und 320 mm liegen.

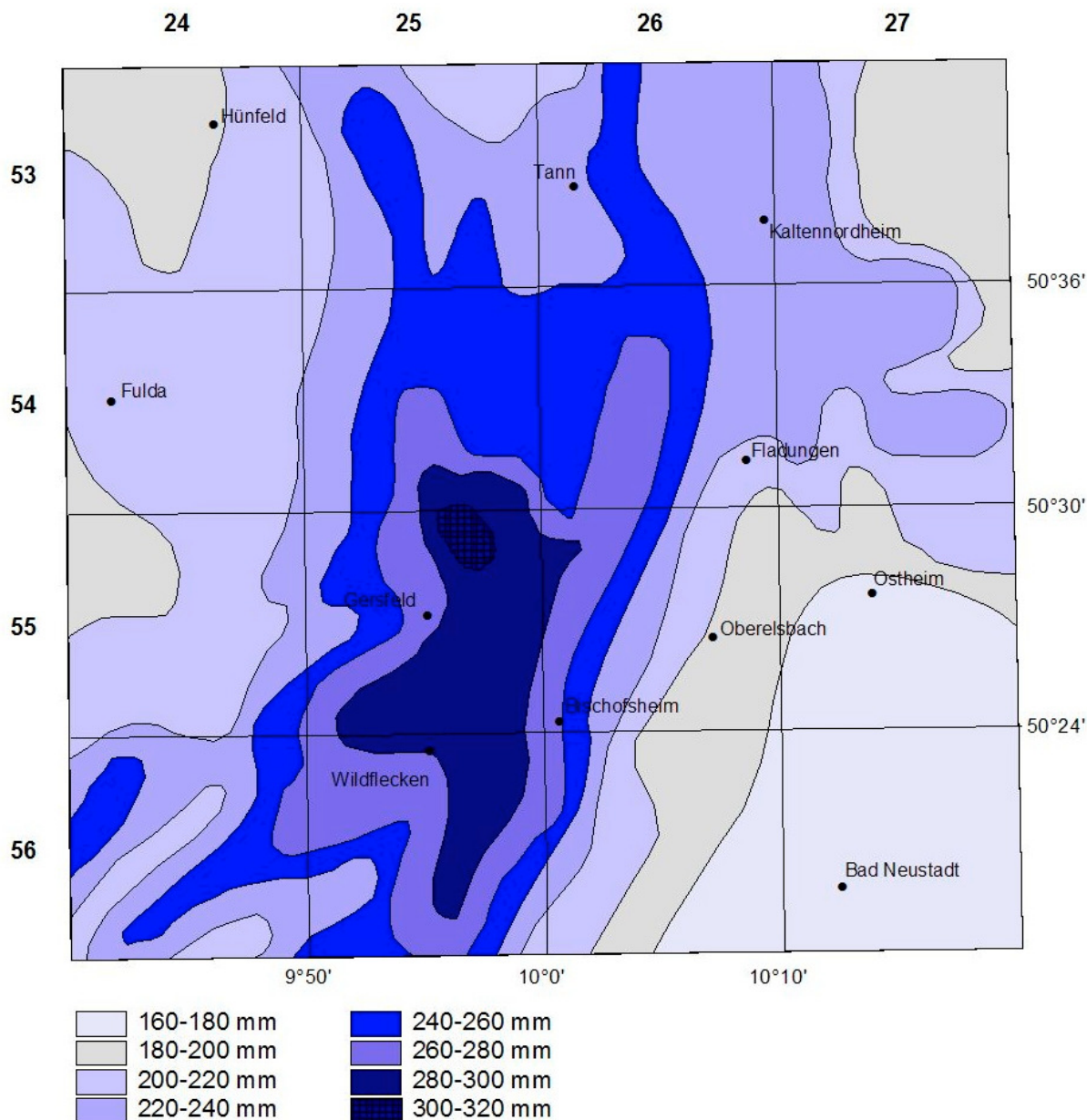


Abb. 12: Mittlere Niederschlagssummen während der Hauptwachstumszeit (etwa Mai bis Juli) (aus KLIMATLAS VON HESSEN 1950, verändert); M. ca. 1:300.000

3.6.2.5 Geländeklima

Das Großklima des Untersuchungsraumes wird durch Reliefierung, Hangneigung und Exposition modifiziert. Ebenso nehmen Gesteinsart und Vegetationsdecke Einfluß auf das Geländeklima. Werden dadurch die regionalklimatischen Gegebenheiten weiter verstärkt, ist hier am ehesten mit dem Vorkommen besonderer Geoelemente zu rechnen.

An steilen süd- und südwestexponierten Hängen treten weitaus höhere Durchschnittstemperaturen auf, als der Höhenlage nach zu erwarten ist. Umgekehrt werden an Nord- und Nordosthängen bei gleicher Höhenlage sehr viel niedrigere Temperaturen gemessen. Ebene Plateaulagen sind Kaltluftentstehungsgebiete. Wo sich Kaltluft staut bzw. am Entstehungsort verbleibt, entstehen Kaltluftinseln bzw. Kaltluftseen, die wesentlich tiefere Temperaturen als ihre Umgebung aufweisen können. Vegetationsarme und vegetationsfreie Bereiche haben

eine bedeutend höhere nächtliche Ausstrahlung und kühlen somit stärker ab als beispielsweise von Wäldern und Gebüsch bedecktes Gelände.

Im Untersuchungsraum stehen verschiedene Gesteine an, die aufgrund unterschiedlicher Reflexion der auftreffenden Sonnen- und diffusen (Himmels)Strahlung und voneinander abweichendem Wärmespeichervermögen geländeklimatisch wirksam sind. Kalkgestein z.B. reflektiert einen sehr viel höheren Anteil der auftreffenden Strahlung als Basalt, speichert jedoch Wärme über einen viel längeren Zeitraum.

Aufgrund der starken Reliefenergie in Verbindung mit kleinklimatisch unterschiedlich wirksamen Gesteinen sind im Rhöngebirge bei vergleichbarer Höhenlage kleinräumig stark voneinander abweichende Klimatope zu finden, die wesentlichen Einfluß auf Pflanzenvorkommen nehmen. Diese Erscheinungen werden von den großklimatischen Verhältnissen und dem allgemeinen Kontinentalgefälle überlagert.

3.6.2.6 Anomalien der Lufttemperatur

Die Lufttemperatur an einer bestimmten Stelle der Erdoberfläche wird durch die Interpolation von gemessenen Werten von zwei oder mehreren Klimastationen bestimmt. Ebenso wird auch der Gradientenverlauf der Temperatur durch den Vergleich der gemessenen Werte einer Basis- und einer Bergstation ermittelt. Aus den auf diese Weise errechneten Werten entstehen die auch in dieser Arbeit verwendeten Karten zur Lufttemperatur. Bei dieser Methode müssen allerdings stadtklimatische, mesoklimatische (Geländeausformung) und submakroklimatische (durch klimascheidende Gebirgszüge (vgl. VOLLRATH 1978)) Einflüsse unberücksichtigt bleiben, die sich in höheren oder tieferen Temperaturen manifestieren.

VOLLRATH (1978) hat auf dieses Problem aufmerksam gemacht und eine Methode zur Bestimmung der Temperaturanomalien und der tatsächlichen Temperaturen vorgelegt. Anhand von Beispielen (Fichtelgebirge und bayerisches Vogtland [VOLLRATH 1978] sowie weitere Mittelgebirge und Alpennordrand [VOLLRATH 1976]) wurde dargelegt, daß bestimmte Gebirgssteile wärmer als erwartet (= positive Temperaturanomalie) bzw. kälter als erwartet (= negative Temperaturanomalie) sind.

Solche Erscheinungen sind auch für das Rhöngebirge anzunehmen. Die westlichen und nordwestlichen Gebirgssteile sind vermutlich wärmer, als es ihrer Höhenlage entspricht. Ursache hierfür sind die ozeanischen Einflüsse, die mehr oder weniger frontal auf den in Südwest-Nordost-Richtung verlaufenden Gebirgsblock auftreffen. Umgekehrt sind für die östlichen und südöstlichen Gebirgssteile geringere Temperaturen anzunehmen, als es ihrer Höhenlage entspricht. Diese Gebirgssteile werden durch den Kamm der Hohen Rhön von ozeanischen Luftmassen abgeschirmt und sind ihrerseits kontinentalen Einflüssen (im Winter z.B. von Osten einsickernde Kaltluft) ausgesetzt.

Diese submakroklimatischen und makroklimatischen Gegebenheiten werden bei der Auswertung der Pflanzenvorkommen (Kap. 9) berücksichtigt. Eine exakte Bestimmung der an den Aufnahmeflächen tatsächlichen herrschenden Temperaturen nach der Methode VOLLRATH (s.o.) kann im Rahmen dieser Arbeit nicht erfolgen.

3.7 Nutzungen

3.7.1 Land- und forstwirtschaftliche Nutzungsgeschichte, Siedlungsgeschichte

Neben geologisch-edaphischen und klimatischen Faktoren nehmen menschliches Wirken und menschliche Nutzung besonderen Einfluß auf Pflanzenvorkommen. So ist die Vegetati-

on weiter Teile Mitteleuropas seit Beginn des Neolithikums in anthropoevolutionär gesehen sehr kurzen Zeiträumen stark verändert worden (allgemeine zusammenfassende Darstellung s. z.B. ELLENBERG 1996).

Auch im Bereich des Untersuchungsraumes unterschied sich die Vegetation nach Ende der Wiederbewaldung nach der letzten Kaltzeit wesentlich vom jetzigen Erscheinungsbild (Belege durch Pollenanalysen s. OVERBECK 1928).

Exkurs Pollenanalyse¹⁷:

Die Eignung der Pollenanalyse zur Rekonstruktion der Vegetationsgeschichte in Mitteleuropa wird kontrovers diskutiert. Nach OVERBECK (1975) eröffnen die schichtweise in Mooren und Flußsedimenten abgelagerten Pollen einen Überblick über die Waldgeschichte sowie über die Vegetationsgeschichte überhaupt, er schränkt jedoch gleichzeitig ein, daß

- mengenmäßig der Pollen von Waldbäumen meist am stärksten vertreten ist,
- die ermittelten Pollenprozentanteile den gleichen oder ähnlichen prozentualen Anteilen der einzelnen Holzarten nicht entsprechen,
- Pollen unterschiedlicher Taxa möglicherweise selektiv zersetzt werden,
- meteorologische und vegetationsphysiognomische Faktoren sowie unterschiedliche Pollenproduktion das Ergebnis verfälschen,
- in waldarmen Gebieten das Spektrum der örtlichen Vegetation durch den aus größerer Entfernung einge-wehten Blütenstaub verfälscht wird.

Andererseits tritt die Summe des Baumpollens hinter der Summe des Nichtbaumpollens um so stärker zurück, je waldärmer ein Gebiet ist. Daher kann aus dem Mengenverhältnis des Baumpollens zum Nichtbaumpollen auf die Dichte der Bewaldung früherer Zeitabschnitte der Vegetation geschlossen werden. Im Gegensatz zu Baumpollen werden Pollen und Sporen der niedrigen Bodenvegetation nicht weit transportiert und verbleiben in den allermeisten Fällen in nächster Nähe des Entstehungsortes. Ferner spiegeln rezente Oberflächenproben die tatsächlichen Vegetationsverhältnisse der umgebenden Waldbestände in befriedigender Weise wider (OVERBECK 1975).

BEUTLER (1992) bemerkt zu Pollenuntersuchungen, daß insektenbestäubte Arten (selbstverständlich) nicht oder kaum in den Diagrammen auftauchen und daß sich die Verteilung der Probestellen im wesentlichen auf die Hochmoorgebiete und das Voralpenland Mitteleuropas beschränkt. Insoweit hält er sie weder für Mitteleuropa noch für die weitere Umgebung der Probestellen für repräsentativ. SCHWAAR (1988) hingegen geht davon aus, daß Proben, die aus Zentren größerer Moore stammen, "wegen einer Durchmischung von Nah-, Weit- und Fernflug der Pollenkörner (...) ein 'Durchschnittsbild' der Umgebung widerspiegeln", was der Rekonstruktion früherer Vegetationsverhältnisse zuträglich wäre.

Während nach KÜSTER (1996) zeitliche Datierungen von Pollenanalysen unsicher sind, wie moderne Datierungsmethoden vor allem über C¹⁴ zeigten, korreliert zumindest bei Untersuchungen in der Lüneburger Heide die zeitliche Einordnung pollenanalytischer Befunde mit Erkenntnissen anderer Wissenschaftszweige: OVERBECK (1952) verzeichnete bei pollenanalytischen Untersuchungen im Großen Moor bei Gifhorn (Lüneburger Heide) einen ersten signifikanten Anstieg von kulturbegleitenden Pollen (*Plantago* spp. u.a.) in einem Zeitabschnitt, dem die ersten neolithischen Funde des Gebietes zuzuordnen sind. SELLE (1959) belegte die archivalisch dokumentierten Rodungen der Erlenwälder um ca. 1200 n. Chr. in der Lüneburger Heide durch Pollenanalysen ebenso wie die um 1500 - 1600 n. Chr. stattgefundenen Sandverwehungen.

Die Wiedergabe der unterschiedlichen Auffassungen einschließlich der Untersuchungsbeispiele bezüglich der Verwertbarkeit von Pollenanalysen zur Dokumentation der Vegetationsgeschichte zeigt, daß ein fachlicher Diskussionsbedarf unter Berücksichtigung anderer Wissenschaftszweige notwendig ist.

Neben der Klimaänderung liegt dies insbesondere in der Art und Weise der menschlichen Landnutzung begründet. Eine zusammenfassende Darstellung zum anthropogenen Einfluß auf Vegetation und Flora speziell in der Rhön findet sich bei KNAPP (1977:29ff.)¹⁸. Aus dieser Arbeit sind die folgenden wesentlichen Aussagen zusammengestellt.

¹⁷ Übernommen und verändert aus MÜTTERLEIN (1998).

¹⁸ Die Ausführungen in KNAPP (1977) beziehen sich auf das Rhöngebirge im engeren Sinne und hierbei in erster Linie auf die Naturparkgebiete in Hessen und Bayern. Die angrenzenden, in der vorliegenden Arbeit mit einbezogenen Tieflagen unter 300 m ü.NN sind nicht mit eingeschlossen.

Die Besiedelung der Rhön begann relativ spät mit der Klostergründung Fulda (744 n. Chr.) im 8. Jahrhundert in den tiefen Lagen mit großflächigen Rodungen und der Anlage von Äckern. Bis dahin war das Rhöngebirge, welches aufgrund seines Rotbuchen-Reichtums in historischen Aufzeichnungen der Fuldaer Mönche des 6. Jahrhunderts als „Buchonia“ bezeichnet wurde (SCHNEIDER 1999), nahezu vollständig von Rotbuchen-Urwald bewachsen. Die höheren Lagen wurden überwiegend zwischen 1000 und 1350 n. Chr. besiedelt. In diesem Zeitraum wurde der Ackerbau stark ausgedehnt und auch in großen Höhen betrieben, wie Pollendiagramme zeigen (OVERBECK & GRIEZ 1954). Bis ca. 1500 n. Chr. erfolgte eine durch verschiedene Ursachen hervorgerufene Wüstungsphase, in der großflächig Felder verbrachten. Die Tierhaltung war davon in weit geringerem Umfang betroffen, da der Fleischkonsum relativ anstieg. Ein Großteil der wüst gefallenem Getreide-Anbauflächen wurde durch extensive Beweidung genutzt. Hier liegen somit die Anfänge einer großflächigen extensiven Grünlandbewirtschaftung im Rhöngebirge.

Ab ca. 1500 n. Chr. setzte eine erneute Siedlungsperiode ein, die wiederum mit weiträumiger Waldvernichtung und Ausdehnung von Ackerfluren und Siedlungen einher ging. Der Dreißigjährige Krieg brachte dagegen Anfang des 17. Jahrhunderts einen sehr starken Bevölkerungsrückgang (Rückgang auf ca. 10 bis 20 %, vgl. FRANZ 1961, RÖLL 1966) und das Verbrachen ganzer Landstriche mit sich. Nach Ende dieses Krieges und seiner Nachwirkungen wurden die Brachen in der Regel wieder beackert bzw. beweidet, und es fanden weitere Rodungen statt. Das starke Bevölkerungswachstum führte auch zu einem erhöhten Fleischbedarf, so daß die größer werdenden Viehherden nun zunehmend zum Fressen in die Wälder getrieben wurden. Zugleich bestand aufgrund der einsetzenden industriellen Einflüsse ein erhöhter Bedarf an Holz- und Kohlefeuerung; dies hatte weitere Rodungen zur Folge. Das Zusammenwirken dieser Faktoren führte zu dem höchsten Ausmaß der Walddevastierung im Rhöngebirge Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts n. Chr.¹⁹.

Die Grundlagen des heutigen Vegetationsbildes der Rhön wurden durch die großflächigen Nadelbaum-Aufforstungen und die Intensivierung der Landwirtschaft im 19. und 20. Jahrhundert geschaffen. Der Einsatz von Kunstdünger machte es möglich, ackerbaulich genutzte Flächen von Jahr zu Jahr - ohne Einschaltung von Brachephasen - zu bewirtschaften und den Acker als solchen langfristig zu sichern. Es bestand nun eine eindeutige und beständige Trennung zwischen Grünland, Acker und Wald. Großflächige Verbrachungen traten zunächst nicht mehr auf.

Dominierte die Grünlandwirtschaft bereits seit Jahrhunderten die Flächennutzung im Rhöngebirge, erfuhr diese Nutzungsform mit der Umstellung auf Milchviehwirtschaft seit der Industrialisierung im 19. Jahrhundert eine weitere Zunahme (nach RÖLL [1966] Zunahme um 15 % bis 1965). Dieser Prozess hat bis zum Ende des 20. Jahrhunderts weiter angehalten. Nach STOLZENBURG (1989) erhöhte sich der Grünlandanteil (dargelegt anhand von Beispielen aus der hessischen Rhön) zwischen 1960 und 1987 um 8 %. Zugleich wurde die Grünlandbewirtschaftung intensiviert: Die Flächen wurden vermehrt mineralisch gedüngt, von Grundwasser beeinflusste Standorte entwässert. Im Zuge des Strukturwandels in der Landwirtschaft wurden von Kalkmagerrasen, Borstgrasrasen oder Zwergstrauchheiden eingenommene Grenzertragsstandorte teilweise aufgegeben. Sie verbrachen heute oder werden aufgeforstet. Oftmals liegen solche Flächen jedoch in naturschutzfachlich begründeten Schutzgebieten und obliegen speziellen Bewirtschaftungsauflagen, die den Erhalt gewährleisten. Zudem sind solche Vegetationsbestände nach EU-Richtlinie, Bundes- oder Landesnaturschutzgesetzen besonders geschützt, so daß sie auch außerhalb von Schutzgebieten und ohne naturschutzfachlich definierte Bewirtschaftungsauflagen zumindest nicht direkt verändert (aufgeforstet, umgebrochen usw.) werden dürfen.

¹⁹ Die land- und forstwirtschaftlichen Verhältnisse des 19. Jahrhunderts schildert eingehend OESTEREICH (1919).

3.7.2 Aktuelle Grünlandnutzung im Untersuchungsraum

Neben den bereits dargelegten geologisch-edaphischen und klimatischen Bedingtheiten nimmt die Art der landwirtschaftlichen Nutzung wesentlichen Einfluß auf die Ausprägung des Grünlandes.

Der Grünlandanteil im Untersuchungsraum beträgt, überschlägig ermittelt, etwa 30 - 35 %. Große, zusammenhängende Grünlandflächen finden sich in der Hohen Rhön - insbesondere Lange Rhön, Wasserkuppenrhön und Kreuzberggruppe. Ansonsten ist das Grünland zumeist von Wäldern, Kleingehölzen, Buschgruppen oder Äckern unterbrochen. In den walddreichen Naturräumen im Süden - Brückenauer Kuppenrhön, Schönauer Hochfläche oder Schwarze Berge - sowie in den ackerbaulich dominierten Naturräumen Grabfeld im Südosten und Hünfelder Becken im Nordwesten tritt die Grünlandnutzung stark zurück.

Über die Grünlandvegetation und die Grünlandnutzung des Rhöngebirges liegt eine Vielzahl an Arbeiten vor. Zu nennen sind insbesondere die auf Grundlage großflächiger Geländeuntersuchungen basierenden Arbeiten von SPEIDEL (1972) (Bearbeitete Naturräume: Nordwestteil der Hohen Rhön, Südwestteil der Östlichen Kuppenrhön, Südostteil der Westlichen Kuppenrhön), PHILIPP (1995) (Westabdachung mit Teilen der Hohen Rhön, der Westlichen Kuppenrhön und dem Vorland der Westlichen Kuppenrhön) und LANGE (2001) (Kalkstandorte vor allem im Grabfeld und der Kuppenrhön). Weitere Veröffentlichungen bzw. Gutachten mit kleinräumigem Bezug stammen z.B. von KLAPP (1929) (Übergang Lange Rhön - Östliche Kuppenrhön), STOLZENBURG (1989) (Südwestteil der Wasserkuppenrhön, Südostteil der Westlichen Kuppenrhön), BARTH (1994) (Südteil der Langen Rhön, Wasserkuppenrhön) und VOLLRATH (1994) (Fuldaaue bei Schmalnau). Agrarpolitische und betriebsstrukturelle Vorgaben und ihre Auswirkungen auf die Grünlandnutzung im Biosphärenreservat Rhön sind GREBE (1994) und STOLZENBURG (1989) zu entnehmen.

Die nachfolgenden Ausführungen zur Grünlandnutzung berücksichtigen die vorgenannten Arbeiten.

3.7.2.1 Standortlich bedingte Nutzungsintensitäten

Die Intensität der Nutzung ist tendenziell umso höher, je geringer die Höhenlage ist. Dies hat in erster Linie klimatische Gründe: Mit zunehmender Geländehöhe verkürzt sich die Vegetationsperiode (vgl. Kap. 3.6), und die Aufwüchse werden geringer. Hinzu kommt, daß aufgrund der mit zunehmender Höhe steigenden Niederschläge die Böden der höheren Lagen - insbesondere aus Basalt hervorgegangene - verhadern (näheres s. Kap. 3.5). Daher wurde bzw. wird das Grünland der höchsten Lagen trotz Stickstoffdüngung höchstens einmal jährlich gemäht, zuweilen auch nur alle zwei Jahre, oder extensiv beweidet.

Traditionell extensiv genutzt werden zudem die flachgründigen und hängigen, aus Kalkgestein, Buntsandstein oder Eruptivgesteinen hervorgegangenen Böden (Rendzinen, Ranker, Syroseme). Ursache der geringen Nutzbarkeit ist hier der Wassermangel. Solche Standorte werden bevorzugt aufgegeben und verbrachen bzw. werden mit naturschutzfachlichen Planungen überzogen und fortan gepflegt.

Die weit verbreiteten, tiefgründigen und nährstoffreichen Braunerden erlauben im Bereich ebener bis schwach geneigter Standorte tieferer Lagen intensive Grünlandnutzung. Die Vegetationsperiode ist hier im Vergleich zu den höheren Lagen um 20 bis 30 Tage verlängert, so daß das Grünland mehrfach gemäht und / oder (intensiv) beweidet werden kann.

Die Flußtäler von Fulda, Haune, Nüst, Ulster, Streu und Fränkischer Saale sind traditionelle Grünlandstandorte. Die Böden (Braune Auenböden) sind von Natur aus überaus nährstoffreich und werden durch die periodischen Überflutungen anhaltend mit Nährstoffen angereichert. Die Standorte werden daher überwiegend als mehrschürige Wiesen mit Nachbeweidung intensiv genutzt.

3.7.2.2 Betriebswirtschaftlich begründete Nutzungsintensivierung

Im Rahmen unterschiedlicher Planungen zur Verbesserung der Wirtschaftsbedingungen im Rhöngebirge wurden im 19. und 20. Jahrhundert Maßnahmen zur Grünlandintensivierung geplant und zum Teil auch durchgeführt (vgl. BIRKENBACH 1953, FRITZE 1938, ARENS 1984). Über Aufforstungsplanungen im Bereich der Hohen Rhön berichtet SCHREIBER (1906)²⁰. Anfangs stand die Entwässerung von Standorten mit hoch anstehendem Grundwasser im Vordergrund (im wesentlichen die Entwässerung von Flußauen). Nach dem Ende des Ersten Weltkrieges wurden die mit Basaltblöcken bedeckten Hochflächen teilweise entsteint und umfangreiche Wegebaumaßnahmen durchgeführt, um die Erreichbarkeit der landwirtschaftlichen Flächen zu verbessern. Zudem wurden Nadelholz-Aufforstungen im Bereich des ertragsschwachen Grünlandes der Hohen Rhön vorgenommen. In den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts wurde mit dem sogenannten „Dr.-Hellmuth-Plan“ (vgl. BILDSTEIN 1938) ein letzter umfassender Versuch zur Strukturverbesserung unternommen. Die in früherer Zeit bereits unternommenen Versuche der Verbesserung der Grünlandnutzung wurden wieder aufgegriffen und versucht weiter zu entwickeln.

Alle bis zu diesem Zeitpunkt durchgeführten Maßnahmen brachten jedoch - abgesehen von der Melioration der Bach- und Flußauen - keinen durchschlagenden Erfolg (GREBE 1994).

Lieferten die nährstoffreichen und drainierten Auenstandorte bereits ab Anfang des 20. Jahrhunderts (u.a. aufgrund der Meliorationsmaßnahmen) relativ gute Erträge, konnte dies im Fall der sauren und nährstoffarmen Grünlandstandorte auf (Mittlerem) Buntsandstein erst nach dem generellen und intensiven Einsatz der Stickstoff- und Phosphordüngung seit etwa Mitte des 20. Jahrhunderts konstatiert werden. Auch die Nutzung der Grünlandstandorte höherer Lagen (Hohe Rhön) wurde in den 1960er Jahre durch P-K-Düngegaben intensiviert, so daß der ehemals weit verbreitete und ertragsschwache Borstgrasrasen radikal zurückgedrängt wurde (BARTH 1995). Die neuen Düngemöglichkeiten hatten auch zur Folge, daß Ackerland²¹ in allen Höhenlagen zum Teil in Grünland umgewandelt wurde (SPEIDEL 1972).

3.7.2.3 Betriebsstruktur und ihre Auswirkung auf die Grünlandnutzung

Durch die unterschiedliche Entwicklung der Landwirtschaft im bayerischen und hessischen Teil des Untersuchungsraumes einerseits und im thüringischen Teil andererseits liegen im Untersuchungsraum voneinander abweichende Ausgangsbedingungen hinsichtlich der Grünlandnutzung vor. In Bayern und Hessen werden die Höfe traditionell als Familienbetriebe mit meist unter 50 ha Fläche geführt, während in Thüringen Agrargenossenschaften mit Betriebsgrößen zwischen 2000 und 3000 ha wirtschaften (GREBE 1994).

Aufgrund der Realteilung (fränkisches Erbrecht) sind im bayerischen und hessischen Teil des Untersuchungsraumes die Flächen stark aufgesplittert, so daß die Landwirtschaft seit Generationen insbesondere im bayerischen Teil meist nur im Nebenerwerb betrieben wird. Dies hat zur Folge, daß das Grünland überwiegend kleinparzellierte und extensiver genutzt wurde. Diese Betriebsformen und Nutzungsstrukturen haben sich bis heute teilweise - unter naturschutzfachlich begründeten Nutzungsbeschränkungen auch großflächig (s.u.) - erhalten, wenn auch die weiter andauernde Intensivierung Betriebsaufgaben mit Flächenzusammenlegungen und Nutzungsaufgaben nach sich zieht. Der im hessischen Teil im Vergleich zum bayerischen etwas höhere Anteil an Haupterwerbsbetrieben sowie die durchschnittlich etwas bessere Flächenausstattung (vgl. GREBE 1994:84) führte dazu, daß die Intensivierung im hessischen Teil früher stattgefunden hat. Daher wird das Grünland im bayerischen Teil im Vergleich zum hessischen auch aktuell durchschnittlich extensiver genutzt.

²⁰ Zusammenfassende Darstellung der Grünlandintensivierung im Rhöngebirge bei SCHENK (1992).

²¹ wohl auf Grenzertragsstandorten

Im thüringischen Teil herrschen traditionell aufgrund des historisch begründeten Erbrechts großflächigere Nutzungsformen vor. Durch Flächenzusammenlegung nach 1961 im Rahmen der Bildung von Landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften (LPG) in der damaligen DDR wurden die Produktionsflächen weiter vergrößert, so daß Grünländereien weit überwiegend großflächig und intensiv bewirtschaftet wurden und werden. Selbst ungünstige, unter marktwirtschaftlichen Gesichtspunkten unrentable Standorte wurden melioriert und intensiv genutzt. Auch heute herrscht im thüringischen Teil des Untersuchungsraumes tendenziell großflächige, intensive Grünlandnutzung vor.

3.7.2.4 Nutzungsbeschränkung durch Naturschutzauflagen

Rahmenkonzept für Schutz, Pflege und Entwicklung des Biosphärenreservates

Etwa zwei Drittel des Untersuchungsraumes liegen innerhalb des Biosphärenreservates Rhön, welches 1991 von der UNESCO anerkannt worden ist (z.B. LICHT 1992). Hierfür ist von GREBE (1994) ein Rahmenkonzept für Schutz, Pflege und Entwicklung erarbeitet worden. Um den unterschiedlichen Schutz- und Entwicklungsvorstellungen gerecht zu werden, ist das Biosphärenreservat in Kern-, Pflege- und Entwicklungszone unterteilt worden.

Ziel innerhalb der Kernzone ist die „ungestörte ökosystemare Dynamik“ und die Entwicklung von natürlichen Ökosystemtypen (GREBE 1995). In der Kernzone liegen keine Grünlandflächen, und die ungestörte Sukzession wird solche Vegetationstypen nicht hervorbringen. Somit ist die Kernzone hinsichtlich der Grünlandnutzung nicht relevant.

„Die Pflegezone dient der Erhaltung und Pflege von Ökosystemen, die durch menschliche Nutzung entstanden oder beeinflusst sind. (...)“ (STÄNDIGE ARBEITSGRUPPE DER BIOSPHÄRENRESERVATE IN DEUTSCHLAND 1994, zit. nach GREBE l.c.). Als Pflegezone A (Vorrang für Naturschutzmaßnahmen) wurden Bereiche der Langen Rhön, der Schwarzen Berge und des Südostteils der Östlichen Kuppenrhön (Südhänge von Geba) abgegrenzt. Diese Flächen sind überwiegend als Naturschutzgebiete ausgewiesen. Als prioritäre Maßnahme bezüglich des Grünlandes wird die Aufrechterhaltung der extensiven Nutzung (extensive Mähnutzung; hinsichtlich der Südhänge von Geba extensive Beweidung) genannt.

In der Pflegezone B steht die Erhaltung der traditionellen Kulturlandschaft - in der Regel außerhalb von Naturschutzgebieten - im Vordergrund. Die Zone sollte als Landschaftsschutzgebiet gesichert werden. Die Nutzungen sollten weitgehend in der bestehenden Form beibehalten werden. Konkrete Maßnahmen werden bis auf solche zur Förderung extensiver Tierhaltungsformen (Weideunterstände) nicht empfohlen.

Ziel für die Entwicklungszone ist „die Entwicklung einer Wirtschaftsweise, die den Ansprüchen von Mensch und Natur gleichermaßen gerecht wird.“ (...) (STÄNDIGE ARBEITSGRUPPE DER BIOSPHÄRENRESERVATE IN DEUTSCHLAND 1994, zit. nach GREBE l.c.). Zu fördern sind hier ressourcenschonende Nutzungsformen. Konkrete oder flächenbezogene Maßnahmen werden nicht vorgeschlagen.

Nutzungsaufgaben bzw. -beschränkungen sind somit aus den Empfehlungen für die Pflegezone A abzuleiten.

LIFE-Projekte

Neben den von GREBE (l.c.) erarbeiteten Vorschlägen sind von der EU-Kommission im Biosphärenreservat Rhön seit 1993 zwei LIFE-Projekte²² genehmigt worden (SCHNEIDER 1999). Ziel beider Projekte ist die Förderung von in der Rhön vorkommenden FFH-

²² LIFE ist eine französische Abkürzung und bedeutet „Finanzierungsinstrument für die Umwelt“.

Lebensraumtypen gem. FFH-Richtlinie²³ Anhang I²⁴. Von dem in dieser Arbeit behandelten Grünland werden im Anhang I der FFH-Richtlinie die Lebensraumtypen „6210 Trespen-Schwengel Kalk-Trockenrasen (Festuco-Brometalia)“, „6230 Artenreiche montane Borstgrasrasen (und submontan auf dem europäischen Festland) auf Silikatböden“ und „6520 Berg-Mähwiesen (Typen typischer Ausprägung mit *Geranium sylvaticum*)“ geführt. Für die bewilligten Maßnahmen ist innerhalb des Biosphärenreservates ein eigenes Projektgebiet abgegrenzt worden, welches fast sämtliche gemeldete Lebensraumtypen gem. Anhang I FFH-Richtlinie und somit auch die genannten Grünland-Lebensraumtypen enthält. Diese sollen weiterhin bzw. wieder extensiv genutzt werden.

Pflege- und Entwicklungspläne, Stand der Umsetzung

Innerhalb des Untersuchungsraumes befinden sich mehrere Naturschutzgebiete, für die zum Teil in Pflege- und Entwicklungsplänen Nutzungsaufgaben bzw. -beschränkungen hinsichtlich der Grünlandnutzung erarbeitet worden sind (z.B. für das Naturschutzgebiet Lange Rhön [vgl. GREBE 1988]) und über entsprechende Vertragsnaturschutzprogramme zum Teil auch umgesetzt werden sollen (GEIER et al. 1998). Für das Naturschutzgebiet „Lange Rhön“ z. B. sind die Mahdzeitpunkte 10.07. und 01.08. eines jeden Jahres einzuhalten, das Ausbringen von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln ist unzulässig. Die Maßnahmen werden im Rahmen von Pflegearbeiten umgesetzt. Bei anderen, namentlich kleineren Naturschutzgebieten ist weitgehend nicht bekannt, ob die Flächen tatsächlich auf Grundlage der fachplanerischen Vorgaben bewirtschaftet bzw. gepflegt werden. Dokumentationen finden nur unzureichend oder gar nicht statt (mdl. Mitteilung Frau Dr. Pokorny, bay. Verwaltungsst. Biosphärenreservat Rhön im Dez. 2003).

Konsequenzen bei Auswertung des floristischen Datenmaterials

Da die Nutzung wesentlichen Einfluß auf die Artenzusammensetzung nimmt, wären flächenbezogene Angaben zu Düngegaben, Mahdzeitpunkten, Viehdichten usw. wünschenswert. Solche Daten liegen weitgehend jedoch nicht vor und konnten aufgrund der großen Anzahl der verarbeiteten pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen auch nicht mit vertretbarem Aufwand erhoben werden. Ein Großteil des Aufnahmematerials ist zudem älter als fünf Jahre (PHILIPP: Aufnahmen aus 1994, BARTH: aus 1992, LANGE: ab 1987 [überwiegend jünger], STOLZENBURG: aus 1986). Wie die Erfahrung zeigt²⁵, sind Angaben der Bewirtschafter aus so weit zurückliegenden Zeiten mit einem hohen Unsicherheitsfaktor behaftet bzw. wenig detail-scharf und daher kaum verwertbar. Eine Befragung der Bewirtschafter wäre somit auch fachlich gesehen kaum sinnvoll.

Bei der Auswertung der Höhen- und Vertikalverbreitung der einzelnen Sippen werden daher zur Einschätzung von Nutzungsintensitäten die entsprechenden pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen, in der die jeweilige Sippe vorkommt, analysiert.

²³ DER RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (1992): Richtlinie 92 / 43 / EWG (= Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie). - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 206/7.

²⁴ DER RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (1997): Richtlinie 97 / 62 / EWG mit dem Anhang I (= Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie). Anpassung der Richtlinie 92 / 43 / EWG (= Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie). - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 305/43.

²⁵ Befragungen von Bewirtschaftern im Rahmen eines Biomonitorings bzgl. der Grünlandnutzung erbrachten in den wenigsten Fällen quantitative Daten (BÜRO FÜR LANDSCHAFTSPLANUNG UND LANDSCHAFTSÖKOLOGIE - VOLPERS & MÜTTERLEIN: Biomonitoring BW Walsum, Zeitschnitt 2003 - Zwischenbericht.

4 Datenlage, Datenverarbeitung

4.1 Standortdaten aus vorliegenden Unterlagen

Um den Einfluß der verschiedenen Standortfaktoren auf die Höhenverbreitung von Pflanzenarten und letztlich auch auf einen etwaigen Elevationseffekt möglichst genau herausarbeiten zu können, war es erforderlich, die standörtliche Situation differenziert zu erheben und zu verarbeiten. Dies sollte es ermöglichen, weitgehend signifikant und gesichert Korrelationen von Pflanzenvorkommen und Standortparametern nachweisen zu können.

4.1.1 Daten zu Geologie, Boden und Höhenstufen

Von der Verwaltungsstelle des Biosphärenreservates Rhön werden verschiedene standortsbezogene Datensätze aus dem Bereich des Biosphärenreservates zusammengetragen und durch die GIS-Abteilung in einem geographischen Informationssystem (GIS) verarbeitet²⁶. Drei dieser Datensätze – Geologie, Boden und Höhenstufen – wurden für die vorliegende Arbeit digital weiter verarbeitet bzw. ergänzt. Aus zwei von ihnen (Geologie, Höhen) wurden Karten generiert (s. Plan 1 und 4 im Materialband).

Geologie:

Der Datensatz zur Geologie basiert auf der Abzeichnung der geologischen Karten im Maßstab 1:25.000 im Bereich des Biosphärenreservates Rhön und angrenzenden Bereichen. Der Untersuchungsraum ist vollständig erfaßt.

Die Erfassungsschärfe der geologischen Einheiten ist auf den verschiedenen Blättern zum Teil unterschiedlich, zum Teil sind offenbar für dieselben Einheiten abweichende Bezeichnungen gewählt worden. Diese Abweichungen wurden geglättet, indem Bezeichnungen teilweise vereinheitlicht bzw. zu größeren geologischen Einheiten zusammengefaßt wurden.

Boden:

Der Datensatz zum Boden basiert im Bereich von Hessen und Thüringen auf der Abzeichnung der Bodenkarten im Maßstab 1:25.000²⁷. Im bayerischen Teil des Biosphärenreservates Rhön sind Bodenkarten im Maßstab 1:25.000 bisher nicht veröffentlicht worden. Allerdings wurde im Rahmen einer Diplomarbeit am Institut für Geographie der Universität Erlangen-Nürnberg (CIUTURA 2001) für das Biosphärenreservat Rhön eine synthetische Bodenkarte erstellt.

Diese Karte entstand auf Grundlage von Bodennutzungs-, geologischen, topographischen und klimatologischen Daten aus dem Bearbeitungsgebiet sowie unter Einbeziehung pedologischer Daten angrenzender Gebiete (Auswertung der Bodenkarten M. 1:25.000 von Hessen und Thüringen). Die Auswertung erfolgte GIS-gestützt und unter Anwendung qualitativ-statistischer Methoden. Die synthetische Bodenkarte stellt für den bayerischen Teil des Biosphärenreservates die „hypothetische Verteilung der Böden“ dar. Die Autorin kommt zur abschließenden Einschätzung, daß die Darstellung in manchen Arealen mit der realen Situation

²⁶ Die digitalen Datensätze wurden freundlicherweise von der GIS-Abteilung der drei Verwaltungsstellen des Biosphärenreservates (Bayern, Hessen, Thüringen) zu Verfügung gestellt. Die Nutzung der Datensätze im Rahmen dieser Arbeit hat die Regierung von Unterfranken genehmigt, wofür ich ihr herzlich danke.

²⁷ Die wissenschaftliche Bearbeitung der Bodenkarte von Hessen erfolgte durch das Hessische Landesamt für Bodenforschung. Die Karte ist noch nicht veröffentlicht und hat vorläufigen Status. Die Bodengeologische Karte von Thüringen bearbeitete die Thüringer Landesanstalt für Geologie wissenschaftlich (vgl. RAU et al. 1995).

auf der Maßstabsebene 1:50.000 gut übereinstimmen könne, in anderen dagegen eine zusätzliche Untersuchung und Neukategorisierung erfordere. Deshalb diene die synthetische Bodenkarte eher einem allgemeinen Überblick.

Die räumliche Zuordnung der Bodeneinheiten der synthetischen Bodenkarte ist demnach mit Unsicherheiten behaftet, die für die vorliegende Arbeit nicht vertretbar erscheinen. Daher werden lediglich die aus den Bodenkarten 1:25.000 im Bereich von Hessen und Thüringen digitalisierten Bodendaten mit den Aufnahmeempunkten verschnittenen.

Tab. 4: Geologische Karten M. 1:25.000 im Bereich des Untersuchungsraumes

Kartenblatt Nr.	Autor, Jahr, Herausgeber
Bayern	
Motten 9	SCHUSTER / MATTHÄUS – 1910 (Hrsg.: Kgl. Bay. Oberbergamt)
Wildflecken 10	SCHUSTER / MATTHÄUS – 1910 (Hrsg.: Kgl. Bay. Oberbergamt)
Bischofsheim 11	NATHAN, H. - 1930/31 (Hrsg.: Kgl. Bay. Oberbergamt)
Mellrichstadt 13	PFAFF, Fr. W. / REIS, O. – 1909 (Hrsg.: Kgl. Bay. Oberbergamt)
Geroda 23	REIS, O. - 1910/11 (Hrsg.: Kgl. Bay. Oberbergamt)
Stangenroth 24	REIS, O. – 1911 (Hrsg.: Kgl. Bay. Oberbergamt)
Bad Neustadt a. d. Saale 26	SCHUSTER 1933 (Hrsg.: Kgl. Bay. Oberbergamt)
Sondheim 35	BÜCKING, H. - 1896-1908 (Hrsg.: Preuß. Geol. Landesamt)
Ostheim 36	BLANCKENHORN, M. - 1900-1901 (Hrsg.: Preuß. Geol. Landesamt)
Hessen	
5324 Hünfeld	MOTZKA, R. - 1963-65
5424 Fulda	BÜCKING, H. - 1903/10
5425 Kleinsassen	EHRENBERG, K.H. / HICKETHIER, H. / HANSEN, R. / LAEMMLEN, M. - 1992
5524 Weyhers	BUREAUS - 1900
5525 Gersfeld	Kgl. Preuß. Generalstab - 1904
Thüringen	
5325 Spahl	BÜCKING / KNALLHARDT - 1906-08
5326 Tann	HAACK, W. - 1909/10
5327 Oepfershausen	EMMRICH / BÜCKING - 1874-81
5426 Hilders	BÜCKING / WAGNER - 1894/1908
5427 Helmershausen	BÜCKING 1880
5527 Mellrichstadt	BLANCKENHORN, M. - 1900/01

Tab. 5: Bodenkarten M. 1:25.000 im Bereich des Untersuchungsraumes

Kartenblatt Nr.	
Bayern	
	Keine Bodenkarte vorhanden
Hessen	
	Bearbeitung: HESS. LANDESAMT F. BODENFORSCHUNG
5324 Hünfeld	5426 Hilders (tlw.)
5325 Spahl (tlw.)	5524 Weyhers (tlw.)
5424 Fulda	5525 Gersfeld (tlw.)
5425 Kleinsassen	5624 Bad Brückenau (tlw.)
Thüringen	
	Bearbeitung: THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR GEOLOGIE
5325 Spahl (tlw.)	5426 Hilders (tlw.)
5326 Tann (tlw.)	5427 Helmershausen (tlw.)
5327 Oepfershausen	5527 Mellrichstadt

Höhenstufen:

Die vom Biosphärenreservat zur Verfügung gestellte Karte auf Grundlage der Topographischen Karte 1:25.000 umfaßte nur den Bereich des Biosphärenreservates und mußte somit nach Westen und Osten ergänzt werden. Die Höhen wurden in 10-Meter-Stufen gezeichnet und sind zur übersichtlicheren Darstellung in 100-Meter-Stufen zusammengefaßt worden (s. Plan 4 im Materialband). Für die einzelnen Aufnahmepunkte wurden im Rahmen der pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen metergenaue Höhenangaben ermittelt, so daß – trotz der Generalisierung der Höhenschichtkarte – genaue Angaben über die Höhenverbreitung von Pflanzenvorkommen vorliegen²⁸.

4.1.2 Daten zur naturräumlichen Gliederung und zum Klima

Die Kartendarstellungen der naturräumlichen Einheiten auf Blatt 126 Fulda (RÖLL 1969) und Blatt 140 Schweinfurt (SCHWENZER 1968) (M. 1:200.000) wurden digital erfaßt (gescannt, georeferenziert und möglichst differenziert – in der Regel auf Ebene naturräumlicher Einheiten 6. Ordnung - abgezeichnet).

Ebenso wurden folgende Themenkarten aus dem Klimaatlas von Hessen (DEUTSCHER WETTERDIENST 1950) digital erfaßt:

- mittlere wirkliche Lufttemperatur im Januar
- mittlere wirkliche Lufttemperatur im Juli
- mittlere wirkliche Lufttemperatur im Jahr
- mittlere Jahresschwankung der Lufttemperatur
- mittlere Zahl der Frosttage
- mittlere Dauer eines Tagesmittels der Lufttemperatur von mindestens 5 °C
- mittlere Niederschlagssummen im Jahr
- mittlere Niederschlagssummen während der Vegetationsperiode
- mittlere Zahl der Tage mit Schneedecke im Jahr
- mittlerer Beginn der Schneeglöckchenblüte
- mittlerer Beginn der Apfelblüte

Die Inhalte dieser Themenkarten nehmen direkten oder indirekten Bezug auf Pflanzenvorkommen. Sie geben flächenbezogene, langjährig ermittelte Durchschnittswerte wieder, die sich möglicherweise mit Pflanzenvorkommen korrelieren lassen.

4.2 Fundortbezogene Daten zu Pflanzenvorkommen, Standortdaten

Es wurden insgesamt 1.079 pflanzensoziologische Bestandsaufnahmen aus dem Zeitraum 1986 bis 2001 berücksichtigt. Sämtliche Aufnahmen enthalten neben den Deckungsgraden die Standortparameter Höhe über N.N. (Meterangaben), Inklination und Exposition. Angaben zu Geologie und Boden, Nutzungen und Nutzungsintensitäten wurden zumeist nicht erhoben.

²⁸ Bei hoher Reliefenergie sind in den Topographischen Karten 1:25.000 oftmals nur die 10 m- und die 20 m-Höhenlinien eingezeichnet, so daß die metergenaue Angabe der Höhenlage der jeweiligen Aufnahmen auf Interpolation beruht.

Die Aufnahmen wurden digital tabellarisch erfaßt und nachfolgend in eine Datenbank und in ein geographisches Informationssystem exportiert und weiter verarbeitet.

Die Tabellen wurden in Microsoft Excel als pflanzensoziologische Roh Tabellen angelegt. Diese wurden für die weitere Verarbeitung transponiert und sodann dergestalt geändert, daß jedes Einzelpflanzenvorkommen in einer Zeile mit seinen spezifischen Standortparametern steht. Dieser Arbeitsschritt ist nur sehr eingeschränkt zu automatisieren und mußte für jede einzelne der 1.079 Aufnahmen weitgehend manuell durchgeführt werden.

Die so veränderten Tabellen, die aufgrund der Datenfülle in unterschiedlichen Dateien abgespeichert werden mußten, wurden im dbf-Format in ein GIS (ArcView-GIS) exportiert und dort wieder zusammengeführt.

4.3 Visualisierung der Aufnahmepunkte, Verknüpfung mit weiteren Standortparametern

Um einen räumlichen Bezug herzustellen, wurden auf einer zuvor gescannten und georeferenzierten Kartengrundlage (TK-25) im GIS alle Aufnahmepunkte, für die eine Kartendarstellung durch die Erheber vorlag (STOLZENBURG 1989, VOLLRATH 1993, PHILIPP 1995, eigene Erhebungen zwischen 1999 und 2001 [jeweils Gelände-Manuskriptkarten]), digital übertragen. Für die Aufnahmen von BARTH (1995) und LANGE (1998) lagen die Rechts-Hoch-Werte der Aufnahmepunkte im Gauß-Krüger-Koordinatennetz vor. Diese wurden tabellarisch erfaßt, im GIS visualisiert und mit den digital übertragenen Aufnahmepunkten aus den Gelände-Manuskriptkarten zusammengeführt. Hieraus wurde schließlich eine Punktkarte aller Aufnahmepunkte erstellt (s. Plan 3 im Materialband).

Über die Spalte „Aufnahmenummer“ wurde die GIS-Tabelle mit den Pflanzen-Daten (Kopfdaten und Deckungen) mit der GIS-Tabelle mit den Rechts-Hoch-Werten verknüpft, so daß jedes Einzelpflanzenvorkommen in seiner räumlichen Lage visualisiert werden konnte. Abschließend erfolgte ein Verschnitt mit den zuvor digital erfaßten Standortdaten.

Es liegt somit ein Datensatz mit insgesamt ca. 33.000 Einzel-Datensätzen vor, der für jedes Einzelpflanzenvorkommen sämtliche Kopfdaten des Aufnahmebogens und alle weiteren erhobenen geographischen und standortsbezogenen Daten enthält. Über spezifische Abfragen ist es nunmehr möglich, relative Aussagen hinsichtlich des Verhaltens einer bestimmten Sippe gegenüber allen berücksichtigten Standortparametern zu erhalten und dieses Verhalten zu visualisieren.

Dieser Datensatz wurde zusätzlich in ein Datenbankprogramm (Access) eingelesen und ist als Datenbank konvertiert worden. Hierdurch entstehen weitergehende Möglichkeiten der Auswertung.

5 Geländemethoden

5.1 Pflanzensoziologische Bestandsaufnahmen

Die Änderung von Pflanzenvorkommen in Abhängigkeit der Höhenlage geschieht zunächst quantitativ mit der Änderung der relativen Häufigkeit, der Abundanz. Deshalb wurde eine quantitative Methode zur Erhebung von Pflanzenvorkommen gewählt, nämlich die pflanzensoziologische Bestandsaufnahme nach BRAUN-BLANQUET (1964).

Werte für die Soziabilität wurden nicht berücksichtigt, da hierdurch keine weiteren Erkenntnisse zum höhenabhängigen Vorkommen erzielt werden. Die Soziabilität wurde in den verwendeten Arbeiten (Kap. 8.2.) nicht vergeben, so daß eine Auswertung nach diesem Kriterium ohnehin nicht sinnvoll möglich wäre. Die Angabe „r“ bei der Deckung wurde nicht vergeben, da ein Unterschied in der Deckung zum Deckungswert „+“ kaum objektivierbar ist. Die mögliche und hinsichtlich der Fragestellung sinnvolle Aufteilung des Deckungswertes „2“ in „2a“ und „2b“ (WILMANNNS'sche Skala) (WILMANNNS 1998) wurde nicht vorgenommen, da dies in einigen der verwendeten Arbeiten nicht geschehen ist. Eine Vergleichbarkeit wäre nicht gegeben. In den Aufnahmen von PHILIPP (1995) wurden nicht Deckungen, sondern Massenanteile nach KLAPP & STÄHLIN (1936) geschätzt. Um eine Vergleichbarkeit zu erzielen, wurden diese 160 Aufnahmen nach dieser wesentlich feineren Schätzskala vergebenen Werte in die BRAUN-BLANQUET'schen Skala transformiert.

Die Flächengröße der selbst erhobenen Aufnahmen beträgt in der Regel 50 m². Die von den anderen Autoren erhobenen Aufnahmen liegen zwischen 20 und 50 m², z.T. fehlen Angaben zur Flächengröße.

Tab. 6: Deckungswerte nach BRAUN-BLANQUET (1964) (vereinfacht)

+	wenig vorhanden, Bedeckungsanteile gering
1	reichlich vorhanden, bis 5 % deckend
2	5-25 % deckend; z.T. auch sehr zahlreiche Individuen mit < 5 % deckend
3	25-50 % deckend
4	50-75 % deckend
5	75-100 % deckend

6 Nomenklatur und Systematik

6.1 Pflanzennamen

Die wissenschaftlichen und deutschen Pflanzennamen wurden nach der „Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands“ (WISSKIRCHEN & HAEUPLER 1998) vergeben. Die in den verwendeten Arbeiten (STOLZENBURG 1989, VOLLRATH 1994, PHILIPP 1995, BARTH 1995 und LANGE 1998) aufgeführten Sippen wurden nach OBERDORFER (1990) benannt, die im Hessen- und Bayern-Atlas nach EHRENDORFER (1973) und im Thüringen-Atlas nach ROTHMALER (2002). Um zweifelsfrei dieselbe Sippe in der jeweiligen Artkarte und im Text darzustellen, mußten alle Benennungen sorgfältig geprüft und, wenn erforderlich, auf Grundlage der Standardliste aktualisiert werden.

6.2 Abgrenzung der Sippen

Die taxonomische Stellung der Sippen wurde ebenfalls aus der Standardliste übernommen. In den verwendeten Arbeiten und Atlanten unterscheiden sich die Rangstufen der Sippen teilweise von den heute aktuellen. Dies hatte zur Folge, daß Sippen in einigen Fällen zu Aggregaten zusammengefaßt werden mußten. Einige Sippen wurden in den verwendeten Arbeiten nicht getrennt, sondern als Aggregate geführt. Zum Beispiel wurden Löwenzahn-Arten (*Taraxacum* spp.) fast durchweg als *Taraxacum officinale* agg. bezeichnet, so daß für solche Sippen nach Rücksprache mit G. LOOS²⁹ (mdl. Mitteilung April 2003) der Name „*Taraxacum* Sect. Ruderalia et Hamata“ verwendet wird. Unterarten aus den eigenen Aufnahmen wurden zwar teilweise getrennt; ihre Verbreitung konnte jedoch unter Einbeziehung der in den Datensatz einfließenden Fremddaten nicht ausgewertet werden, da Trennungen überwiegend nicht vorgenommen worden sind.

Als Bestimmungsliteratur wurden in den berücksichtigten Arbeiten im wesentlichen die Oberdorfer'sche „Pflanzensoziologische Exkursionsflora“ (div. Aufl.) und die „Exkursionsflora von Deutschland“ (Bd. 2 und 4) von ROTHMALER (div. Aufl.) verwendet. Die Bestimmung der selbst erhobenen Sippen erfolgte nach ROTHMALER (1994) und OBERDORFER (2001).

6.3 Reihenfolge der Sippen

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich vornehmlich mit pflanzengeographischen und geobotanischen Fragestellungen. Verwandtschaftsverhältnisse spielen dabei - zumindest in Anbetracht des unter pflanzengeographischen Gesichtspunkten kleinen Untersuchungsraumes - kaum eine Rolle. Daher werden die einzelnen Sippen in Kap. 9 nicht systematisch, sondern nach ihrer pflanzengeographischen Hauptverbreitung aufgeführt.

²⁹ Götz H. Loos hat die Gattung *Taraxacum* in der Standardliste bearbeitet.

7 Wuchszonen, Geoelemente

7.1 Wuchszonen, Höhenstufen

Die verschiedenen Wuchszonen können als Ausdruck für die Gesamtwirkung der klimatischen Faktoren auf die Vegetation definiert werden (KNAPP 1977). Sie entsprechen in der Rhön, wie in anderen hohen Gebirgen, weitgehend Höhenstufen. Diese sind nicht in ihrer absoluten Höhenlage konstant, sondern verschieben sich, entsprechend dem großräumigen Anstieg der Jahresdurchschnittstemperaturen von NNO nach SSW (s. Kap. 3.6.2.3 Großklimatisches Temperaturgefälle, Kontinentalität), allgemein nach oben (s. a. WALTER 1954 – Gesetz der relativen Standortskonstanz). Rechnerisch beträgt die absolute Abnahme der Jahresdurchschnittstemperatur im Untersuchungsraum weniger als 0,2 °C (Abnahme von 0,1 °C auf 25 km).

Die Gliederung der nachfolgend aufgeführten Wuchszonen basiert auf der Einteilung von KNAPP (1977).

Obere Berg-Buchenzone (ab ca. 650 m ü. NN)

Diese Wuchszone umfaßt weite Bereiche der Hohen Rhön: die hohen und rauhen Lagen der Hochrhönflächen (zwischen Dammersfeld und Schwarzem Moor, Bereich um die Wasserkuppe) sowie die südlich davon gelegenen höchsten Erhebungen der Milseburg, des Kreuzberges und der Schwarzen Berge. Die in den Kap. 9.3 und 9.4 behandelten nordisch-praealpiden Geoelemente bleiben überwiegend auf diese Wuchszone beschränkt. Naturnaher Wälder, die auf dieser Höhenstufe von der Rotbuche (*Fagus sylvatica*) dominiert werden und Beimischungen von Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) aufweisen, sind kaum vertreten; es herrschen ausgedehnte, extensiv genutzte Magerrasen vor. Nach HOFMANN (1964) findet der Hochmontane Waldgersten-Buchenwald potentiell die weiträumigste Verbreitung.

Untere Berg-Buchenzone (ca. 500–650 m ü. NN)

Im Bereich dieser Wuchszone, die weite Teile im Untersuchungsraum einnimmt, steht großflächig Mittlerer Buntsandstein an. Die daraus hervorgegangenen armen Böden sind landwirtschaftlich nur wenig ertragsreich, so daß die Untere Berg-Buchenzone einen größeren Waldanteil aufweist als die darüber liegende Wuchszone. In die von Rotbuchen dominierten Wälder steigen bereits einzelstammweise etwas wärmebedürftige Baumarten wie Hainbuche (*Carpinus betulus*) und Trauben-Eiche (*Quercus petraea*) auf. Typische Waldgesellschaft ist natürlicherweise der Montane Waldgersten-Buchenwald.

Charakterisierende Grünlandarten der Berg-Buchenzonen sind z.B. *Trollius europaeus*, *Alchemilla* spp., *Poa chaixii* und *Gentianella germanica*.

Obere Buchen-Mischwaldzone (ca. 300–500 m ü. NN);

Untere Buchen-Mischwaldzone (ca. 250³⁰-300 m ü. NN)

Die tieferen Lagen des Gebirges bis etwa 300 m ü. NN werden natürlicherweise größtenteils von Laub-Mischwäldern eingenommen. Neben der Rotbuche sind Stiel-Eiche (*Quercus robur*), Trauben-Eiche, Hainbuche, Winter-Linde (*Tilia cordata*) und Feld-Ahorn (*Acer campestre*) regelmäßig und mit höheren Deckungen beteiligt. In den tiefsten Lagen des Untersuchungsraumes, etwa zwischen 250 und 300 m ü. NN, ändert sich die Baumartenzusammensetzung im Vergleich zur Oberen Buchen-Mischwaldzone kaum noch; die natürlicherweise

³⁰ Die tiefsten Untersuchungsflächen liegen im Untersuchungsraum bei 250 m ü. NN.

vorkommenden Wälder sind hier durch ihren spezifischen Unterwuchs charakterisiert. HOFMANN (1964) gibt als natürliche Waldgesellschaften dieser Wuchszonen den Submontanen Waldgersten-Buchenwald, den Orchideen-Buchenwald und den Traubeneichen-Buchenwald an.

Praealpine und nordische Grünlandarten treten in der Buchen-Mischwaldzone stark zurück. Es dominieren eurasischkontinentale und subatlantisch-submediterrane Arten.

7.2 Geoelemente

Das Rhöngebirge gehört zum eurasisch-subozeanischen / gemäßigtkontinentalen Florengbiet (vgl. OBERDORFER 2001:18). Der Grundstock der Rhön-Flora wird somit von Arten gebildet, die im zentralen Mitteleuropa und angrenzenden Gebieten allgemein mehr oder weniger verbreitet sind. Neben ihnen treten, häufig auf Sonderstandorten, Arten benachbarter Florenggebiete auf. Es handelt sich um Geoelemente, deren Hauptverbreitung im a) nordischen (= borealen), b) ozeanischen, c) subkontinentalen, d) submediterranen und e) alpiden bis praealpiden Florengbiet liegt. Die Benennung und Klassifizierung der Geoelemente folgen OBERDORFER (2001). Umfassende Arbeiten zur Arealkunde s. MEUSEL (1943), MEUSEL et al. (1965, 1978), MEUSEL & JÄGER (1992) sowie WALTER (1954).

Im weiteren wird auf die für die vorliegenden Fragestellungen relevanten Geoelemente näher eingegangen. Die Angaben zur Verbreitung im Untersuchungsraum beziehen sich auf die durch die Auswertung der pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen gewonnenen Erkenntnisse. Übergangsformen pflanzengeographischer Verbreitungen, z.B. eurasischkontinental-submediterrane Verbreitung, werden überwiegend nicht erläutert. Angaben hierzu finden sich bei den entsprechenden Artdiagnosen.

Alpid-praealpiden und praealpiden Geoelement

Die Hauptverbreitung entsprechender Arten umfaßt die süd-, mittel- und osteuropäischen Hochgebirgszüge und ihre nördlich vorgelagerten montan-orealen Laub- und Nadelwaldgebiete. Ihr Verbreitungsschwerpunkt im Untersuchungsraum deckt sich weitgehend mit dem Naturraum Hohe Rhön. Vereinzelt Vorkommen finden sich in der Vorder- und Kuppenrhön. Typische Grünlandarten sind *Sesleria albicans*, *Poa chaixii*, *Luzula luzuloides* ssp. *rubella*, *Phyteuma orbiculare* und *Centaurea montana*.

Nordisches und nordisch-praealpiden Geoelement

Das Vorkommen nordischer Arten beschränkt sich im wesentlichen auf das boreale Nadelwald-(Birkenwald-)Gebiet. Häufig treten sie in der montan-orealen Waldstufe der Alpen und der höheren Mittelgebirge wieder auf und werden dann als nordisch-praealpid bezeichnet. Außerhalb des Rhöngebirges, also in den westlichen und östlichen Vorländern, treten diese Geoelemente weitgehend nicht mehr auf. Typische Grünlandarten sind *Festuca nigrescens*, *Vaccinium myrtillus*, *Alchemilla filicaulis* und *Alchemilla vulgaris*³¹.

Subkontinentales (= gemäßigtkontinentales) Geoelement

Subkontinentale Arten haben ihren Verbreitungsschwerpunkt im östlichen und südöstlichen Mitteleuropa. Von dort aus stoßen sie bis in das Rhöngebirge vor, welches eines von zahlreichen Grenzgebieten dieser Geoelemente ist. Nordwestlich des Gebirges treten sie stark

³¹ Die Benennung der Art nach WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998) ist strittig.

zurück und sind nur an wärmebegünstigten Standorten – z.B. im Bereich der Muschelkalkberge östlich von Hünfeld – stärker vertreten. Südöstlich wie auch innerhalb des Gebirges sind sie wesentlich häufiger. Subkontinentale Grünlandarten des Untersuchungsraumes sind z.B. *Aster amellus*, *Carex montana* und *Helictotrichon pratensis*.

Submediterranes Geoelement

Das Hauptverbreitungsgebiet dieser Arten sind die mittleren Höhenlagen des nordmediterranen Flaumeichengebietes. Nördlich davon kommen sie gehäuft nur an klimatisch begünstigten Standorten vor. Südöstlich des Untersuchungsraumes liegt im Bereich des mittleren Mains bei Gambach und Karlstadt und an der Fränkischen Saale bei Hammelburg und Bad Kissingen ein Gebiet mit einer besonderen Konzentration solcher Arten (KNAPP 1977). Von hieraus reichen sie, wie anhand der Artenzusammensetzung des untersuchten Grünlandes deutlich wird, in den Südosten des Untersuchungsraumes. Die Vorkommen sind hier auf das wärmebegünstigte Grabfeld beschränkt. Ein weiteres Schwerpunktorkommen deckt sich in etwa mit dem Naturraum Östliche Kuppenrhön. Fast sämtliche Aufnahmeflächen mit Vorkommen von submediterranen Geoelementen liegen in diesem Naturraum im Bereich der wärmebegünstigten Muschelkalkstandorte. Typische Grünlandarten sind z.B. *Asperula cynanchica*, *Bromus erectus* und *Linum tenuifolium*.

8 Auswertung des Datensatzes

Der Datensatz setzt sich aus 33.005 Datensätzen zusammen, die sich auf 1.079³² pflanzensoziologische Bestandsaufnahmen verteilen. Durch die Verknüpfung einer Vielzahl von Standortdaten mit jeder einzelnen der insgesamt 33.005 erhobenen Einzelpopulationen ist zu vermuten, daß der nunmehr vorliegende Gesamt-Datensatz tatsächlich bestehende Korrelationen zwischen Sippen und Standortparametern wiedergibt. Möglicherweise erlauben die erhobenen Deckungswerte weitere Differenzierungen.

8.1 Verteilung der pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen

8.1.1 Räumliche Verteilung (s. a. Plan 3 im Materialband)

Horizontalverbreitung

Ausgewertet wurden insgesamt 1.079 pflanzensoziologische Bestandsaufnahmen unterschiedlicher Grünlandstandorte im Rhöngebirge und seinen Vorländern. Die Aufnahmen verteilen sich auf 14 der 16 im Untersuchungsraum zugrunde liegenden Blätter der TK 25.

Bis auf den südwestlichen Bereich des Untersuchungsraumes sind die Aufnahmen einigermaßen gleichmäßig verteilt. Die Hohe Rhön und hier insbesondere die naturräumliche Untereinheit 354.10 Wasserkuppenrhön weist mit 256 Aufnahmen auf ca. 39 km² (65 Aufnahmen / 10 km²) eine besonders hohe Dichte auf. Die weitgehend bewaldeten Naturräume im Südwesten bzw. Süden (353.20 Brückenauer Kuppenrhön, 354.01 Schwarze Berge, 140.20 Schönauer Hochfläche) sind nicht mit Aufnahmen belegt. Ebenso ist im Bereich ackerbaulich dominierter Landschaftsausschnitte und großflächiger Intensivgrünlandnutzung die Aufnahmedichte gering.

Tab. 7: Naturräumliche Haupteinheiten im Bereich des Untersuchungsraumes und Anzahl der Aufnahmen

Naturräumliche Haupteinheit	Flächenanteil im Untersuchungsraum		Anzahl der Aufnahmen	Anzahl der Aufnahmen pro 10 km ²
135 Wern-Lauer-Platten	13 km ²	0,6 %	0	-
138 Grabfeldgau	157 km ²	7,5 %	99	6,0
140 Südrhön	224 km ²	10,6 %	8	0,4
352 Fuldaer Senke	73 km ²	3,5 %	16	2,2
353 Vorder- und Kuppenrhön	1.120 km ²	53,2 %	468	4,2
354 Hohe Rhön	342 km ²	16,2 %	473	13,8
355 Fulda-Haune-Tafelland	101 km ²	4,8 %	11	1,1
359 Salzunger Werrabergland	76 km ²	3,6 %	4	0,5
Summen / Durchschnitt	2.106 km ²		1.079	5,1

³² Ursprünglich sollten insgesamt 1.128 pflanzensoziologische Bestandsaufnahmen ausgewertet werden. 49 der Aufnahmen (erhoben von STOLZENBURG (1989) und PHILIPP (1995)) ließen sich jedoch nicht räumlich exakt zuordnen, so daß sie nicht berücksichtigt werden konnten. Eine pflanzensoziologisch-vegetationskundliche Auswertung bleibt einer späteren Veröffentlichung vorbehalten.

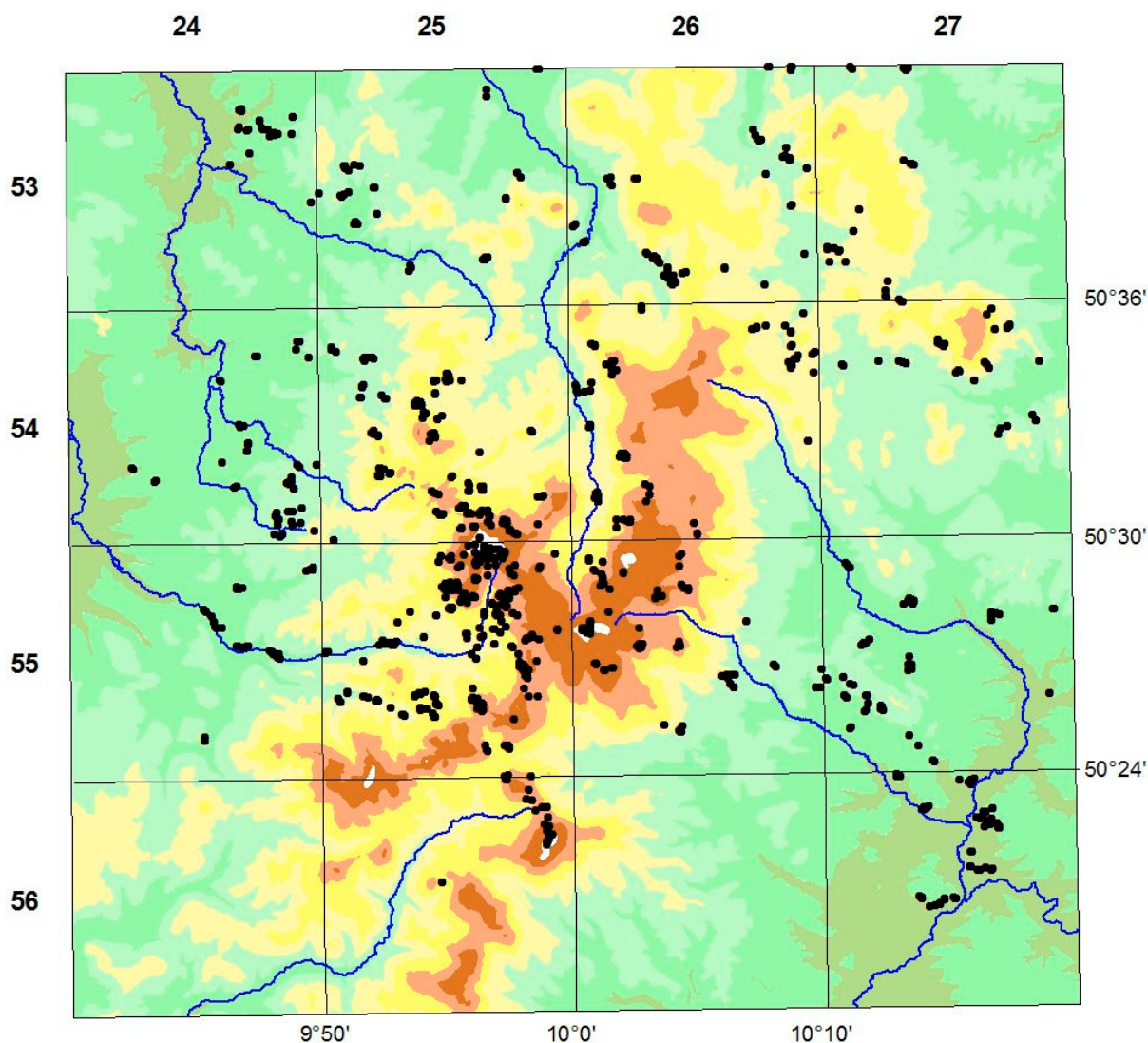


Abb. 13: Lage der Aufnahmepunkte³³ (M. ca. 1:300.000)

Vertikalverbreitung

Die Aufnahmen liegen in einem Höhenbereich zwischen 250 und 945 m ü.NN. Den größten Flächenanteil im Untersuchungsraum stellen Höhen zwischen 300 und 500 m ü.NN. Da der Grünlandanteil an der landwirtschaftlichen Nutzung mit zunehmender Höhe klimatisch bedingt sowie aufgrund naturschutzfachlicher Zweckbestimmungen (s. Kap. 3.7.2.4) zunimmt, sind aus den höheren Lagen des Untersuchungsraumes vergleichsweise mehr Aufnahmen verfügbar und verarbeitet worden. Hinzu kommt das besondere naturschutzfachliche Interesse an den Grünländereien der höheren Lagen der Rhön, da hier standortsbedingt - in den mit Schutz- und Nutzungsaufgaben belegten Gebieten insbesondere auch nutzungsbedingt - in weitaus höherem Maße mit dem Vorkommen seltener, gefährdeter und geschützter Arten gerechnet werden kann.

³³ Ein großmaßstäbiger Plan der Aufnahmepunkte findet sich im Materialband.

Tab. 8: Höhenstufen im Bereich des Untersuchungsraumes und Anzahl der Aufnahmen

Höhe über NN (m)	Flächenanteil im Untersuchungsraum		Anzahl der Aufnahmen	Anzahl der Aufnahmen pro 10 km ²
250-300	163,4 km ²	7,8 %	45	3
>300-400	581,6 km ²	27,6 %	162	3
>400-500	572,7 km ²	27,2 %	178	3
>500-600	375,1 km ²	17,8 %	134	4
>600-700	234,2 km ²	11,1 %	147	6
>700-800	116,9 km ²	5,6 %	216	18
>800-900	56,5 km ²	2,7 %	160	28
>900-945	3,3 km ²	0,2 %	37	112
Summen / Durchschnitt	2.106 km ²	100 %	1.079	19,5

8.1.2 Standörtliche Verteilung

Kern der vorliegenden Arbeit ist es, Fragen zur Höhenverbreitung zu klären. Daher sollten, um die Auswirkungen des Standortfaktors Seehöhe möglichst unter ansonsten vergleichbaren Standortbedingungen interpretieren zu können, bei der Wahl der Probeflächen im Gelände und bei der Auswahl der bereits vorliegenden pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen die Valenz der weiteren Standortfaktoren möglichst eng gehalten werden. So wurden sehr intensiv genutztes Grünland (Einsaat, Grasäcker) und fortgeschrittene Grünbrachestadien nicht untersucht bzw. Aufnahmematerial solcher Standorte nicht ausgewertet. Ebenso wurde Feucht- und Naßgrünland nicht berücksichtigt, so daß sich der überwiegende Anteil der Aufnahmen hinsichtlich der Bodenfeuchte im mittleren Standortbereich „frisch“ befindet. Ein Großteil der Aufnahmen stammt allerdings von Kalktrockenrasen (weitgehend LANGE 1998). Trotz der trockenen Standortverhältnisse wurden die Aufnahmen soweit wie möglich verarbeitet. Aufgrund der Fülle dieses Aufnahmematerials und des mehr oder weniger einheitlichen Ausgangsgesteins (Kalkgestein) waren die Ausgangsbedingungen für die Auswertung der Vertikalverbreitung von Pflanzenarten hier vergleichsweise gut.

Wegen der großen räumlichen Ausdehnung des Untersuchungsraumes und der angestrebten Gleichverteilung der Aufnahmen im Raum konnten bezüglich des Klimas, der Geologie und des Bodens die Valenzen dieser Standortfaktoren nicht in den engen Grenzen gehalten werden, wie es wünschenswert gewesen wäre. Zu verschiedenartig sind die klimatischen und geologischen Gegebenheiten im Untersuchungsraum (s. Kap. 3.5 und 3.6) Diese Unterschiede werden bei der Auswertung zu den Höhenverbreitungen berücksichtigt.

In der folgenden Tabelle ist das Verhältnis zwischen dem Anstehenden und der Anzahl der Aufnahmen wiedergegeben. Es zeigt sich, daß einige Gesteine durch Aufnahmen unterrepräsentiert, andere hingegen überrepräsentiert sind. Dies liegt zum einen an der Ungleichverteilung der Grünlandnutzung betreffend des Anstehenden und hinsichtlich der Höhenstufen. Standorte über Mittlerem Buntsandstein z.B. sind großflächig bewaldet, so daß Aufnahmen hier in geringerer Dichte vorliegen. Zum anderen liegt von extensiv genutztem Grünland (Muschelkalkstandorte im Südosten des Untersuchungsraumes, hochgelegene Basaltstandorte) wegen des floristisch-vegetationskundlichen Interesses wesentlich mehr Aufnahmematerial vor.

Tab. 9: Verhältnis zwischen Ausgangsgesteinen und Anzahl der Aufnahmen

Geologische Formationen im Bereich von Aufnahmepunkten	prozentualer Flächenanteil im Untersuchungsraum	prozentualer Anteil der Aufnahmen	Anzahl der Aufnahmen
Quartär			
Fluviatile Sedimente, Terrassenablagerungen, Schotter	2,2	0,3	3
Äolische Sedimente (Lehm und Löß)	5,8	4,0	43
Schuttbildungen, Rutschmassen, basaltisch	0,4	1,0	11
Schuttbildungen, Rutschmassen, kalkig	< 0,1	1,7	18
Schuttbildungen, Rutschmassen, sandig	1,7	0,1	1
Ablagerungen in Talsohlen, überwiegend Auenlehm	7,4	7,6	82
Schuttkegel	0,7	1,2	13
Holozäner Schotter und Sand	1,0	0,1	1
Quellmoor	0,3	0,1	1
Tertiär			
Miozän, überwiegend Sande und Tone	1,5	4,1	44
Phonolith	0,3	1,1	12
Basalt	7,6	24,6	266
Trachyt	0,1	0,8	9
Basaltische und phonolithische Schlotbrekzien	0,1	0,2	2
Vulkaniklastite	< 0,1	0,8	9
Trias			
Unterer Buntsandstein	0,8	0,3	3
Mittlerer Buntsandstein	35,4	8,0	86
Oberer Buntsandstein (Röt)	12,5	6,4	69
Übergänge Muschelkalk-Buntsandstein	?	0,3	3
Muschelkalk	?	0,4	4
Unterer Muschelkalk	10,3	31,3	338
Mittlerer Muschelkalk	7,7	3,3	36
Keuper	3,0	1,3	14
Geologie nicht geklärt ³⁴	?	1,0	11
Gesamt	100	100	1.079

8.2 Zeitliche Schichtung der verwendeten pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen

Berücksichtigt wurde sämtliches dem Autor bekannt gewordene Aufnahmematerial von Grünlandstandorten im Bereich des Untersuchungsraumes mit exakten räumlichen Positionen aus der Zeit nach 1985. Mit den eigenen Untersuchungen - geplant waren vorerst Erhebungen in den Jahren 1999 und 2000 - lag zunächst ein Betrachtungszeitraum von 15 Jahren vor. Aus organisatorischen Gründen mußten im Jahr 2001 weitere pflanzensoziologische Bestandsaufnahmen erhoben werden, so daß nunmehr ein Zeitraum von 16 Jahren berücksichtigt wird.

³⁴ Die Pflanzensammensetzungen dieser Aufnahmen stehen im krassen Widerspruch zum in der geologischen Karte dargestellten Ausgangsgestein. Eine Zuordnung zu angrenzenden Gesteinen war nicht möglich, da verschiedene Gesteine in Frage kamen.

Die zuletzt vor dem Jahr 1985 erhobenen und dem Autor bekannt gewordenen Bestandsaufnahmen mit exakten räumlichen Positionen stammen aus der Langen Rhön aus dem Jahr 1970 (Diss. HAMMER-JOHNE 1973).

Unter Berücksichtigung des Aufnahmematerials von 1985 bis 2001 liegt in der Langen Rhön bereits eine vergleichsweise hohe Dichte an Aufnahmen vor (15 Aufnahmen / 10 km²). Aus diesem Grund und da die Daten mehr als 30 Jahre vor den letzten Aufnahmen durch den Verf. erhoben wurden, wurden sie nicht berücksichtigt. Alle weiteren Aufnahmen aus noch länger zurückliegender Zeit wurden ebenfalls nicht verwertet.

Tab. 10: Zeitliche Schichtung des verwendeten Aufnahmematerials

Autor	Aufnahmejahr	Anzahl der Aufnahmen	Quelle
Stolzenburg	1986	189	STOLZENBURG (1989)
Barth	1992	159	BARTH (1995)
Vollrath	1993	15	VOLLRATH (1994)
Philipp	1994	160	PHILIPP (1995)
Lange	1986-1997	381	LANGE (1998)
Vollrath / Mütterlein	1999	2	Diss. Mütterlein
Mütterlein	1999-2001	173	Diss. Mütterlein

8.3 Auswahl der näher zu betrachtenden Artengruppen

8.3.1 Im Gebiet weit verbreitete Arten und Arten mit hoher Frequenz

Bei Arten mit hohen Stetigkeiten und weiter Verbreitung in einem geographisch definierten Gebiet ist zunächst davon auszugehen, daß keine engen Potenzen hinsichtlich der meisten Standortfaktoren vorliegen. Dies gilt dann, wenn die Valenzen der Standortfaktoren weit gefächert sind und eine ungefähre Gleichverteilung im Betrachtungsraum vorliegt. Diese Voraussetzungen treffen für den Untersuchungsraum weitgehend zu. Gleichwohl wurde auch bei solchen Arten visuell und durch rechnerische Auswertung verifiziert, ob Korrelationen mit Blick auf spezifische Standortsausprägungen bestehen.

Bei Arten mit hohen Stetigkeiten, aber räumlich begrenztem bzw. räumlichem Schwerpunkt-vorkommen liegt die Vermutung nahe, daß die Verbreitung kausal begründet ist. Um dies zu verifizieren, wurden alle wesentlichen Standortdaten analysiert und mit dem bekannten ökologischen Verhalten der jeweiligen Art abgeglichen.

8.3.2 Spezielle Geoelemente

Das Rhöngebirge gehört zum eurasisch-subozeanischen / gemäßigt-kontinentalen Florengebiet (vgl. OBERDORFER 2001:18). Der Grundstock der Rhön-Flora wird somit von Arten gebildet, die im zentralen Mitteleuropa und angrenzenden Gebieten allgemein mehr oder weniger verbreitet sind. Neben ihnen kommen, häufig auf Sonderstandorten, Arten benachbarter Florengebiete vor, deren Hauptverbreitungsgebiete nur einen bestimmten Teil des mitteleuropäischen Raumes umfassen oder die sogar außerhalb dieses Raumes verbreitet sind. Es handelt sich um Geoelemente, deren Hauptverbreitung im a) nordischen (= borealen), b) ozeanischen, c) subkontinentalen, d) submediterranen und e) alpiden bis praealpiden Florengebiet liegt. Die entsprechenden Arten bilden im Untersuchungsraum häufig Vorposten oder besetzen disjunkte, z.T. kleine Areale.

Das Auftreten solcher Arten ist einerseits begründet in der geographischen Lage des Untersuchungsraumes im Übergangsbereich zwischen dem atlantisch geprägten Klimaraum „Westliches Mitteldeutschland“ im Norden und Nordwesten, und den kontinental geprägten Klimaräumen „Südwestdeutschland“ und „Süddeutschland“ im Süden und Südosten und andererseits in der Höhenlage des Rhöngebirges. Der Untersuchungsraum weist daher ein ausgeprägtes Florengefälle von Nordwesten nach Südosten auf. Aufgrund dieser geographischen Lage verlaufen durch den Untersuchungsraum zahlreiche Verbreitungsgrenzen sowohl subatlantischer ([nord]westlicher) als auch subkontinentaler ([süd]östlicher) und submediterraner (südlicher) Geoelemente (vgl. BOHN 1996:215ff).

Die ausgesprochene Höhenlage des Rhöngebirges ermöglicht zudem das Auftreten von Arten, die einerseits in Europa in den höchsten und nördlichsten Waldstufen und im Bereich der oberen nördlichen Waldgrenze vorkommen (subarktisch-subalpide Geoelemente), andererseits in den natürlichen Nadelwaldstufen Nordeuropas (nordisch-praealpide Geoelemente) auftreten.

Die herrschenden standörtlichen - im wesentlichen klimatische und geologische - Verhältnisse sind tendenziell derart, daß ein Vorkommen der speziellen Geoelemente gerade noch gewährleistet ist. Ändern sich die Standortverhältnisse vertikal oder horizontal, ist ein Fortbestand einer Art an ihrer Arealgrenze gefährdet; denn die Toleranz bezüglich sich ändernder Standortverhältnisse (oder nur eines einzelnen Faktors) ist an den Arealgrenzen tendenziell gering. Insoweit war es von besonderem Interesse, die Faktoren, welche die Ausbreitung begrenzen bzw. bedingen, von Geoelementen angrenzender Florengebiete herauszuarbeiten. Insbesondere wurden nordische, praealpide, subkontinentale und submediterrane Geoelemente einschließlich der verschiedenen Übergangstypen unterschiedlicher pflanzengeographischer Hauptverbreitung näher betrachtet.

8.3.3 Arten mit möglichem Elevationseffekt

Um einen möglichen Elevationseffekt nachweisen zu können, fanden Arten Berücksichtigung, die bekanntermaßen eine untere Wuchsgrenze besitzen. Sie haben ihr Hauptvorkommen in der montanen Höhenstufe (Bergstufe zwischen 500 und 900 m) und der hochmontanen Höhenstufe (Bergstufe zwischen 900 m und der Waldgrenze) (OBERDORFER 2001). Bei ihnen handelt es sich um praealpide und nordische Geoelemente einschließlich der verschiedenen Übergangstypen unterschiedlicher pflanzengeographischer Hauptverbreitung wie alpid-praealpid-nordische, nordisch-eurasische, nordisch-praealpide u.a. verwandte Geoelemente. Diese Vertikalgrenze, die im wesentlichen temperaturabhängig ist, schwankt in einem bestimmten geographischen Raum je nach artspezifischem Ausbreitungsverhalten. Unabhängig davon verschiebt sich die untere (und auch die obere) Wuchsgrenze aufgrund jährlicher Klimaschwankungen sowie durch (temporäres) Vorhandensein bzw. Fehlen eines Substrates, das die Keimung ermöglicht.

Den Vorkommen der jeweiligen Arten wurde ein Höhenschichtenplan mit einer 100 m Stufung unterlegt und visuell überprüft, ob der Effekt³⁵ in der Kartendarstellung wahrnehmbar ist. Sofern dies der Fall war, wurden weitere Standortfaktoren multivariat analysiert, um mögliche Ursachen des Elevationseffektes herauszuarbeiten.

³⁵ Als Elevationseffekt wird, wie schon eingangs ausgeführt, in der Geobotanik das Phänomen bezeichnet, daß montan und alpin verbreitete Pflanzen im Zentrum eines Gebirgsareals stärker agglomeriert sind und tiefer herabreichen als an den Gebirgsrändern. Nach VAN STEENIS (1961) umschreibt dieser Effekt zudem die Erscheinung, daß einige Arten dieser Gruppe nur auf Bergen oder Bergkomplexen vorkommen, die eine bestimmte minimale Gipfelhöhe haben, von diesen Bergen jedoch tief in die Täler hinabsteigen können. Auf Bergen, die niedriger als die minimale Gipfelhöhe, jedoch höher als der niedrigste Fundort sind, kommen diese Pflanzen nicht vor.

8.3.4 Übersicht über die abgehandelten Arten

In der folgenden Tabelle sind die in den Kap. 9.2, 9.3 und 9.4 abgehandelte Arten aufgeführt.

Tab. 11: Abgehandelte Arten

Art	Obd.-Nr.	Kapitel
Im Untersuchungsraum weit verbreitete Arten, die Auffälligkeiten zu bestimmten Standortfaktoren zeigen		
<i>Agrostis capillaris</i> L.	622	9.2
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	667	9.2
<i>Festuca rubra</i> agg. L.	486	9.2
<i>Ranunculus acris</i> L.	1118	9.2
<i>Rumex acetosa</i> L.	857	9.2
Spezielle Geoelemente		
<i>Alchemilla glaucescens</i> Wallr.	1638	9.3
<i>Aster amellus</i> L.	2872	9.3
<i>Bupleurum falcatum</i> L.	2186	9.3
<i>Carlina acaulis</i> L.	3072	9.3
<i>Dianthus superbus</i> L.	989	9.3
<i>Festuca nigrescens</i> Lam.	486a	9.3
<i>Linum tenuifolium</i> L.	1933	9.3
<i>Peucedanum cervaria</i> (L.) Lap.	2240	9.3
<i>Sesleria albicans</i> Kit. ex Schult.	541	9.3
<i>Stachys recta</i> L.	2531	9.3
<i>Tanacetum corymbosum</i> (L.) Schulz-Bip.	3001	9.3
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	2492	9.3
Arten mit möglichem Elevationseffekt		
<i>Crepis mollis</i> (Jacq.) Aschers.	3190	9.4
<i>Geranium sylvaticum</i> L.	1910	9.4
<i>Phyteuma orbiculare</i> L.	2853	9.4
<i>Poa chaixii</i> Villars	525	9.4
<i>Ranunculus nemorosus</i> DC.	1116d	9.4
<i>Ranunculus serpens</i> Schrank	1116e	9.4
<i>Trollius europaeus</i> L.	1069	9.4

In der Tabelle sind die Arten je Kapitel alphabetisch geordnet, um einen raschen Überblick zu gewinnen.

8.4 Artkarten, Verbreitung

Die 1.079 verarbeiteten pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen sind metergenau ins Gauß-Krüger-Netz übertragen worden (s. Plan 3 im Materialband). Sie enthalten 33.005 Einzelpopulationen, die digital für jede Sippe selektiert werden können. Die daraus generierten Artkarten stellen somit die Vorkommen der jeweiligen Sippe innerhalb der verarbeiteten pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen, nicht aber innerhalb des Untersuchungsraumes dar. Es handelt sich demnach nicht um Arealkarten. Aufgrund der Dichte der Aufnahmen und der oftmals engen Korrelationen mit bestimmten Standortfaktoren lassen sich je-

doch in vielen Fällen mit hinreichender Genauigkeit Verbreitungsschwerpunkte in Bezug auf den Vegetationstyp Grünland erkennen. Entsprechende Aussagen werden durch statistische Berechnungen (χ^2 -Test, s. Kap. 8.6) abgesichert. Für die Auswertung spezieller Geoelemente sowie der Arten, die Anzeichen für einen Elevationseffekt aufweisen (s. Kap. 9.3 und 9.4), wurden die aus den zugrunde liegenden Verbreitungsatlant übertragenen Vorkommen hinterlegt.

Aussagen zur Verbreitung von Sippen des Grünlandes erfolgen in chorologisch-beschreibender Art (vgl. HAEUPLER (1974:38) auf Grundlage „visueller Typisierungen“. HAEUPLER (l.c.) weist darauf hin, daß jede visuelle Typisierung von Verbreitungstypen zweifelsohne ein sehr subjektives Unterfangen ist. Bei ganz klaren Verbreitungsbildern und entsprechend kleinen Gebieten mit eindeutiger Landschaftsgliederung ist die visuelle Typisierung jedoch zur groben Vorsortierung anwendbar. Durch das Verschneiden spezifischer Standortfaktoren mit dem Vorkommen von Sippen innerhalb der verarbeiteten pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen lassen sich für viele Sippen Standortpräferenzen erkennen. Es kann unterstellt werden, daß sich Pflanzenarten innerhalb eines begrenzten Naturraumes hinsichtlich der Standortfaktoren einigermaßen einheitlich verhalten. Dies bedeutet, daß an Standorten, an denen die Standortfaktoren in den für eine bestimmte Art spezifischen Präferenzen wirken, diese Art auch erwartet werden kann. Die Verbreitung der Arten im Untersuchungsraum ist daher weiter, als sie in den Artkarten dargestellt ist.

8.5 Auswertung nach Standortfaktoren

Zur Auswertung ökologischer Fragestellungen auf der Grundlage von Artverbreitungskarten schreibt HAEUPLER (1974:39): „Die Komplexität der Wechselbeziehungen sowohl der Faktoren untereinander als auch der Faktoren mit jedem einzelnen Individuum der verschiedenen Arten erfordert bei allen Interpretationsversuchen äußerste Vorsicht.“ In gleichem Sinne äußern sich MEUSEL, JÄGER & WEINERT (1965), die konstatieren, daß die Deutung chorologischer Beobachtungen nur unter Berücksichtigung der gesamten ökologischen Konstitution der Sippe erfolgen kann.

Die Höhen- und Horizontalverbreitung von Pflanzenarten ist demnach multifaktorell begründet, auch wenn die Wirkung eines bestimmten Standortfaktors nicht selten überwiegt. Daher mußte die Auswertung multivariat erfolgen. Dies geschah zunächst visuell durch den Vergleich der digital vorliegenden, zahlreichen Standortskarten mit dem Vorkommen der jeweiligen Sippe innerhalb der verarbeiteten pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen. Ergaben sich Korrelationen, wurden diese aus dem Datensatz berechnet und statistisch überprüft. Die auf diese Weise möglicherweise festgestellten Signifikanzen wurden anhand artspezifischer ökologischer und chorologischer Angaben aus der Literatur verglichen und verifiziert.

Maßstabsbedingt bzw. aufgrund von Zeichenungenauigkeiten stimmen die Grenzlinien zwischen flächenhaft erfaßten Standortdaten nicht völlig mit den tatsächlichen Gegebenheiten überein. Während dies bei regelmäßigen, gleichgerichteten Abfolgen (z.B. Höhenentwicklung, Temperatur, Niederschlagshöhe) nur unwesentlich ins Gewicht fällt, ist an Grenzlinien zwischen verschiedenen geologischen Formationen mitunter mit erheblichen Unstimmigkeiten zwischen Pflanzenbeständen und Ausgangsgesteinen zu rechnen. Wenn Widersprüche zwischen Pflanzenvorkommen und dem Ausgangsgestein offenkundig waren, wurde die gesamte pflanzensoziologische Bestandsaufnahmen analysiert und der Eintrag zur Geologie im Datensatz ggf. korrigiert.

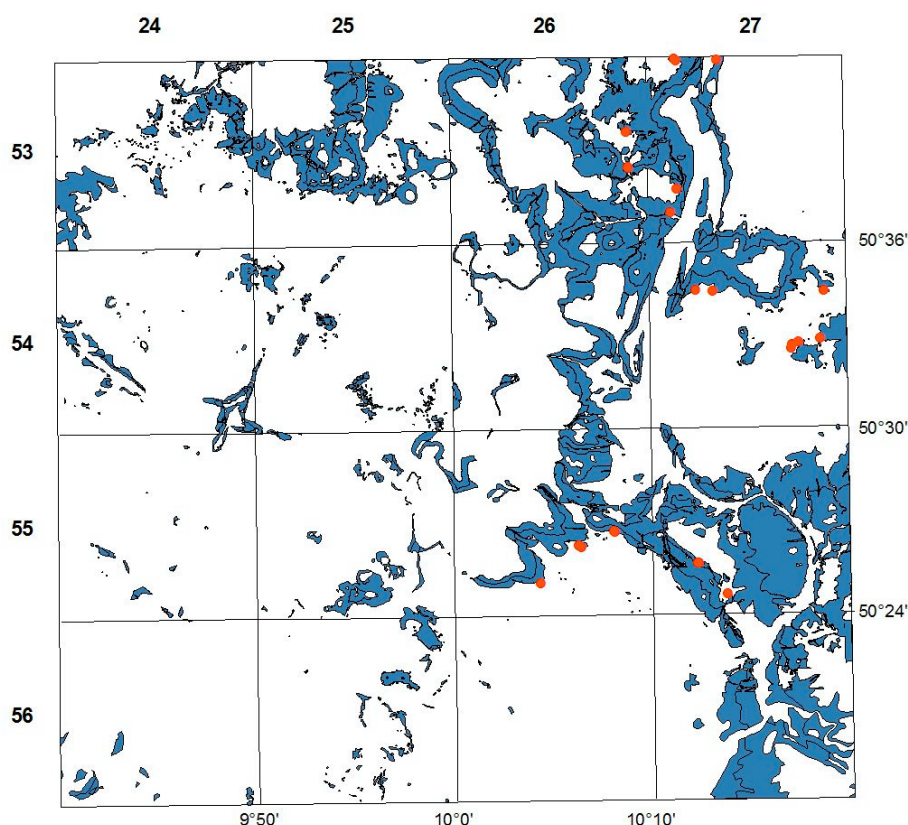


Abb. 14: Aufnahmen mit Kalkzeigern außerhalb vom auf der Geologischen Karte 1:25.000 dargestellten Muschelkalk an der Grenzlinie zu anderen Gesteinen (maßstabslos)

Dort, wo sich Eruptivgesteinsdecken über das triassische Gebirge ergossen, ist in den geologischen Karten, wohl z.T. auch maßstabsbedingt, flächenhaft Basalt dargestellt³⁶. Die Analyse der hier erhobenen Aufnahmen zeigt jedoch, daß manche von ihnen gleichermaßen Basen- und Säurezeiger aufweisen. Dies machte sich besonders bei Geländehöhen ab ca. 700 m ü.NN bemerkbar. Da die Ursachen für diesen Befund zunächst unklar waren³⁷ und auch in der Literatur keine befriedigende Erklärung gefunden werden konnte, wurden im Juli 2005 an verschiedenen solcher Standorte mit widersprüchlicher Artenzusammensetzung Bodenuntersuchungen und Pflanzenaufnahmen durchgeführt (s. Kap. 9.1).

8.6 Statistische Tests

Daß bestimmte Arten beispielsweise auf Muschelkalkstandorten häufiger angetroffen wurden als auf Buntsandstein, oder ein Teil der Sippen Gipfel- und Höhenlagen offenbar bevorzugen, wirft die Frage auf, ob diese Unterschiede der Verteilung rein zufällig sind und bei einer

³⁶ Die Eruptivgesteine Phonolith und Trachyt wurden in wesentlich geringeren Mengen gefördert, so daß zusammenhängende Gesteinsdecken nicht entstehen konnten.

³⁷ Zunächst wurde vermutet, daß an solchen Standorten die Lavaergüsse nicht zum völligen Zusammenfließen zu geschlossenen Gesteinsdecken geführt hätten, oder die Decken sehr dünn und z.T. verwittert wären und das alte triassische Gebirge in Form von Muschelkalkablagerungen zutage treten würde. Dies stellte sich jedoch als unzutreffend heraus.

wiederholten Wahl der Aufnahmeflächen wahrscheinlich nicht zu beobachten wären, oder ob die Beobachtungen repräsentativ sind und einen zutreffenden Hinweis darauf geben, daß die Pflanzenarten unter bestimmten Standortsbedingungen bessere Wachstumsvoraussetzungen vorfinden als unter anderen.

In dieser Arbeit wird ein Häufigkeitsunterschied dann als aussagekräftig angesehen, wenn er von einem χ^2 -Test auf gleiche Verteilung als signifikant eingestuft wird (auf einem 5 %-Niveau). Um ausschließlich sichere Informationen zu verwenden, wurde dabei nur berücksichtigt, ob die Sippen auf einer Aufnahmefläche angetroffen wurden oder nicht - nicht aber wie hoch ihre Deckung war.

Dem Test zweier Gebiete (Gebiete unterschiedlicher Höhenlagen, Temperaturen, Niederschläge usw.) liegt die Nullhypothese zugrunde, d.h. es wird unterstellt, daß eine bestimmte Sippe in beiden Gebieten gleich häufig (in der Grundgesamtheit) ist. Das bedeutet, die Wahrscheinlichkeit, daß die Sippe in einer zufällig gewählten Probefläche angetroffen wird, wäre in beiden Gebieten gleich hoch. Wurde dann aber bei der Auswertung des Aufnahme-materials, entgegen der Nullhypothese, die Sippe in einem der beiden Gebiete wesentlich häufiger angetroffen als im anderen - d.h. so häufig, wie es bei Wiederholung der Aufnahmen mit neuen Probeflächen nur bei höchstens 5 % aller Fälle zu erwarten wäre, wenn die Nullhypothese zuträfe - dann wurde die Hypothese verworfen. In diesen Fällen sind die unterschiedlichen Häufigkeiten signifikant und nicht zufällig.

Die nachfolgende Abbildung macht den χ^2 -Test an einem Beispiel deutlich.

	Anzahl der Probeflächen mit <i>Anthoxanthum odoratum</i>	Anzahl der Probeflächen ohne <i>Anthoxanthum odoratum</i>
Buntsandsteingebiet	122	36
Muschelkalkgebiet	12	384
geschätzter Anteil des Vorkommens auf allen Aufnahmeflächen im Muschelkalk- und Buntsandsteingebiet	24 %	
	Zu erwartende Anzahl der Probeflächen mit <i>Anthoxanthum odoratum</i>	Zu erwartende Anzahl der Probeflächen ohne <i>Anthoxanthum odoratum</i>
Buntsandsteingebiet	38	120
Muschelkalkgebiet	96	300
Wert einer χ^2 -verteilten Funktion, die die Abweichung der theoretischen Werte von den tatsächlich gefundenen mißt	339	
Ergebnis = Wahrscheinlichkeit für eine Abweichung, die mindestens so groß ist wie die beobachtete	0,0 %	

Abb. 15: Berechnung einer Wahrscheinlichkeit mit Hilfe des χ^2 -Test ³⁸

Die Nullhypothese, die besagt, daß eine bestimmte Sippe in beiden Gebieten gleichhäufig ist, ist demnach für *Anthoxanthum odoratum* bezüglich seiner Verbreitung in Buntsandstein- und Muschelkalkgebieten zu verwerfen. Dies bedeutet im Umkehrschluß, daß die beobachtete ungleiche Verteilung signifikant (im Beispielfall hochsignifikant) und nicht zufällig ist. Die in Kap. 9.2 - 9.4 gemachten Aussagen zu Standortpräferenzen sind zuvor durch den χ^2 -Test

³⁸ Die Abbildung wurde freundlicherweise von Dipl.-Systemwissensch. Michael Reinecke, Lüneburg, entworfen.

auf einem 5 %-Niveau abgesichert worden. D.h. die Wahrscheinlichkeit einer ungleichen Verteilung der Arten mußte 95 % und größer sein.

8.7 Auswertung von Verbreitungsatlanten

Die Höhenverbreitung von Pflanzenarten ist nicht nur abhängig von den vertikalen Temperatur- und Niederschlagsveränderungen, sondern wird auch horizontal beeinflusst durch die globalen Temperatur- und Niederschlagsveränderungen aufgrund des Kontinentalgefälles (s. Kap. 3.6). Daher ist zur Interpretation vertikalen Verbreitungsverhaltens auch die großräumige horizontale Verbreitung zu berücksichtigen.

Für den Bereich des Untersuchungsraumes liegen Verbreitungsatlanten von Gefäßpflanzen in unterschiedlicher Darstellungsschärfe und aus unterschiedlichen Zeiträumen vor.

Tab. 12: Verbreitungsatlanten von Gefäßpflanzen im Bereich des Untersuchungsraumes

Geltungsbereich	Berücksichtigter Erfassungszeitraum	Darstellungsschärfe	Quelle
Bundesrepublik, westl. Länder ³⁹	1968-1980	MTB (TK 25)	HAEUPLER & SCHÖNFELDER (1988)
Bundesrepublik östl. Länder	1950-1995	MTB-Quadranten	BENKERT, FUKAREK & KORSCH (1996)
Bayern	1945-1983 mit Nachträgen bis 1988	MTB-Quadranten	SCHÖNFELDER & BRESENSKY (1990)
Thüringen	1990-2001 ⁴⁰	MTB-Viertelquadranten	KORSCH, WESTHUS & ZÜNDORF (2002) ⁴¹
Hessen	1983-1986	MTB-Quadranten	HESS. MINISTERIUM LANDWIRTSCH., FORST. U. NATURSCH. (HRSG.) (1999)
Thüringer Wald, Rhön (teilw.) und angrenzende Gebiete	1960-1980 ⁴²	MTB-16tel-Quadranten	MEINUNGER (1992)

Die bundesweiten Atlanten (HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988, BENKERT, FUKAREK & KORSCH 1996) wurden nicht berücksichtigt, da die Daten durch die später auf Länderebene erschienenen Atlanten aktualisiert wurden. Zudem ist der Abbildungsmaßstab auf Länderebene schärfer als jener der bundesweiten Atlanten (s. Tab. 12). Die Daten aus MEINUNGER (1992) sind in den Thüringen-Atlas übernommen bzw. aktualisiert worden. Trotz der wesentlich größeren Darstellungsschärfe ist der MEINUNGER-Atlas unberücksichtigt geblieben, da für die zu bearbeitende Fragestellung kein weiterer Erkenntniswert gegeben ist und die Daten wesentlich älter sind als die im Thüringen-Atlas⁴³.

³⁹ Die Zentralstelle für Phytodiversität beim Bundesamt für Naturschutz führt eine Datenbank Gefäßpflanzen, aus der Verbreitungskarten generiert worden sind. Diese sind unter der Internetadresse <http://www.floraweb.de> veröffentlicht und mitberücksichtigt worden.

⁴⁰ Das letzte Jahr der Geländeerhebungen ist im Thüringen-Atlas nicht angegeben. Nach KORSCH (mdl. Mitteilung März 2003) war dies bei 99,9 % der Sippen das Jahr 2001.

⁴¹ Der Thüringen-Atlas wurde von Herrn KORSCH freundlicherweise als Manuskript zur Verfügung gestellt.

⁴² Die Rasterdaten basieren lediglich für den thüringischen Teil der Rhön auf direkten Nachweisen des Autors und seiner Gewährsleute. Für den hessischen und bayerischen Teil der Rhön wurden nur Literaturangaben verarbeitet (MEINUNGER, mdl. Mitteilung März 2003).

⁴³ Die Darstellung auf 16tel-Quadranten-Ebene bedeutet, daß der Nachweis einer Art auf einer Fläche von ca. 2 km² definiert ist. Da auf dieser Fläche in einem Gebirge erhebliche Höhenunterschiede wahrscheinlich sind, ist ein Vergleich solcher Daten mit Daten, die geographisch exakt über Rechts-Hoch-Werte im Gauss-Krüger-Koordinatensystem in Verbindung mit Meter genauen Geländehöhen definiert sind, nicht sinnvoll.

Aus den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen) wurden die Rasterdaten der im Kap. 9 näher zu betrachtenden Pflanzenarten digital erfaßt.

Die Rasterdaten sollen die großräumige Horizontal- und Vertikalverbreitung der entsprechenden Arten darstellen und die anhand der konkret erhobenen Daten gewonnenen Befunde ergänzen bzw. Gegenläufigkeiten belegen.

Es wurden jeweils die aktuellsten Daten der Länderatlanten berücksichtigt. Dort, wo sich Rasterdaten im Bereich der Ländergrenzen überschneiden, wurde nur ein Rasterpunkt eingetragen. Die auf MTB-Viertelquadrantenbasis dargestellten Rasterdaten des Thüringen-Atlas wurden auf Quadrantenbasis übernommen, so daß sämtliche Rasterdaten der Länderatlanten nunmehr einheitlich vorliegen.

Eine Anzahl von Sippen ist in den Länderatlanten deshalb nicht aufgeführt, weil sie zum Zeitpunkt der Erfassung nicht als Arten oder Kleinarten betrachtet bzw. nicht getrennt, sondern einem Aggregat zugeordnet wurden. Z.B. wird *Euphrasia officinalis* L. im Thüringen-Atlas als *E. officinalis* agg. aufgeführt, im Hessen-Atlas nur als Kleinart *E. rostkoviana* Hayne (= *E. officinalis* ssp. *rostkoviana*). Auf diese Problematik wird bei den Artdiagnosen (Kap. 9) eingegangen.

8.8 Weitere literarische Daten

Für den Untersuchungsraum und insbesondere für das Rhöngebirge liegen - neben den bereits erfaßten pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen (s.o.) - umfangreiche Angaben zu Pflanzenvorkommen vor. Zu nennen sind insbesondere (aufgeführt nach Erscheinungszeit ab 1900 bis in die Gegenwart) GOLDSCHMIDT, KNAPP, RAABE, GROSSMAN, LUDWIG und LANGE (jeweils div., s. Literaturverzeichnis). Bibliographien finden sich bei GROSSMANN (div., s. Literaturverzeichnis) und MEIEROTT (2001). Ein Abriß der botanischen Erforschung der Rhön ist GROSSMANN (1969) zu entnehmen. Exakt definierte geographische Daten zu Pflanzenvorkommen existieren weitgehend nicht, so daß diese zur Klärung des Elevationseffektes nicht herangezogen werden können. Zur Auswertung der Horizontal- und Vertikalverbreitung wurden sie jedoch verwendet, sofern die Angaben nicht bereits Eingang in die Länderatlanten genommen haben, was überwiegend der Fall ist.

9 Spezielle Auswertung

9.1 Heterogene Grünland-Pflanzenbestände im Bereich von Basaltstandorten höherer Lagen

Bei der Auswertung des Datensatzes sind Auffälligkeiten bezüglich des Anstehenden und der Pflanzengemeinschaften offenbar geworden. Diese beziehen sich auf Widersprüche zwischen dem gemessenen pH-Wert des Bodens und der aus den Ellenberg'schen Reaktionszahlen der einzelnen Pflanzenarten errechneten Bestandesreaktionszahl (s. ELLENBERG et al. 1991). Da das Aufnahmемaterial im Rahmen dieser Dissertation nicht pflanzensoziologisch ausgewertet wird, sollen zunächst einige synsystematische, synökologische und syntaxonomische Grundsätze kurz erläutert werden.

9.1.1 Einleitung

Nach dem pflanzensoziologischen System hat jede Pflanzengesellschaft gleich welchen Ranges Kenn- oder Charakterarten. Diese haben ihren klaren Schwerpunkt innerhalb der entsprechenden Gesellschaft. Die Pflanzen sind jedoch nicht unbedingt auf eine bestimmte Gesellschaft beschränkt, sondern zeigen nur bestimmte Optima (z. B. WILMANN'S 1998). Diese Optima beziehen sich auf spezifische Standortfaktoren bzw. -faktorenkombinationen, die unter Konkurrenzbedingungen bevorzugt bzw. gemieden werden. Unter anderem auf Grundlage solcher Kennarten ist das pflanzensoziologische System hierarchisch aufgebaut. ELLENBERG (1974, 1979) und in der Weiterentwicklung ELLENBERG et al. (1991) haben für den überwiegenden Teil der Pflanzenarten Mitteleuropas das ökologische Verhalten mit den „Ellenberg'schen Zeigerwerten“ ausgedrückt. Aus der Kombination der Zeigerwertzahlen kann für die Arten die ökologische Nische abgelesen und somit die synökologische Zugehörigkeit abgeschätzt werden.

Die Verwandtschaft der Gesellschaften ist anhand von Kennarten ablesbar. Die Klasse ist die höchste syntaxonomische Einheit, die gerade eben noch durch Kennarten (Klassenkennarten) charakterisiert ist. Nachrangige Gesellschaften innerhalb bestimmter Klassen sind demnach miteinander zumindest auf Grundlage des kleinsten gemeinsamen Nenners, eben den Klassenkennarten, verwandt. Oberhalb der Klasse existiert keine höhere Ordnungsebene, da die Klassen nicht weiter auf Grundlage von Kennarten zusammengefaßt werden können⁴⁴.

9.1.2 Grünlandgesellschaften auf nährstoffarmen Standorten im Untersuchungsraum

Auf extensiv genutzten, nährstoffarmen Grünlandstandorten im Bereich des Untersuchungsraumes sind grundsätzlich zwei Grünlandtypen zu finden, die aufgrund ihrer stark abweichenden Pflanzenzusammensetzung in unterschiedlichen Klassen zusammengefasst werden. Da sie sich auch physiognomisch unterscheiden, sind sie von WILMANN'S (l.c.) auch unterschiedlichen Formationen zugeordnet worden.

Es handelt sich zum einen um basiphytische Magerrasen auf Kalkgestein der Klasse Festuco-Brometea Br.-Bl. et Tx. 1934 (Schwingel-Steppen- und Trespenrasen). Im Untersuchungsraum sind sie dem submediterran verbreiteten Mesobromion erecti Br.-Bl. et Moor 1938 em. Obd. 1957 (Trespen-Halbtrockenrasen) zuzuordnen. Diese Bestände sind im Be-

⁴⁴ WILMANN'S (1998:60ff.) faßt die Klassen zur übersichtlichen Gliederung zu Formationen zusammen. Dies sei nicht als Fortsetzung des floristisch-hierarchischen Systems, sondern als eine physiognomisch begründete Gruppierung aufzufassen.

reich des Rhöngebirges eingehend von LANGE (2001) untersucht worden. Ihre Hauptverbreitung sind die großflächigen, kontinental und submediterran beeinflussten Muschelkalkstandorte im Südosten des Untersuchungsraumes im Bereich der Naturräume Grabfeld, Südrhön und Wern-Lauer-Platten. Sie werden zumeist extensiv beweidet.

Ein anderer Grünlandtyp nimmt großflächig die höchsten Lagen des Untersuchungsraumes ein. Es sind Borstgrasrasen (Nardo-Callunetea Prsg. 1949) des Verbandes *Violion caninae* Schwick 1944 mit Hauptverbreitung im Bereich des Naturraums Hohe Rhön. Die Standorte sind gekennzeichnet von sehr hohen Niederschlägen (ca. 1.000 - 1.100 mm / a), flach- bis mittelgründigen, oberflächlich entbasten Basalt-Verwitterungsböden und extensiver Mahd bzw. extensiver Beweidung. Borstgrasrasen haben eine mitteleuropäische Verbreitung und kommen planar bis montan vor.

Die standörtlichen Unterschiede zwischen beiden Grünlandtypen liegen demnach in erster Linie in der Gesteinsunterlage bzw. den Verwitterungsböden, den Niederschlagsmengen und der geographischen Verbreitung begründet.

9.1.3 Vom pflanzensoziologischen Ordnungssystem abweichende Beobachtungen im Grünland der Hohen Rhön

Als Nebenbefund bei der Auswertung zur Höhenverbreitung und zu einem möglichen Elevationseffekt bestimmter Sippen ist aufgefallen, daß die pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen oberhalb von 700 m ü.NN im Bereich von Basaltunterlagen überaus heterogene Pflanzensammensetzungen aufweisen. Die Auffälligkeiten beziehen sich auf das Verhalten der Arten gegenüber der Bodenreaktion. So kommen in fast allen Aufnahmen sowohl Arten des *Mesobromion erecti* (Trespen-Halbtrockenrasen) als auch des *Violion caninae* (Borstgrasrasen) vor. Solche Erscheinungen sind bereits RAABE (1954) und BARTH (1995) in der Hohen Rhön im Bereich von Basaltunterlagen aufgefallen. Hinreichende Erklärungen finden sich in beiden Arbeiten gleichwohl nicht.

Nach allgemeinen Erkenntnissen haben die beiden Artengruppen jedoch ihr schwerpunktmäßiges Vorkommen entweder im Bereich der basiphytischen Magerrasen, oder im Bereich der acidophytischen Borstgrasrasen. Das ausschlaggebende Kriterium für das Vorkommen bzw. Fehlen der jeweiligen Artengruppe ist demnach der Boden-pH-Wert. Dieses schwerpunktmäßige Vorkommen der Artengruppen ist so eindeutig belegt, daß eine Differenzierung auf Klassenebene (!) vorgenommen wurde und allgemein anerkannt ist (z.B. WILMANN 1998:32 „Die Korrelation ist hier gebietsweise sehr eng; ganze Gesellschaftsklassen sind an saure bzw. neutral-basische Böden gebunden.“). Bei ELLENBERG et al. (1991) werden die fraglichen Arten bezüglich ihres Verhaltens zur Bodenreaktion mit entsprechend großen bzw. kleinen Zeigerwertzahlen geführt. ELLENBERG weist darauf hin, daß die Reaktionszahl als relativ gut gesichert gelten darf. Unter anderem wurden Untersuchungen mit mehr als 15.000 Einzeldaten zu Pflanzenbeständen und Boden-pH-Messungen ausgewertet. Die vergebenen Reaktionszahlen stünden meist in Einklang mit den Angaben bei OBERDORFER.

Die Einstufungen nach ELLENBERG et al. (1991) und die syntaxonomische Zugehörigkeit konnten auch bei der Auswertung der Aufnahmen im Bereich von Kalkgestein im Rahmen der vorliegenden Arbeit bestätigt werden. So kamen *Deschampsia flexuosa* und *Nardus stricta* als Säure- bis Starksäurezeiger in keiner einzigen Aufnahme von 384 Aufnahmen im Bereich von Muschelkalk vor.

Diese Erkenntnisse und die widersprüchlichen Beobachtungen in höheren Lagen des Untersuchungsraumes - das gleichzeitige Vorkommen von basi- und acidophilen Pflanzenarten auf Basaltstandorten - machten es erforderlich, diesem Problem nachzugehen.

9.1.3.1 Methode

Am 06. Juli 2005 wurden einige der Aufnahmen mit heterogenem Pflanzenbestand im Gelände aufgesucht und bodenkundlich wie floristisch untersucht⁴⁵.

Der Boden wurde mit einem Pürkhauer-Bohrstock gewonnen, zum Teil wurden auch etwa 30 x 30 x 15 cm³ große Boden-Quader entnommen. Als Bodenparameter wurde das für die Fragestellung als entscheidend angesehene Boden-pH in Wasser bestimmt. Zudem wurde der Bodentyp klassifiziert.

9.1.3.2 Ergebnisse und Diskussion

Gebiet 1: Mathesberg

Der Mathesberg ist eine ca. 830 m hohe, aus Basalt aufgebaute Erhebung etwa 3 km südöstlich der Wasserkuppe.

Pflanzensoziologische Bestandsaufnahme Nr. 370

Die Aufnahme stammt aus dem Jahr 1992. Die Geländehöhe liegt bei 820 m ü.NN. Sehr wahrscheinlich konnte der ehemalige Aufnahmepunkt nicht genau wiedergefunden werden.

Boden:

Es wurde eine Braunerde mit Ah-B-C - Horizont erbohrt. Auf den etwa 10 cm starken Ah-Horizont folgt bis in eine Tiefe von ca. 60 cm der B-Horizont. Ab etwa 60 cm steht unverwitterter Basalt als Ausgangsgestein an.

Die pH-Messung ergab in einer Tiefe von 0 - 10 cm einen Wert von 4,4, in 50 cm von 5,4⁴⁶.

Pflanzenbestand:

Die Arten lassen sich überwiegend den Nardetalia zuordnen. Kennzeichnend sind *Nardus stricta*, *Thesium pyrenaicum*, *Hypericum maculatum*, *Festuca ovina* s. str., *Deschampsia flexuosa* und *Luzula luzuloides* ssp. *rubella* (Reaktionszahl bei ELLENBERG et al. (1991⁴⁷): 2-3 = (Stark-) Säurezeiger). Einzige Mesobromion-Art ist *Hypochoeris maculata* (Reaktionszahl bei EBG.: 6 = Mäßigsäure-, Schwachsäure- bis Schwachbasenzeiger).

Interpretation der Ergebnisse:

Allgemein: Beim Basalt handelt es sich um ein primär basisch verwitterndes Gestein. Im Rhöngebirge nimmt es die höchsten Lagen ein. Diese Standorte werden seit Jahrhunderten als Hutungen genutzt. Der Boden ist den hohen Niederschlägen nahezu direkt ausgesetzt, da die Evaporationsraten aufgrund der fehlenden Bewaldung sehr gering sind. Die Folge ist eine vertikal gerichtete Versauerung der Böden durch Basenauswaschung⁴⁸.

Pflanzensoziologische Bestandsaufnahme Nr. 370: Es liegt ein deutlicher Anstieg des pH-Wertes mit zunehmender Bodentiefe vor. Die oberflächlich starke Versauerung ist auf Auswaschungsprozesse durch die hohen Niederschläge zurückzuführen.

⁴⁵ Die bodenkundlichen Untersuchungen führte Herr Prof. Dr. Mayer, Universität Kassel durch, die floristische Ansprache erfolgte gemeinsam mit meinem Betreuer Herrn Prof. Dr. Vollrath.

⁴⁶ Da das pH ein logarithmischer Wert ist, bedeutet eine Erhöhung von z.B. 3 auf 6 keine Verdopplung, sondern eine Vervielfachung des Säuregehaltes.

⁴⁷ Für ELLENBERG et al. (1991) (Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa) wird in der Folge die Abkürzung EBG. verwendet.

⁴⁸ Auf die bodenchemischen Prozesse kann hier nicht näher eingegangen werden.

Der damals erhobene Pflanzenbestand konnte nur zum Teil bestätigt werden. Die ehemals vorliegende Heterogenität wurde aktuell nicht mehr belegt. Der aktuelle Bestand korreliert bezüglich seiner durchschnittlichen Reaktionszahl (gem. EBG.) mit den gemessenen (niedrigen) pH-Werten. Ein großer Anteil der Arten ist den Nardetalia zuzuordnen, die ihren Schwerpunkt im Bereich saurer Ausgangsgesteine oder primär basenreicher, aufgrund von Niederschlägen entbasierter Böden haben.

Pflanzensoziologische Bestandsaufnahme Nr. 377

Die Aufnahme stammt aus dem Jahr 1992. Die Geländehöhe liegt bei 830 m ü.NN. Aufgrund der Kuppenlage und der genauen Höhenangabe durch den damaligen Bearbeiter (BARTH 1994) wurde die alte Aufnahmefläche zweifelsfrei wiedergefunden.

Boden:

Es wurde ein Ranker mit Ah-C - Horizont erbohrt. Auf den etwa 15 cm starken Ah-Horizont folgt direkt der unverwitterte Basalt als Ausgangsgestein.

Die pH-Messung ergab im Ah-Horizont bei zwei unterschiedlichen Proben Werte von 4,8 und 5.

Pflanzenbestand:

Die Arten lassen sich wiederum überwiegend den Nardetalia zuordnen. Kennzeichnend sind *Nardus stricta*, *Deschampsia flexuosa*, *Viola canina*, *Hypericum maculatum* und *Lathyrus linifolius* (Reaktionszahl bei EBG.: 2-3 = (Stark-)Säurezeiger). Neben ihnen wurden drei Arten nachgewiesen, die nach EBG. „niemals auf stark sauren Böden“ vorkommen und meist auf Kalk weisen (Reaktionszahl = 8). Es sind dies *Dianthus superbus*, *Galium boreale* und *Campanula persicifolia*.

Interpretation der Ergebnisse:

Aufgrund der Flachgründigkeit unterliegt der gesamte Ah-Horizont der niederschlagsbedingten Entbasung, so daß in den tieferen Bereichen keine pH-Erhöhung nachweisbar ist. Der im Vergleich zu Aufnahme 370 geringere Entbasungsgrad ist vermutlich auf die Basennachlieferung durch den oberflächennah anstehenden, angewitterten Basalt zurückzuführen. Der Standort befindet sich zudem in Kuppenlage. Dies bedeutet, daß kein weiteres Niederschlagswasser dem Standort zufließt und zusätzliche Auswaschungseffekte bewirken kann, wie dies z.B. für Hanglagen typisch ist.

Der 1992 erhobene Pflanzenbestand konnte im wesentlichen abermals nachgewiesen werden und somit auch die Heterogenität bezüglich des Verhaltens gegenüber der Bodenreaktion. Die Säurezeiger (5) überwiegen und weisen auch die höchsten Deckungswerte auf. Ihnen stehen jedoch 3 Arten - wenn auch mit geringeren Deckungswerten - gegenüber, die kaum auf versauerten Standorten vorkommen und für Kalkstandorte typisch sind. Da diese Auffälligkeiten bereits vor 13 Jahren nachweisbar waren, scheint es sich weniger um dynamische Prozesse, als vielmehr um dauerhafte Erscheinungen zu handeln.

Da die pH-Messungen zweifelsfrei den bodensauren Standort belegen und zwar ohne meßbare vertikale Unterschiede im Ah-Horizont, ist festzuhalten, daß Arten, die nach allgemeinen Erkenntnissen meist auf Kalk weisen („niemals auf stark sauren Böden“ [EBG.]), unter bestimmten Voraussetzungen saure und stark saure Standorte besiedeln können. Im vorliegenden Fall sind solche Mischbestände offenbar überaus stabil und befinden sich nicht aufgrund von dynamischen Prozessen in einer Übergangsphase, wie sie häufig bei Abtrokkungs- bzw. Vernässungsprozessen belegbar sind.

Gebiet 2: Kesselstein

Der Kesselstein ist eine ca. 800 m hohe Basaltkuppe etwa 3,5 km östlich von Gersfeld.

Pflanzensoziologische Bestandsaufnahme Nr. 26

Die Aufnahme stammt aus dem Jahr 1999 vom Verf. Die Geländehöhe liegt bei 770 m ü.NN. Die damalige Aufnahmefläche wurde anhand eines Fotos eindeutig identifiziert.

Boden:

Es wurde eine Braunerde mit Ah-Bv-C - Horizont erbohrt. Auf den etwa 10 cm starken Ah-Horizont folgt bis in 40 cm Tiefe ein Verwitterungshorizont. Darunter steht der unverwitterte Basalt an.

Die pH-Messungen ergaben im Ah-Horizont einen Wert von 5,1, im Bv-Horizont zwischen 30 und 40 cm unter GOF einen Wert von 5,5.

Pflanzenbestand:

Es konnten aktuell bis auf *Tragopogon pratensis* alle Arten nachgewiesen werden, die bereits 1999 auf der Aufnahmefläche vorkamen. Die Arten lassen sich überwiegend den Nardetalia bzw. Nardo-Callunetea zuordnen. Kennzeichnend sind *Nardus stricta*, *Deschampsia flexuosa*, *Festuca nigrescens*, *Potentilla erecta* und *Vaccinium myrtillus* (Reaktionszahl bei EBG.: 2-3 = (Stark-)Säurezeiger). Neben ihnen wurden mit *Koeleria pyramidata* (Brometalia-OK) und *Campanula persicifolia* zwei Arten nachgewiesen, die nach EBG. niemals auf stark sauren Böden vorkommen und meist auf Kalk weisen (Reaktionszahl 7 und 8).

Interpretation der Ergebnisse:

Auch an diesem Standort ist der Boden oberflächlich versauert. Der Pflanzenbestand wird von (Stark-)Säurezeigern bestimmt. Zwei Arten hingegen weisen auf Kalk, wobei *Koeleria pyramidata* als Kennart der Submediterranen Trespentrockenrasen auf Kalk (*Brometalia erecti*) gilt. Die Art kann bis zu 50 cm tief wurzeln (OBERDORFER 2001), so daß zunächst zu vermuten wäre, daß der etwas geringere Versauerungsgrad im Bv-Horizont das Vorkommen ermöglicht. Die Aufnahme 379 (s.u.) zeigt jedoch, daß *Koeleria pyramidata* auch bei pH 5,1 nachweisbar ist.

Es bleibt festzuhalten, daß auch dieser bodensaure und von Nardetalia-Arten dominierte Standort Arten aufweist, die für Kalk typisch sind. Dieser Befund lag bereits im Jahr 1999 vor. Der Bestand ist diesbezüglich stabil. Das vollständige Fehlen von *Tragopogon pratensis* ist auffällig, da die Art 1999 mit der Deckung 3 (25 - 50 % deckend) aufgenommen wurde. Hierfür kann keine Erklärung gegeben werden.

Gebiet 3 : Wasserkuppe

Untersucht wurden zwei Basaltstandorte im Bereich des Südost-Abfalls der Wasserkuppe im Höhenbereich etwa zwischen 850 und 880 m ü.NN. Hier sind von BARTH (1992) und PHILIPP (1994) pflanzensoziologische Bestandsaufnahme erhoben worden, die nicht genau lokalisiert werden konnten.

Nähe der pflanzensoziologischen Bestandsaufnahme Nr. 379

Boden:

Es wurde ein flachgründiger Ranker mit Ah-C - Horizont in Hanglage erbohrt. Der stark humose, bereits als Anmoor anzusprechende Ah-Horizont ist 12 bis 15 cm stark. Im C-Horizont steht eine Basaltschuttdecke aus unregelmäßig geformten Basaltsteinen an.

Das pH wurde mit verschiedenen Proben gemessen, wobei sich jeweils Werte von pH 5,1 ergaben.

Pflanzenbestand:

Es wurde ein überaus artenreicher, mit Blick auf die Bodenreaktion sehr heterogener Bewuchs festgestellt. Kalk- und Säurezeiger hielten sich qualitativ in etwa die Waage. Arten, die typisch für Kalkstandorte sind, waren *Phyteuma orbiculare* (Reaktionszahl nach EBG.: 8), *Scabiosa columbaria* (8), *Dianthus superbus* (8), *Cirsium acaule* (8), *Koeleria pyramidata* (7) und *Galium boreale* (8). Typische Arten saurer Standorte waren *Deschampsia flexuosa* (2), *Nardus stricta* (2), *Hypericum maculatum* (3), *Lathyrus linifolius* (3), *Viola canina* (3) und *Festuca ovina* (3).

Interpretation der Ergebnisse:

Die pH-Messungen weisen einen sauren Boden aus. Typisch hierfür sind die o.a. Arten wie *Deschampsia flexuosa* oder *Nardus stricta*. Daneben kommt eine hohe Anzahl an Arten vor, die meist auf Kalk weisen. Nach allgemeinen Erkenntnissen schließen sich die Gruppen aufgrund ihres abweichenden ökologischen Verhaltens zum Boden-pH weitgehend aus.

Da Arten beider Gruppen auf wenigen Quadratdezimetern nebeneinander vorkamen, wurde ein etwa 30 x 30 cm² großes Quadrat Vegetationsnarbe samt Boden ca. 15 cm tief bis zum Festgestein abgeplaggt und aus verschiedenen Bereichen Bodenproben entnommen und sodann pH-Messungen durchgeführt. Es wurden jeweils Werte von pH 5,1 gemessen. Folglich liegt ein einheitlich niedriges pH im entnommenen Boden-Quader vor; die für Kalk typischen Arten tolerieren diesen niedrigen pH-Wert.

Resümee

Auf Grundlage dieser Befunde bleibt festzuhalten, daß Arten, die nach allgemeinen Erkenntnissen meist auf Kalk weisen, unter bestimmten Voraussetzungen saure Standorte besiedeln können und mit den hier typischen Säurezeigern über Jahre oder sogar Jahrzehnte stabile Bestände bilden können.

9.1.3.3 Zusammenfassung

Magere, extensiv genutzte Grünländer in Mitteleuropa werden aufgrund ihrer stark voneinander abweichenden Pflanzenbestände syntaxonomisch auf Klassenebene getrennt:

- basiphytische Magerrasen auf Kalkgestein: Festuco-Brometea Br.-Bl. et Tx. 1934 (Schwingel-Steppen- und Trespenrasen) und
- acidophytische Magerrasen auf basenarmen Ausgangsgestein: Nardo-Callunetea Prsg. 1949 (Borstgrasrasen).

Der ausschlaggebende Standortfaktor für die floristischen Unterschiede ist der Boden-pH-Wert.

In fast allen Bestandsaufnahmen aus der Hohen Rhön oberhalb von 700 m im Bereich von Basalt kommen jedoch neben acidophilen Arten auch solche basiphytischer Magerrasen vor.

Diesem Phänomen wurde im Juli 2005 durch Bohrungen und anschließenden pH-Messungen (in Boden-Wasser-Lösung) im Bereich der fraglichen Aufnahmen nachgegangen.

Die Böden des primär basisch verwitternden Basalts sind durchweg als sauer, in einem Fall auch als stark sauer anzusprechen. Die Versauerungen sind auf Auswaschungsprozesse zurückzuführen. Die untersuchten tiefgründigeren Standorte mit Horizontabfolgen von Ah-B-C - die Böden sind als Braunerden einzustufen - zeigten eine vertikal gerichtete Versauerung.

rung. Flachgründige Standorte mit Ah-C-Profil (Ranker) wiesen keine vertikal gerichtete Versauerung auf.

Die Pflanzenbestände im Bereich der Bohrungen setzten sich sowohl aus Arten basiphytischer als auch aus Arten acidophytischer Magerrasen zusammen. Die Arten sind jeweils mit entsprechenden Reaktionszahlen nach ELLENBERG et al. (1991) als charakteristisch entweder für Kalkstandorte oder für Säurestandorte ausgewiesen. Es liegen z.T. Vergleichsdaten vor, die bis in das Jahr 1992 reichen. Demnach haben sich die Bestände hinsichtlich der Koexistenz kalk- und säuretypischer Arten nicht verändert, so daß von stabilen Vegetationsverhältnissen auszugehen ist.

Dieser Widerspruch basiert, wie die bodenchemischen Untersuchungen gezeigt haben, nicht auf kleinräumige relevante pH-Unterschiede. Die Standorte sind durchweg sauer, z.T. stark sauer.

Als Fazit ist festzuhalten, daß Grünlandarten, die den basiphytischen Magerrasen auf Kalkgestein (Festuco-Brometea) zuzuordnen sind, unter bestimmten Voraussetzungen in acidophytischen Magerrasen auf basenarmen Ausgangsgestein (Nardo-Callunetea) vorkommen. Ihr Anteil kann soweit zunehmen, daß eine syntaxonomische Zuordnung der Bestände nicht mehr möglich ist.

Über Ursachen dieses Phänomens ist nach den hier vorliegenden Unterlagen bisher nicht berichtet worden. Zur Klärung sind weitere Untersuchungen erforderlich.

9.2 Im Gebiet weit verbreitete Arten und Arten mit hoher Frequenz

Die im Rahmen der 1079 pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen (im folgenden kurz als Aufnahmen bezeichnet) erhobenen 33.005 Einzelpflanzenvorkommen verteilen sich auf 447 Sippen. Als Sippen mit hohen Frequenzen wurden solche betrachtet, die in mehr als 1/3 aller Aufnahmen vorkommen. Dieser Schwellenwert ist frei gewählt und rein pragmatisch begründet. Unterhalb dieses Wertes treten diejenigen Arten stärker in Erscheinung, die als besondere Geoelemente oder zur Feststellung eines möglichen Elevationseffektes im Kap. 9.3 bzw. 9.4 abgehandelt werden.

Häufigste Sippe mit einer Frequenz von 657 (entspricht einer Stetigkeit von 61 %) ist *Achillea millefolium*. Es folgen *Festuca ovina* agg. (58 %), *Plantago lanceolata* (49 %), *Taraxacum* Sect. Ruderalia et Hamata (47 %) sowie *Trifolium pratense* und *Pimpinella saxifraga* (jeweils 46 %). Etwa die Hälfte der Sippen ist in 1 % oder weniger der Aufnahmen vertreten.

Der überwiegende Anteil der in Tab. 13 aufgeführten Sippen hat seinen Verbreitungsschwerpunkt im nordisch-eurasischen(subozeanischen) Florengebiet. Es handelt sich demnach um Arten, deren Massenverbreitung im borealen Nadelwald-(Birkenwald-)Gebiet liegt und welche bis in den europäischen Westen, z.T. bis in die Küstenregionen reichen.

Die meisten dieser Sippen kommen im Bereich der gesamten Höhenamplitude zwischen ca. 250 m ü.NN und 940 m ü.NN vor und sind im Untersuchungsraum weit verbreitet. Auf sie wird im folgenden nicht näher eingegangen. Bei einigen dieser häufigsten Sippen zeigen sich jedoch Auffälligkeiten bezüglich ihrer Verbreitung und ihres Verhaltens gegenüber den Standortfaktoren. Sie sind bei den Artbesprechungen aufsteigend nach der Oberdorfer-Nr. (OBERDORFER 2001) aufgeführt.

Tab. 13: Frequenzen der 23 häufigsten Sippen im Untersuchungsraum

Sippe	Anzahl der Vorkommen	Frequenz (%)	Geoelement (Obd. ⁴⁹)
<i>Achillea millefolium</i>	657	61	nordisch-eurasischsubozeanisch
<i>Festuca ovina</i> agg.	623	58	nordisch-eurasisch
<i>Plantago lanceolata</i>	533	49	eurasischsubozeanisch
<i>Taraxacum</i> Sect. Ruderalia et Hamata	502	47	nordisch-eurasisch(subozeanisch)
<i>Trifolium pratense</i>	499	46	eurasischsubozeanisch(-submediterrän)
<i>Pimpinella saxifraga</i>	495	46	(nordisch-)eurasischsubozeanisch-submediterrän
<i>Knautia arvensis</i>	478	44	(nordisch-)eurasischsubozeanisch
<i>Campanula rotundifolia</i>	476	44	(nordisch-)eurasischsubozeanisch
<i>Thymus pulegioides</i> agg.	465	43	eurasischsubozeanisch
<i>Cirsium acaule</i>	440	41	subatlantisch-submediterrän
<i>Ranunculus acris</i>	437	41	nordisch-eurasischsubozeanisch
<i>Festuca rubra</i> agg.	431	40	nordisch-eurasisch
<i>Hieracium pilosella</i>	431	40	nordisch-eurasischsubozeanisch
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	427	40	nordisch-eurasischkontinental
<i>Agrostis capillaris</i> ssp. <i>capillaris</i>	408	38	nordisch-eurasischsubozeanisch
<i>Koeleria pyramidata</i>	405	38	submediterrän-subatlantisch
<i>Rumex acetosa</i>	404	37	nordisch-eurasisch, circumpolar
<i>Sanguisorba minor</i>	393	36	submediterrän
<i>Trifolium repens</i>	377	35	eurassubozean-submediterrän
<i>Leontodon hispidus</i> agg.	374	35	Angaben nur bei Unterarten
<i>Leucanthemum vulgare</i> agg.	371	34	Angaben nur bei Unterarten
<i>Cerastium holosteoides</i>	367	34	nordisch-eurasisch(subozeanisch)
<i>Bistorta officinalis</i>	364	34	nordisch-eurasisch(circumpolar)

Im Materialband finden sich verschiedene Themenfolien zu natürlichen Faktoren (Geologie, Klima, Naturräume), zu Ländergrenzen, Abgrenzung des Biosphärenreservates, Städten und zu den Aufnahmepunkten. Mit diesen ausdrückbaren Folien können die nachfolgenden Abbildungen mit den Nachweisen aus den verarbeiteten Aufnahmen überlagert werden.

9.2.1 Im Untersuchungsraum häufige Arten mit Verbreitungsauffälligkeiten

***Festuca rubra* agg.**

Taxonomie:

Festuca rubra agg. gliedert sich in mehrere Sippen, u.a. *Festuca rubra* L. und *Festuca nigrescens* Lam. *F. nigrescens* dürfte vermutlich kaum monophyletischen⁵⁰ Ursprungs sein

⁴⁹ Für OBERDORFER (2001) (Pflanzensoziologische Exkursionsflora) wird im weiteren die Abkürzung Obd. verwendet.

⁵⁰ Eine monophyletische Art enthält das Genmaterial bzw. die Merkmalsausstattung aller Nachfahren einer Stammart und der Stammart selbst, jedoch kein Genmaterial bzw. keine Merkmalsausstattung von Arten, die nicht Nachfahre dieser Stammart sind. Eine Art nicht monophyletischen Ursprungs hat sich demnach aus verschiedenen (zumindest 2) Stammarten entwickelt.

(ASCHERSON & GRAEBNER 1900, zit. nach CONERT in HEGI, 3. Aufl., I 3:587⁵¹). Beide Sippen kommen auf basenarmen Grünlandstandorten des Untersuchungsraumes vor, wobei *F. nigrescens* offenbar besonders die höheren Lagen besiedelt. Innerhalb der verwendeten Aufnahmen wurde überwiegend das Aggregat erfaßt⁵².

Allgemeine Verbreitung:

Die Subspecies *F. rubra* kommt mit Ausnahme einiger Mittelmeerinseln in fast ganz Europa, in weiten Teilen des temperaten Asiens bis nach Japan vor. Auf verschiedenen Kontinenten sind synanthrope Vorkommen verbreitet (CONERT in HG.).

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

Für das Rhöngebirge bezeichnet GOLDSCHMIDT (1903:332) das Gras als „gemein“.

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Im Untersuchungsraum ist das Aggregat auf allen TK 25-Quadranten der Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen) mit indigenen Vorkommen dargestellt.

Horizontalverbreitung:

Die Nachweise von *Festuca rubra* agg. beschränken sich auf den zentralen bis nordwestlichen Untersuchungsraum, das sind die Hohe Rhön, die Westliche Kuppenrhön und das Vorland der Westlichen Kuppenrhön. Drei Nachweise stammen zudem aus der Fuldaer Senke.

Östlich und südöstlich der Hohen Rhön taucht die Art erstaunlicherweise in keiner der 268 Aufnahmen auf. Auch in Aufnahmen, die aus der thüringischen Rhön stammen, wurde die Sippe nicht nachgewiesen (in keiner von 140 Aufnahmen). Ab einer Geländehöhe von ca. 380 m ü.NN taucht *F. rubra* agg. auch im Bereich von Muschelkalk auf (in 36 Aufnahmen). Hier kommt die Art zu etwa $\frac{3}{4}$ auf absonnigen Standorten vor.

Höhenverbreitung:

Festuca rubra agg. wurde in einer Höhenamplitude zwischen 323 und 945 m ü.NN nachgewiesen. Die Stetigkeit nimmt mit zunehmender Geländehöhe zu. Liegt sie zwischen 250 und 600 m ü.NN bei durchschnittlich 19 %, ist die Sippe zwischen 600 und 950 m ü.NN in mehr als der Hälfte der Aufnahmen vertreten (Stetigkeit = 59 %). Zwischen 750 und 950 m ü.NN liegt die Stetigkeit sogar bei fast 70 %.

⁵¹ Für HEGI, H. (Begr.) 2. und 3. Auflage, Bd. I-VII, 1912/1998, wird im weiteren die Abkürzung HG. verwendet.

⁵² Nur der Verf. hat unterschieden zwischen *Festuca rubra* L. und *Festuca nigrescens* Lam. 1788.

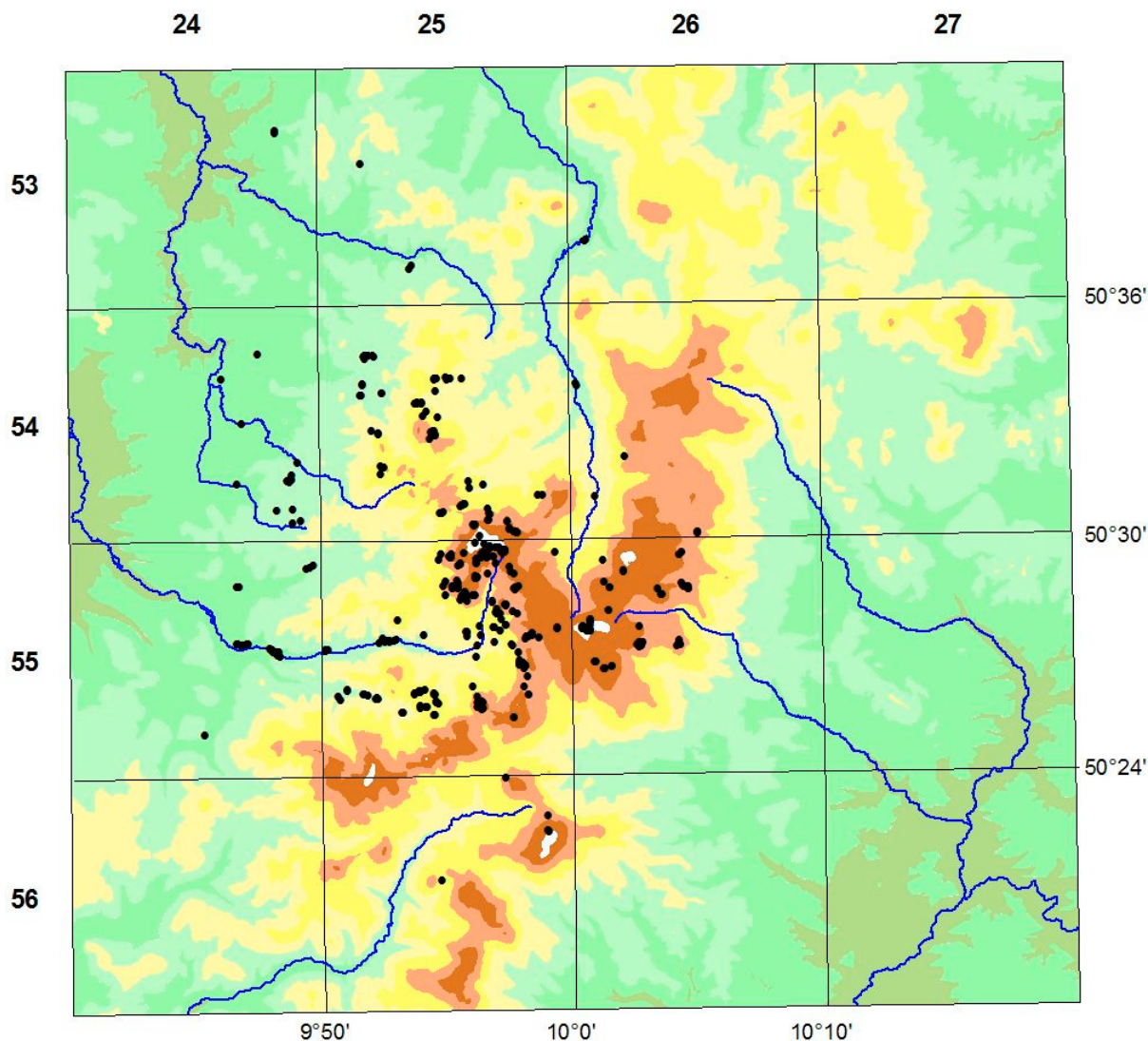


Abb. 16: Aufnahmen mit *Festuca rubra* agg. (M. ca. 1:300.000)

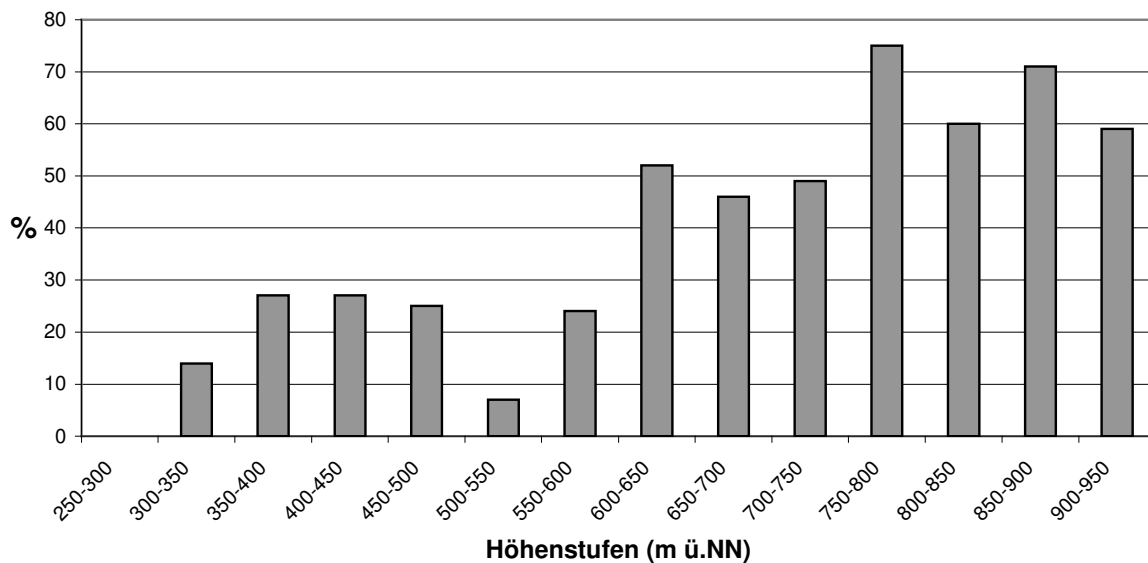


Abb. 17: Stetigkeit von *Festuca rubra* agg. und Höhenstufen

Vor allem die Nachweise aus dem östlichen Untersuchungsraum sind eng mit hohen Lagen und somit hohen Jahresniederschlagssummen und geringen Jahresdurchschnittstemperaturen korreliert.

Jahresniederschlagssummen:

Festuca rubra agg. wurde erst ab Jahresniederschlagssummen von mehr als 650 mm in den Aufnahmen nachgewiesen. Zwischen 650 und 800 mm liegt die Stetigkeit bei durchschnittlich ca. 8 %. Ab Niederschlagssummen von 800 mm steigt die Stetigkeit sprunghaft auf 40 % an und nimmt weiter kontinuierlich zu, um einen Maximalwert von 65 % im Bereich der höchsten Jahresniederschlagssummen (1000-1150 mm) zu erreichen.

Die östlichsten Nachweise liegen an der 900-950 mm Jahresniederschlagslinie und bei Jahresdurchschnittstemperaturen zwischen 5 und 6° C. Die Geländehöhen bewegen sich hier zwischen 700 und 800 m ü.NN. Im Westen hingegen wurde die Art bis in den Bereich von Jahresniederschlagssummen zwischen 650-700 mm, Jahresdurchschnittstemperaturen zwischen 7 und 8° C und Geländehöhen von 300 bis 400 m ü.NN erfaßt.

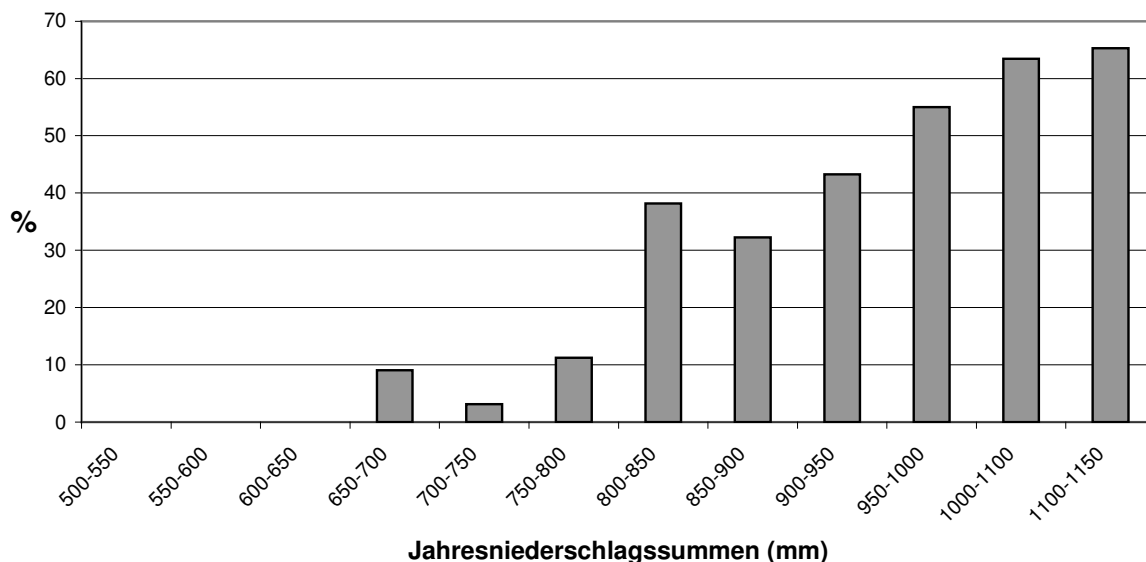


Abb. 18: Stetigkeit von *Festuca rubra* agg. und Jahresniederschlagssummen

Jahresdurchschnittstemperatur:

Die Stetigkeiten steigen auffallend mit sinkenden Jahresdurchschnittstemperaturen. *Festuca rubra* agg. kommt in den Naturräumen mit den niedrigsten Jahresdurchschnittstemperaturen von 4-5 °C (Lange Rhön, Wasserkuppenrhön und Dammersfeldrücken) in 2/3 aller Aufnahmen vor. In wärmeren Gebieten ist die Sippe wesentlich seltener in den Aufnahmen vertreten, und in den Wärmegebieten, etwa im Bereich des Neustädter Beckens, fehlt sie gänzlich.

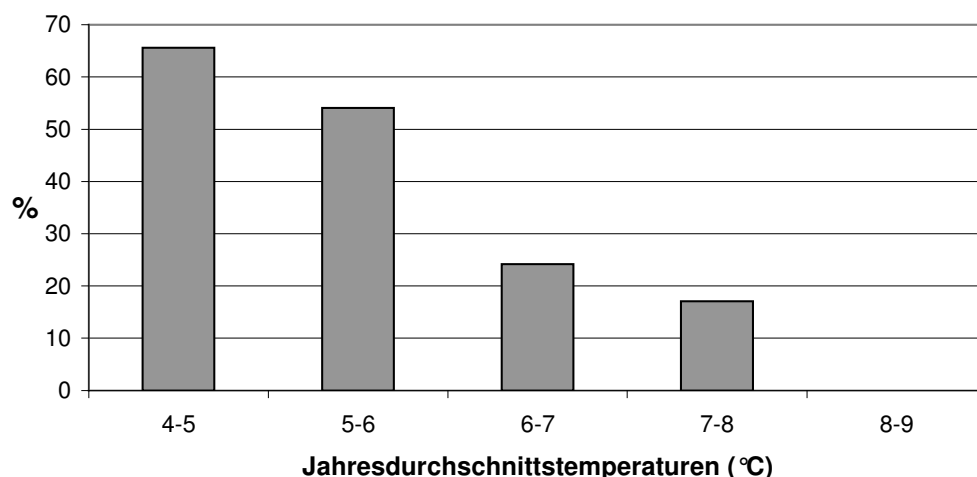


Abb. 19: Stetigkeit von *Festuca rubra* agg. und Jahresdurchschnittstemperaturen

Ausgangsgesteine:

Die Vorkommen des *Festuca rubra*-Aggregats sind signifikant negativ korreliert mit der Verbreitung von Muschelkalk einschließlich kalkiger Rutschmassen. Nur in 17 der hier erhobenen 396 Aufnahmen kommt *F. rubra* agg. vor. Die höchsten Stetigkeiten erzielt die Sippe im Bereich der nährstoffarmen, sauren Buntsandstein- und Basaltstandorte (ca. 70 %). Ein weiterer Schwerpunkt der Vorkommen sind die Auelehmlagerungen an Fulda, Wanne, Haune, Ulster und Lütter (Stetigkeit = 57 %).

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes:

Das Fehlen östlich und südöstlich der Hohen Rhön hängt offenbar mit dem Zusammenwirken geringer Niederschläge, hoher Temperaturen und der hier weit verbreiteten Muschelkalkunterlage zusammen. Mehr als 90 % aller Aufnahmen weisen diese Standortsausprägung auf. Neben dem hohen Kalkgehalt wirkt sich die Durchlässigkeit des Gesteins und somit die Trockenheit des Standortes negativ auf das Vorkommen der Sippe aus. Nach EBG. gilt die Subspecies *rubra* (= *Festuca rubra* L. [WISSKIRCHEN & HAEUPLER 1998]) als Frische- bis Feuchtezeiger (Feuchtezahl = 6) und Mäßigsäurezeiger bis Schwachsäure-Schwachbasenzeiger (Reaktionszahl = 6). Die entsprechende Standortkombination liegt bei Muschelkalkunterlagen nicht vor. Bei den tieferen Vorkommen in den westlichen und nordwestlichen Vorländern der Hohen Rhön (unterhalb von 500 m ü.NN) stammen mehr als die Hälfte der Nachweise von Auenlehmstandorten. Dies deutet darauf hin, daß weniger der Nährstoffgehalt als solcher als vielmehr ein hoher Basengehalt sich negativ auf das Vorkommen des Aggregats auswirkt. Die übrigen Nachweise verteilen sich mehr oder weniger gleichmäßig auf verschiedene Ausgangsgesteine. Nur 17 Vorkommen wurden im Bereich von Muschelkalk kartiert. Bezeichnend ist, daß die Geländehöhen dieser Aufnahmen mit durchschnittlich 450 m ü.NN und Jahresniederschlagssummen von durchschnittlich 800 mm vergleichsweise hoch sind.

Tab. 14: Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von *Festuca rubra* agg.

Ausgangsgestein	Anzahl der Aufnahmen	Nachweise von <i>Festuca rubra</i> agg.	Stetigkeit von <i>Festuca rubra</i> agg. (%)
Quartär			
Fluviatile Sedimente, Terrassenablagerungen, Schotter	3	2	(Stichprobe zu klein)
Äolische Sedimente (Lehm und Löß)	43	19	44
Schuttbildungen, Rutschmassen, basaltisch	11	8	73
Schuttbildungen, Rutschmassen, kalkig	18	-	0
Schuttbildungen, Rutschmassen, sandig	1	-	(Stichprobe zu klein)
Ablagerungen in Talsohlen, überwiegend Auenlehm	82	47	57
Schuttkegel	13	3	23
Holozäner Schotter und Sand	1	-	(Stichprobe zu klein)
Quellmoor	1	1	(Stichprobe zu klein)
Tertiär			
Miozän, überwiegend Sande und Tone	44	19	43
Phonolith	12	7	58
Basalt	266	176	66
Trachyt	9	3	(Stichprobe zu klein)
Basaltische und phonolithische Schlotbrekzien	2	-	0
Vulkaniklastite	9	8	(Stichprobe zu klein)
Trias			
Unterer Buntsandstein	3	3	(Stichprobe zu klein)
Mittlerer Buntsandstein	86	59	69
Oberer Buntsandstein	69	46	67
Übergänge Muschelkalk-Buntsandstein	3	2	(Stichprobe zu klein)
Muschelkalk	4	2	(Stichprobe zu klein)
Unterer Muschelkalk	338	15	4
Mittlerer Muschelkalk	36	-	0
Keuper	14	4	29
Geologie nicht geklärt			
	11	5	-
Gesamt	1.079	408	

F. rubra agg. ist in Mitteleuropa weit verbreitet, und die Sippe fehlt keinem der dem Untersuchungsraum zugrunde liegenden TK 25-Quadranten. Offenbar werden jedoch Grünlandstandorte über Kalkgestein in trockenwarmen Lagen weitgehend gemieden.

***Agrostis capillaris* L.**

Taxonomie:

Von den in der Standardliste (WISSKIRCHEN & HAUEPLER 1998) aufgeführten ssp. *repens*, *capillaris* und *oreophila* sind im Grünland des Untersuchungsraumes die beiden letztgenannten Unterarten zu erwarten. Diese sind nicht getrennt erfaßt worden und auch in den zugrunde liegenden Verbreitungsatlantiken nicht getrennt aufgeführt. Nach ROTHMALER (2002) ist eine Unterscheidung taxonomischer Sippen aufgrund fließender Übergänge der Populationen ohnehin nicht möglich.

Allgemeine Verbreitung:

Die Art kommt in fast ganz Mitteleuropa vor, ebenso in Osteuropa, Kaukasus und Westsibirien. Zudem ist sie weltweit verschleppt (CONERT in HG.).

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

GOLDSCHMIDT (1903:321) bezeichnet das Gras als „überall verbreitet“ im Rhöngebirge.

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Im Untersuchungsraum ist die Art auf allen TK 25-Quadranten der Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen) mit indigenen Vorkommen dargestellt.

Horizontalverbreitung:

Agrostis capillaris kommt in Aufnahmen der Hohen Rhön und der nordwestlichen und nördlichen Vorländer vor. Die Stetigkeit liegt im Bereich der Hohen Rhön bei 75 %. Östlich und südöstlich der Hohen Rhön tritt die Art nur in zwei von 241 Aufnahmen auf. Dies entspricht einer Stetigkeit von weniger als 1 %.

Höhenverbreitung:

Das Vorkommen von *A. capillaris* ist deutlich mit höheren Lagen und somit geringen Jahresdurchschnittstemperaturen und hohen Jahresniederschlagssummen korreliert, obwohl sich die Art nach EBG. indifferent gegenüber Feuchte und Temperatur verhält. Unterhalb von 400 m ü.NN existieren nur 24 Nachweise in 218 Aufnahmen (Verhältnis = 1:10). Oberhalb von 600 m ü.NN hingegen sind 334 Vorkommen innerhalb der 543 Aufnahmen belegt (Verhältnis ca. 2:3). Die tiefsten Fundpunkte liegen bei 323 m ü.NN.

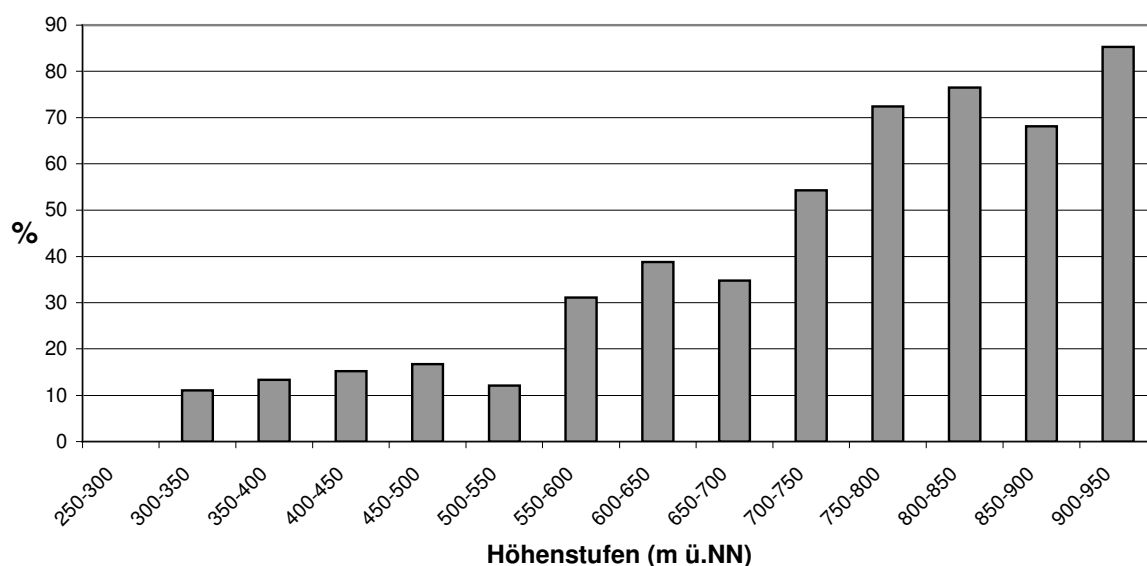


Abb. 20: Stetigkeit von *Agrostis capillaris* und Höhenstufen

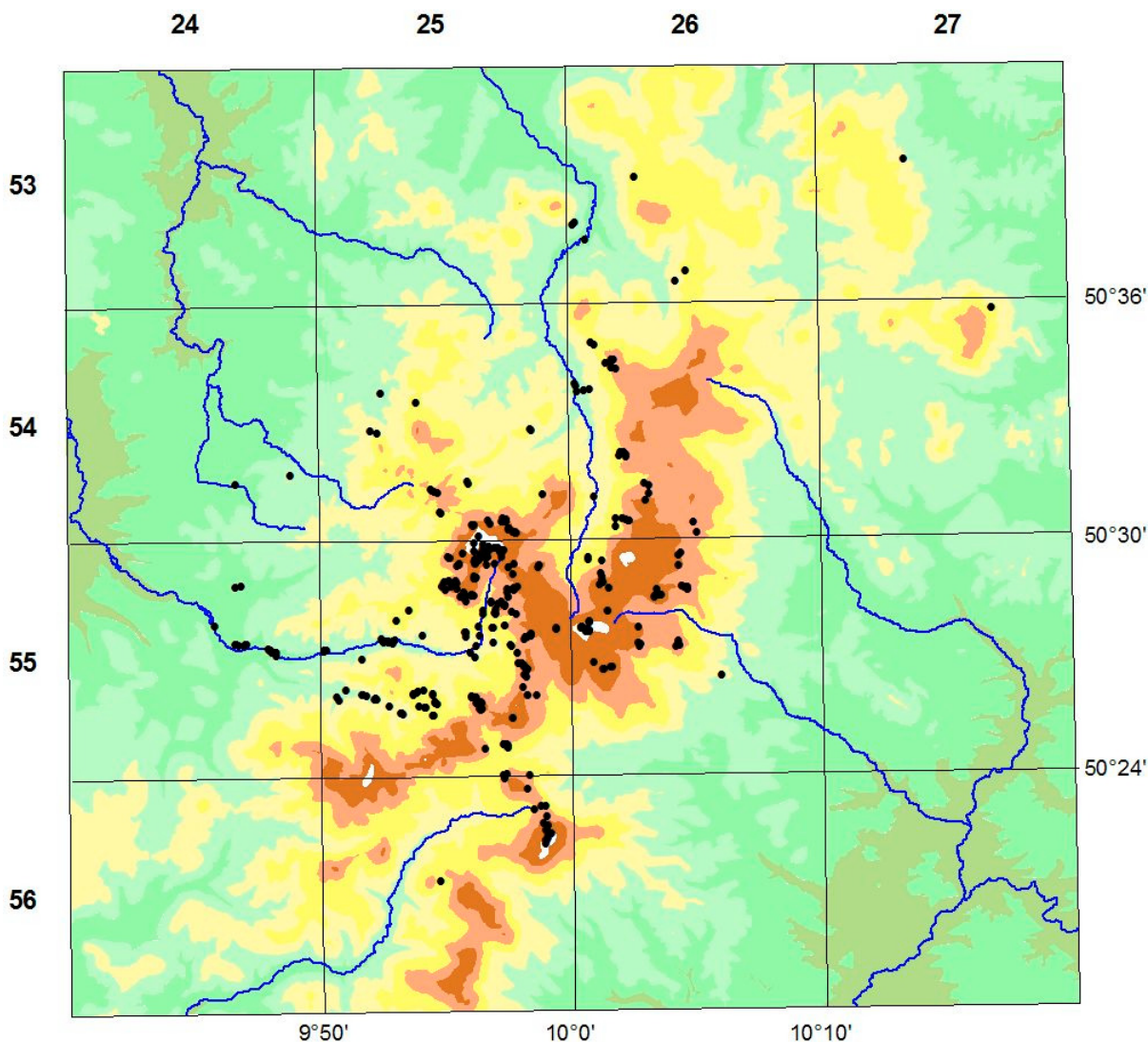


Abb. 21: Aufnahmen mit *Agrostis capillaris* (M. ca. 1:300.000)

Jahresniederschlagssummen:

Sehr auffällig ist die Zunahme der Stetigkeit von *Agrostis capillaris* mit zunehmenden Jahresniederschlagssummen: Unterhalb von 750 mm existiert nur ein Nachweis in 209 Aufnahmen. Ab einer Jahresniederschlagssumme von ca. 750 mm nimmt die Stetigkeit ziemlich gleichmäßig zu und erreicht die höchsten Werte zwischen 1000 und 1150 mm (Stetigkeit hier ca. 70 %). Mehr als 80 % der Nachweise der Art stammen aus Bereichen mit Jahresniederschlagssummen von mehr als 950 mm.

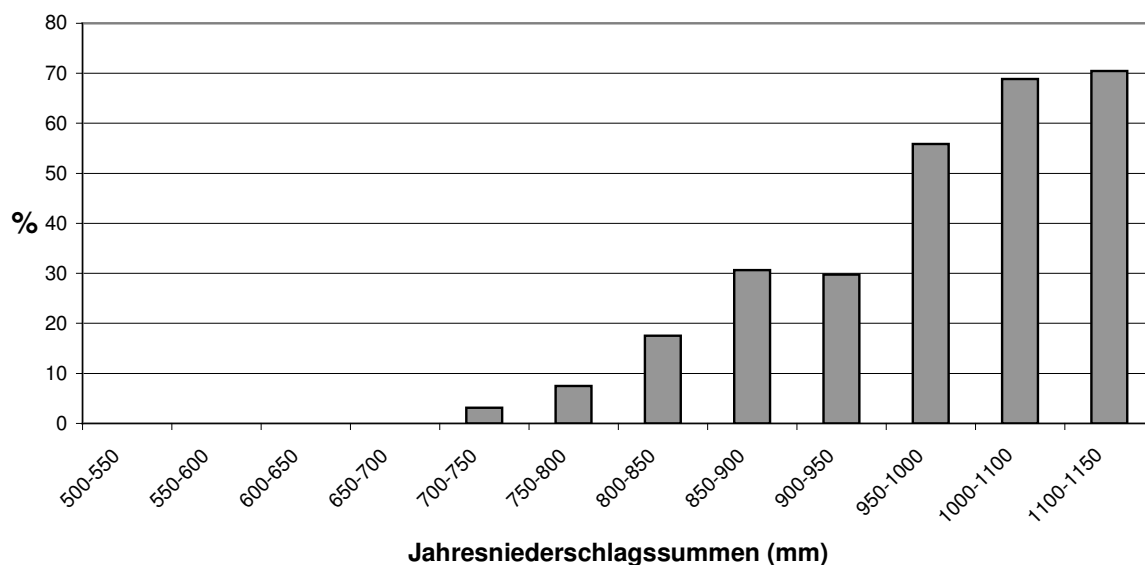


Abb. 22: Stetigkeit von *Agrostis capillaris* und Jahresniederschlagssummen

Ausgangsgesteine:

Agrostis capillaris erreicht die höchsten Stetigkeiten im Bereich der basenarmen, sauren, z.T. aufgedüngten Buntsandsteinböden und der ausgewaschenen und dadurch entbasten Braunerden aus Ergußgesteinen. Auch auf den in der geologischen Karte als Miozän dargestellten Flächen kommt die Art überproportional vor. Den miozänen Sanden und Tonen lagert vermutlich eine dünne Schicht aus Basalt bzw. Basaltschutt auf, welche in den geologischen Kartenwerken nicht zur Darstellung gelangte (nähere Erläuterungen s. Kap. 3.5). Nach den Artenzusammensetzungen innerhalb eines großen Teils der betreffenden pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen zu urteilen handelt es sich überwiegend um nährstoffarme und saure Standorte.

In Aufnahmen aus dem Bereich von Muschelkalk ist *Agrostis capillaris* kaum vertreten (Gesamtstetigkeit etwa 5 %) und tritt erst ab einer Geländehöhe von 500 m ü.NN auf (21 Aufnahmen). 15 davon sind absonnig, vier süd-, südost- oder west-südwest-exponiert. Auch MEINUNGER (1992) weist darauf hin, daß die Sippe auf Kalk fehlt.

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes:

Die auffällige Höhen- und Horizontalverbreitung hat verschiedene Ursachen. Dreiviertel der Aufnahmen ohne *Agrostis capillaris* sind im Bereich von basen- und/oder stickstoffreichen Standorten erhoben worden. Eben solche Standorte werden von der Art tendenziell gemieden. Da sich diese Standorte überwiegend in tieferen Lagen befinden, sind sie wärmer und niederschlagsärmer. Die auffällige Korrelation zwischen Jahresniederschlagssummen und der Stetigkeit der Art ist auch auf Auswaschungsprozesse (Entbasungen) von Böden höherer Lagen zurückzuführen. Möglicherweise liegt zudem eine Höhenvikarianz innerhalb der Art vor. Die ssp. *capillaris* besiedelt eher tiefere Lagen, während die ssp. *oreophila* in höheren Lagen der Mittel- und Hochgebirge vorkommt. Die Verbreitung dieser Sippe ist jedoch ungenügend bekannt (OBD.); *A. capillaris* ist zudem nicht getrennt erfaßt worden.

Tab. 15: Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von *Agrostis capillaris*

Ausgangsgestein	Anzahl der Aufnahmen	Nachweise von <i>Agrostis capillaris</i>	Stetigkeit von <i>Agrostis capillaris</i> (%)
Quartär			
Fluviatile Sedimente, Terrassenablagerungen, Schotter	3	2	(Stichprobe zu klein)
Äolische Sedimente (Lehm und Löß)	43	7	16
Schuttbildungen, Rutschmassen, basaltisch	11	5	45
Schuttbildungen, Rutschmassen, kalkig	18	-	0
Schuttbildungen, Rutschmassen, sandig	1	-	(Stichprobe zu klein)
Ablagerungen in Talsohlen, überwiegend Auenlehm	82	36	44
Schuttkegel	13	3	23
Holozäner Schotter und Sand	1	-	(Stichprobe zu klein)
Quellmoor	1	-	(Stichprobe zu klein)
Tertiär			
Miozän, überwiegend Sande und Tone	44	31	70
Phonolith	12	6	50
Basalt	266	189	71
Trachyt	9	1	(Stichprobe zu klein)
Basaltische und phonolithische Schlotbrekzien	2	1	(Stichprobe zu klein)
Vulkaniklastite	9	9	(Stichprobe zu klein)
Trias			
Unterer Buntsandstein	3	1	(Stichprobe zu klein)
Mittlerer Buntsandstein	86	52	60
Oberer Buntsandstein	69	38	55
Übergänge Muschelkalk-Buntsandstein	3	1	(Stichprobe zu klein)
Muschelkalk	4	-	(Stichprobe zu klein)
Unterer Muschelkalk	338	21	6
Mittlerer Muschelkalk	36	-	0
Keuper	14	-	0
Geologie nicht geklärt	11	5	-
Gesamt	1.079	408	

A. capillaris ist eine ozeanisch bis subozeanisch verbreitete Art, im Kontinentalitätsgefälle innerhalb Mitteleuropas folglich mit Schwergewicht im Westen. Nach den zugrunde liegenden Verbreitungsatlantanten kommt die Art - wie erwartet - im Untersuchungsraum flächenhaft vor. Die südöstlichen und östlichen Rhönvorländer, die Naturräume Südrhön, Grabfeld, Östliche Kuppenrhön und Östliches Rhönvorland, sind bereits kontinental getönt. Kontinentale Einflüsse machen sich in offenen Vegetationsformationen wesentlich stärker bemerkbar als in gehölzbestandenen (größere Ausstrahlung, größere Einstrahlung, größere Temperaturgegensätze). Dies kommt als weiterer Faktor für das Fehlen der Art östlich und südöstlich der Hohen Rhön in Betracht.

Anthoxanthum odoratum L.

Allgemeine Verbreitung:

Die Art ist fast in ganz Mitteleuropa, Mittelasien und im Kaukasusgebiet verbreitet, zudem in Nordwestafrika und Nordasien. Synanthrope Vorkommen sind aus Amerika, Ostasien, Australien und Neuseeland bekannt (CONERT in HG.).

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

Nach GOLDSCHMIDT (1903:318) fehlt die Art „an keiner geeigneten Stätte von den Thalgründen bis zu den Hutten der Hohen Rhön“.

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Im Untersuchungsraum ist die Art auf allen TK 25-Quadranten der Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen) mit indigenen Vorkommen dargestellt.

Horizontalverbreitung:

Anthoxanthum odoratum kommt in Aufnahmen der zentralen und nördlichen Hohen Rhön und der nordwestlichen und nördlichen Vorländer vor. In Aufnahmen aus den südöstlichen und südlichen Vorländern existieren nur zwei Vorkommen. Die Nachweise sind somit auffallend auf den zentralen und nordwestlichen Bereich des Untersuchungsraumes konzentriert.

Höhenverbreitung:

In höheren Lage ist *Anthoxanthum odoratum* deutlich steter als in tieferen Lagen. Etwa ab 600 m ü.NN ist die Art in durchschnittlich mehr als jeder zweiten Aufnahme vertreten. Unter 550 m ü.NN hingegen kommt *A. odoratum* durchschnittlich nur in etwa 18 % der Aufnahmen vor. Die tiefsten Fundpunkte liegen bei 323 m ü.NN.

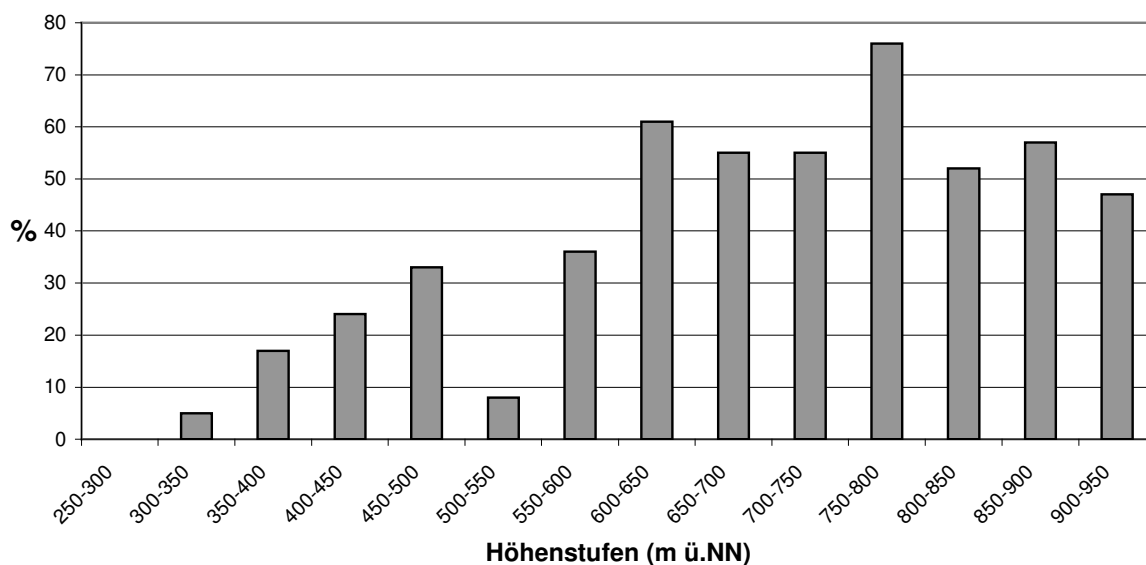


Abb. 23: Stetigkeit von *Anthoxanthum odoratum* und Geländehöhen

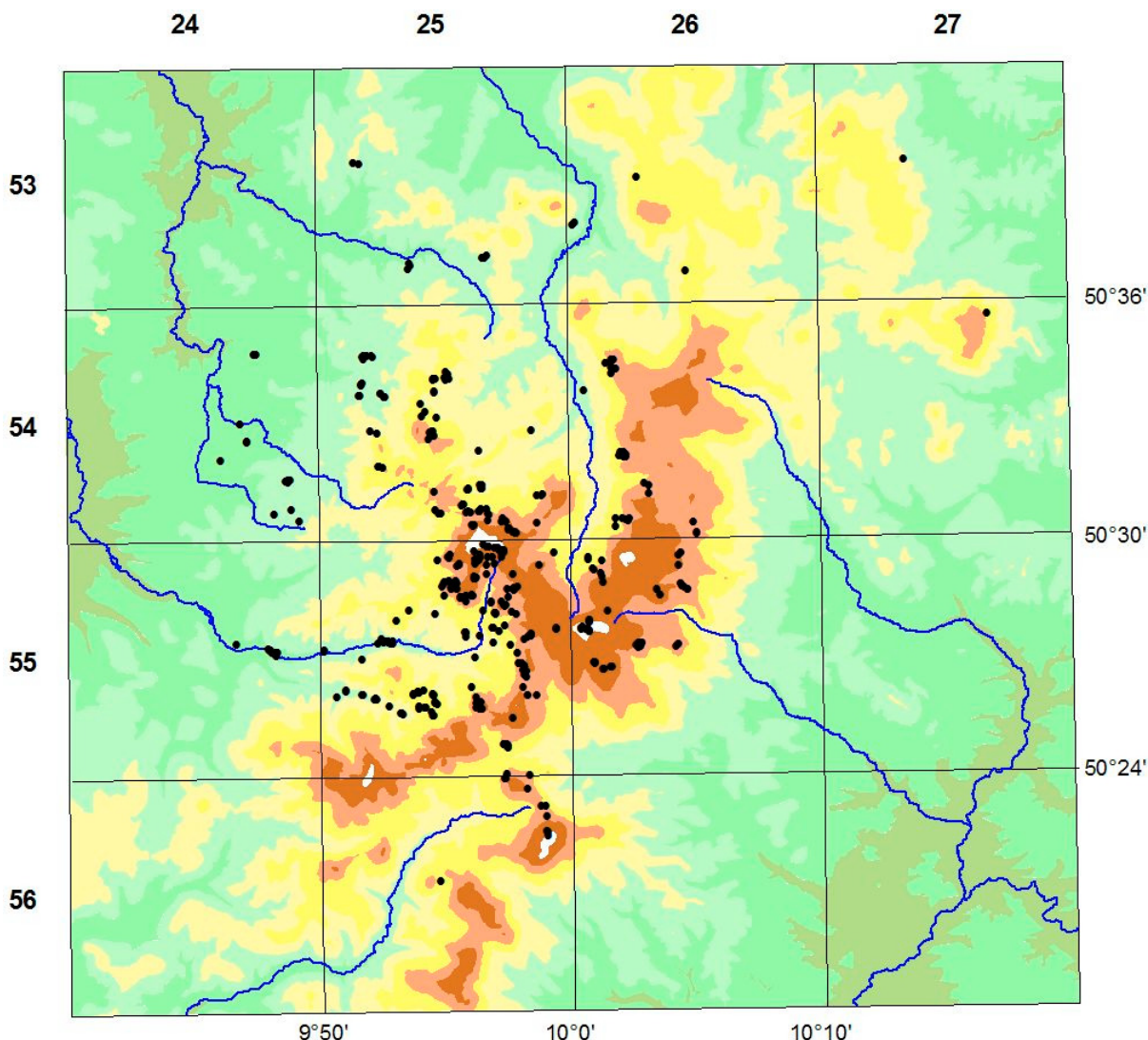


Abb. 24: Aufnahmen mit *Anthoxanthum odoratum* (M. ca. 1:300.000)

Jahresniederschlagssummen:

Anthoxanthum odoratum tritt erst in Aufnahmen auf, die im Bereich von Jahresniederschlagssummen von über 650 mm erhoben worden sind, obwohl mehr als 120 Aufnahmen aus Bereichen mit geringeren Niederschlägen vorliegen. Stetigkeiten von deutlich mehr als 10 % werden erst ab Jahresniederschlagssummen von 800-850 mm erreicht.

Die höchsten Stetigkeiten (fast 70 %) liegen bei etwa 1000 mm; oberhalb davon ist ein leichter Rückgang zu verzeichnen. Die Stetigkeitsveränderung zu den Jahresniederschlagssummen verläuft tendenziell vergleichbar mit der zu den Höhenstufen, doch liegt der Schwerpunkt noch deutlicher im rechten Diagrammbereich. Dies läßt den Schluß zu, daß der Standortfaktor Niederschlag eine größere Bedeutung für das Vorkommen der Art hat als die Höhenlage.

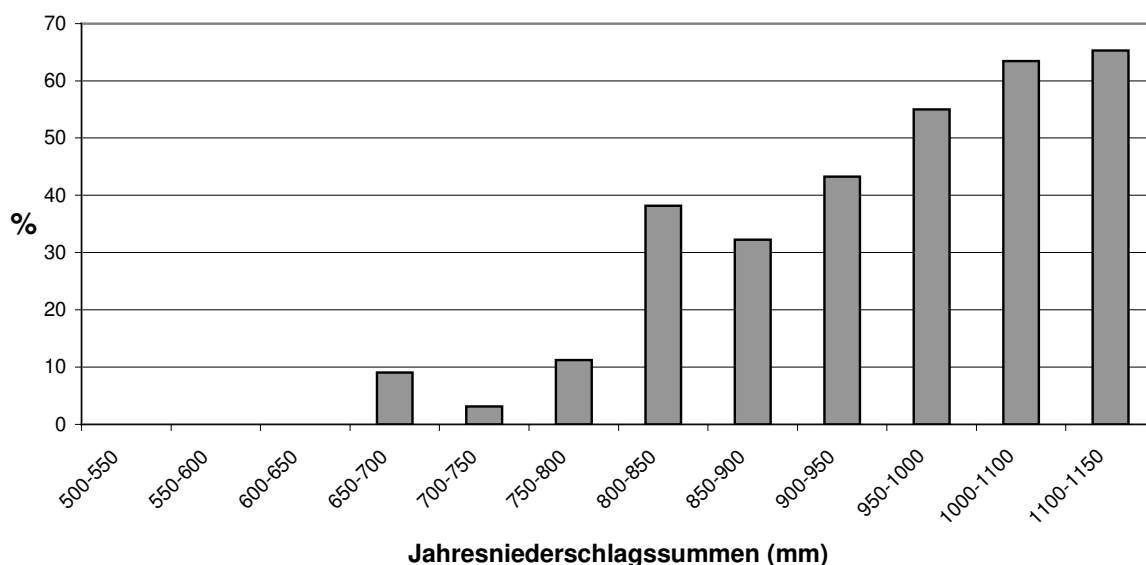


Abb. 25: Stetigkeit von *Anthoxanthum odoratum* und Jahresniederschlagssummen

Ausgangsgesteine:

Anthoxanthum odoratum erreicht die höchsten Stetigkeiten im Bereich der basenarmen, sauren, vielfach jedoch aufgedüngten und intensiv genutzten Buntsandsteinböden und der ausgewaschenen und dadurch entbasten Braunerden aus Ergußgesteinen. Eine hohe Stetigkeit erzielt die Art auch auf den aus Lehm- und Lößanwehungen hervorgegangenen Braunerden und Parabraunerden. Hier haben vermutlich ebenfalls Entbasungen durch Niederschläge stattgefunden. Ab einer Geländehöhe von 450 m ü.NN wurde die Art auch im Bereich von Muschelkalk nachgewiesen und zwar in 12 von 198 Aufnahmen. Auffälligerweise wurde *A. odoratum* jedoch lediglich in einer einzigen von 107 möglichen Aufnahmen im Bereich von Muschelkalk in der thüringischen Rhön gefunden. Die Aufnahmen im Bereich von Muschelkalk mit Vorkommen von *A. odoratum* stammen überwiegend von absonnigen Standorten. Absolut existieren nur 5 Nachweise in 140 Aufnahmen im Bereich der thüringischen Rhön.

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes:

Das bekannte ökologische Verhalten von *Anthoxanthum odoratum* (z. B. VOGGESBERGER 1998) kann weitgehend auch für den Untersuchungsraum bestätigt werden. Demnach werden frische bis feuchte, basenarme und saure Böden bevorzugt. *A. odoratum* gilt als Magerkeitszeiger. Auffällig erscheint daher die hohe Stetigkeit im Bereich der oftmals aufgedüngten Buntsandsteinböden. Diese Vorkommen sind wahrscheinlich relikthaft. In warmen, trockenen Lagen mit kalkhaltigen Böden tritt die Art generell zurück. Damit ist auch das weitgehende Fehlen in der thüringischen Rhön zu erklären: von den 140 Aufnahmen liegen 131 im Bereich von Muschelkalk und 130 unter 600 m ü.NN.

Die auffallende höhere Stetigkeit mit zunehmender Geländehöhe ist somit niederschlags- wie geologisch bedingt.

Tab. 16: Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von *Anthoxanthum odoratum*

Ausgangsgestein	Anzahl der Aufnahmen	Nachweise von <i>Anthoxanthum odoratum</i>	Stetigkeit von <i>Anthoxanthum odoratum</i> (%)
Quartär			
Fluviatile Sedimente, Terrassenablagerungen, Schotter	3	1	(Stichprobe zu klein)
Äolische Sedimente (Lehm und Löß)	43	27	63
Schuttbildungen, Rutschmassen, basaltisch	11	8	73
Schuttbildungen, Rutschmassen, kalkig	18	-	0
Schuttbildungen, Rutschmassen, sandig	1	-	(Stichprobe zu klein)
Ablagerungen in Talsohlen, überwiegend Auenlehm	82	28	34
Schuttkegel	13	4	31
Holozäner Schotter und Sand	1	1	(Stichprobe zu klein)
Quellmoor	1	1	(Stichprobe zu klein)
Tertiär			
Miozän, überwiegend Sande und Tone	44	25	57
Phonolith	12	10	83
Basalt	266	158	59
Trachyt	9	6	(Stichprobe zu klein)
Basaltische und phonolithische Schlotbrekzien	2	2	(Stichprobe zu klein)
Vulkaniklastite	9	9	(Stichprobe zu klein)
Trias			
Unterer Buntsandstein	3	2	(Stichprobe zu klein)
Mittlerer Buntsandstein	86	74	86
Oberer Buntsandstein	69	46	67
Übergänge Muschelkalk-Buntsandstein	3	3	(Stichprobe zu klein)
Muschelkalk	4	-	(Stichprobe zu klein)
Unterer Muschelkalk	338	12	4
Mittlerer Muschelkalk	36	-	0
Keuper	14	4	29
Geologie nicht geklärt	11	6	-
Gesamt	1.079	427	

Rumex acetosa L.Allgemeine Verbreitung:

Rumex acetosa ist zirkumpolar in Eurasien, Nordwest-Afrika und Nordamerika verbreitet. Er kommt mit Ausnahme Südost-Spaniens und Süd-Griechenlands in ganz Europa vor (QUINGER 1993).

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

Nach GOLDSCHMIDT (1913) ist *R. acetosa* auf nicht zu trockenen Wiesen der Talsohlen der größeren Flüsse bis zu den Mooren der Hohen Rhön gemein.

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Vorkommen von *Rumex acetosa* sind in allen Viertelquadranten des Untersuchungsraumes dargestellt.

Horizontalverbreitung:

Das Verbreitungsbild von *R. acetosa* deckt sich ohne erkennbaren Unterschied mit dem von *Ranunculus acris* agg. Die 404 Nachweise beschränken sich, wie auch bei *R. acris*, auf die Hohe Rhön und ihre westlichen Vorländer (Westliche Kuppenrhön, Vorland der Westlichen Kuppenrhön, Fuldaer Becken) und somit nahezu auf den nordwestlichen Untersuchungsraum. Lediglich neun weitere Nachweise (bei 134 Aufnahmen) stammen aus der Östlichen Kuppenrhön. Im Südosten (Südrhön, Grabfeld) kommt die Art in den hier erhobenen 107 Aufnahmen nicht vor.

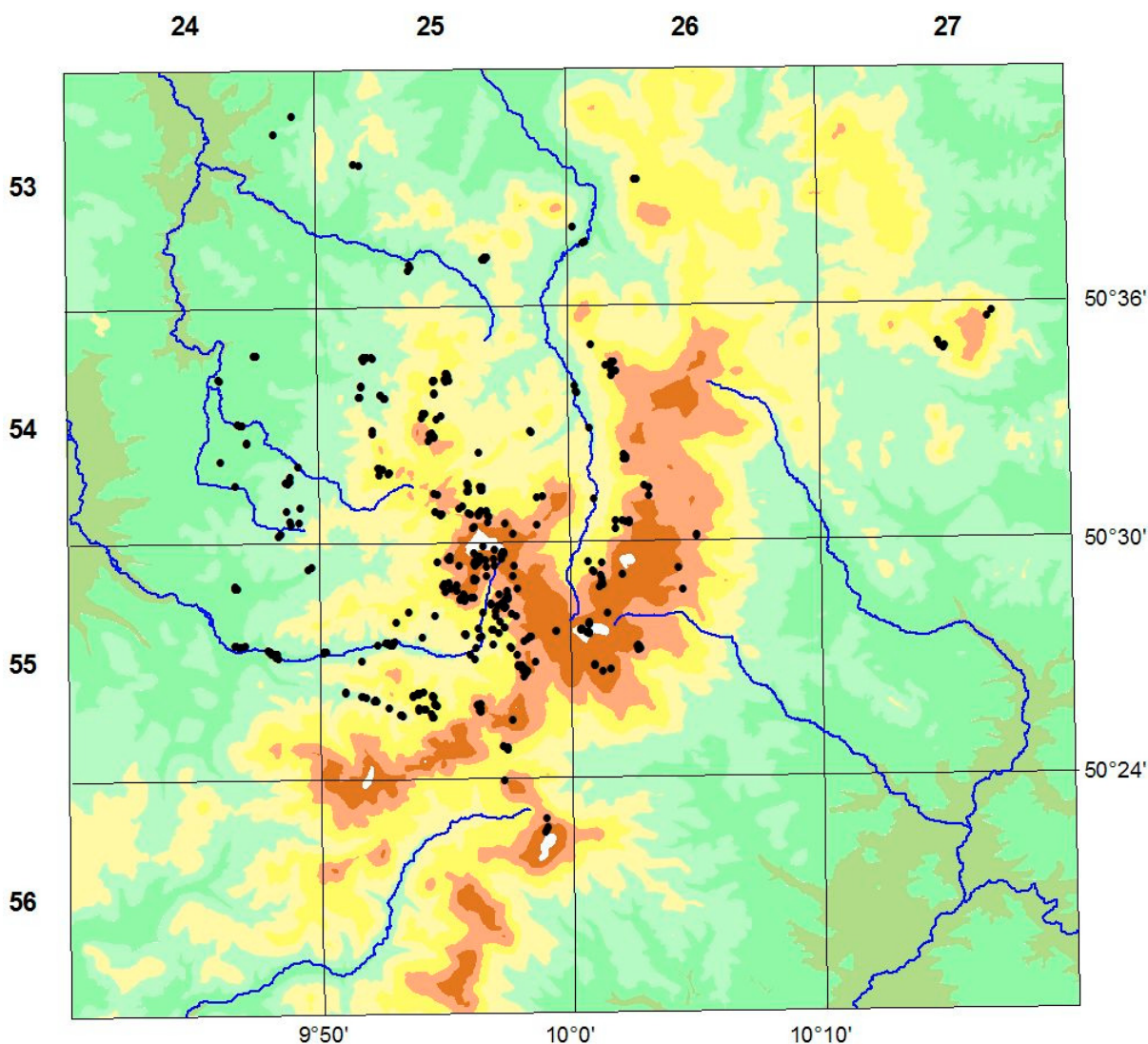


Abb. 26: Aufnahmen mit *Rumex acetosa* (M. ca. 1:300.000)

Höhenverbreitung:

Rumex acetosa wurde in einer Höhenamplitude zwischen 323 und 920 m ü.NN nachgewiesen. In Aufnahmen der untersten Höhenstufe zwischen 250 und 300 m ü.NN kommt die Art nicht vor. Die Stetigkeit nimmt bis zur Höhenstufe 600-650 m ü.NN zu, wo ein Maximalwert von 70 % erreicht wird. Zwischen 650 und 900 m ü.NN liegt die Stetigkeit bei 40 bis 50 % und fällt in den Gipfellagen auf ca. 30 % ab.

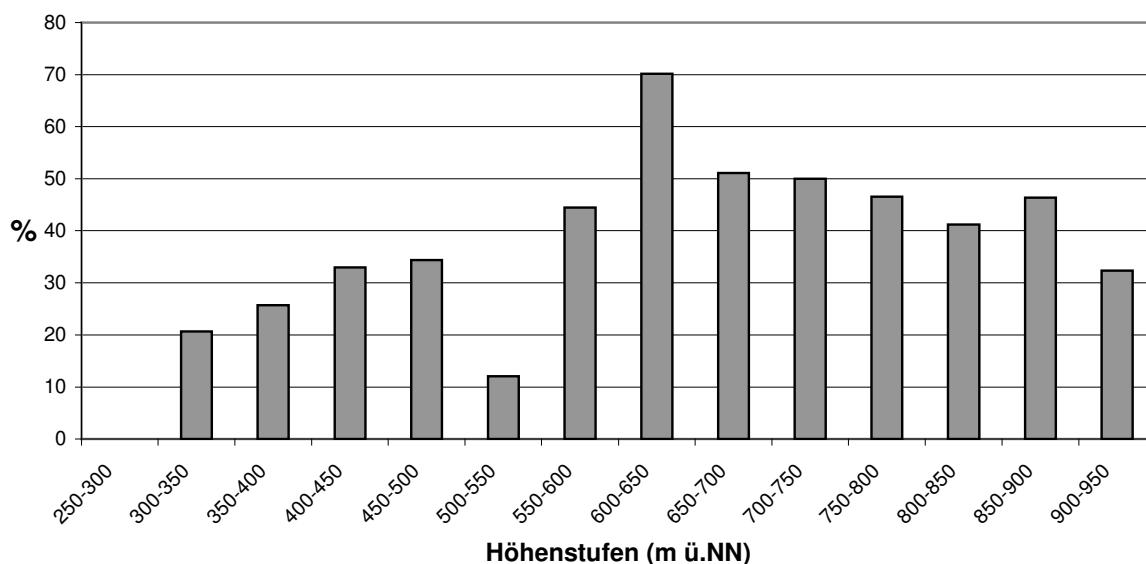


Abb. 27: Stetigkeit von *Rumex acetosa* und Höhenstufen

Abgesehen von Negativ- bzw. Positiv-Ausschlägen bei den Höhenstufen 500-550 und 600-650 m ü.NN ist der Stetigkeitsverlauf ziemlich einheitlich. In der Höhenstufe 500-550 m liegen von den hier erhobenen Aufnahmen 80 % im Bereich von Muschelkalk. Aus diesem Gestein hervorgegangene Böden werden von *R. acetosa* fast völlig gemieden, wodurch die geringe Stetigkeit in dieser Höhenstufe erklärt ist. Die Stetigkeit steigt mit zunehmender Geländehöhe leicht an und fällt ab etwa 650 m ü.NN wieder flach ab. Die Ausschläge bei den Höhenstufen 500-550 und 600-650 m ü.NN sind sehr wahrscheinlich geologisch bedingt (s.u.).

Jahresdurchschnittstemperatur:

Rumex acetosa ist im Bereich geringerer Jahresdurchschnittstemperaturen relativ häufiger in den Aufnahmen vertreten. In Höhenlagen - im wesentlichen Hohe Rhön - mit Durchschnittstemperaturen zwischen 4 °C und 6 °C kommt *R. acetosa* mit Stetigkeiten zwischen 40 und 60 % vor. In wärmeren Lagen hingegen werden Stetigkeiten von nur 20 bis 30 % erreicht. In den Wärmegebieten fehlt die Art sogar innerhalb der Aufnahmen völlig (Aufnahmen hier: 21).

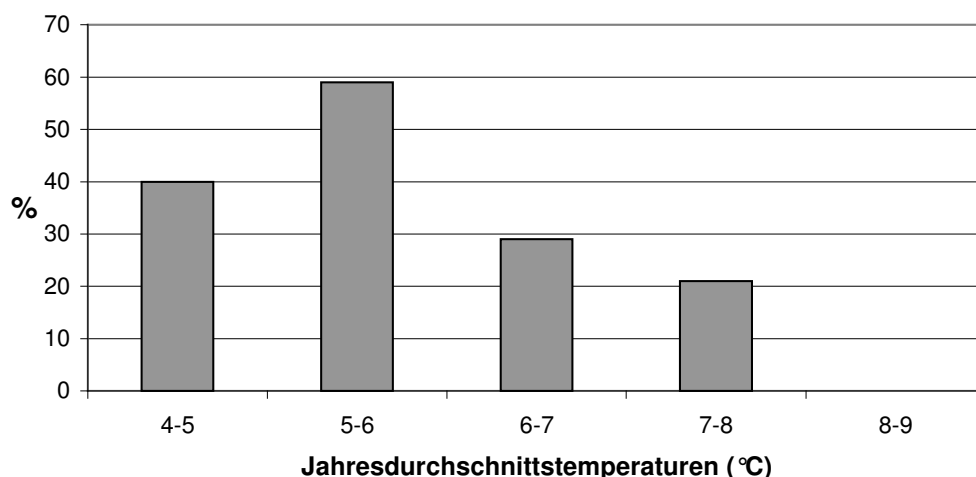


Abb. 28: Stetigkeit von *Rumex acetosa* und Jahresdurchschnittstemperaturen

Jahresniederschlagssummen:

Im Bereich höherer Jahresniederschlagssummen sind die Stetigkeiten deutlich erhöht. Zwischen 800 und 1150 mm Niederschlag beträgt die Stetigkeit wenigstens 40 %, im Mittel 50 %, zwischen 650 und 800 mm hingegen nur etwa 10-20 %. Bei geringeren Niederschlagssummen als 650 mm wurde *R. acetosa* nicht nachgewiesen.

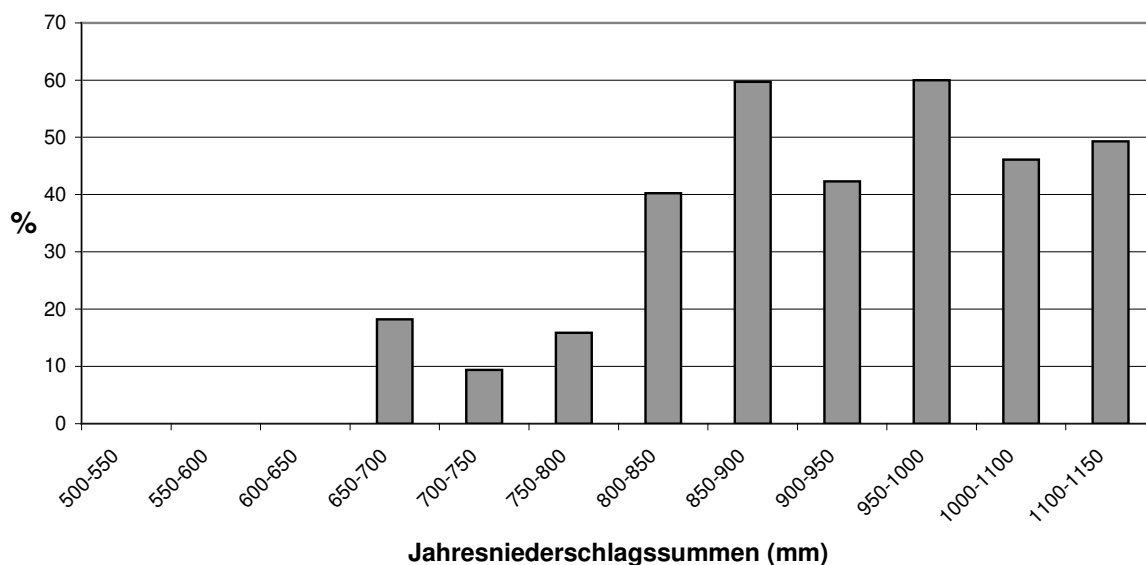


Abb. 29: Stetigkeit von *Rumex acetosa* und Jahresniederschlagssummen

Der Stetigkeitsverlauf zu den Jahresniederschlagssummen unterscheidet sich deutlich von dem zu den Höhenstufen: Während die Stetigkeiten in der Höhenamplitude allmählich zu- und wieder abnehmen, ist ein markanter Anstieg und ein flacher Abfall bei der Jahresniederschlagssummen sowie ein deutliches Schwergewicht im rechten Kurvenbereich erkennbar. Die Regressionsgerade zu den Höhenstufen verläuft wesentlich flacher als die zu den Jahresniederschlagssummen (s. die überlagerten Regressionsgeraden in Abb. 30).

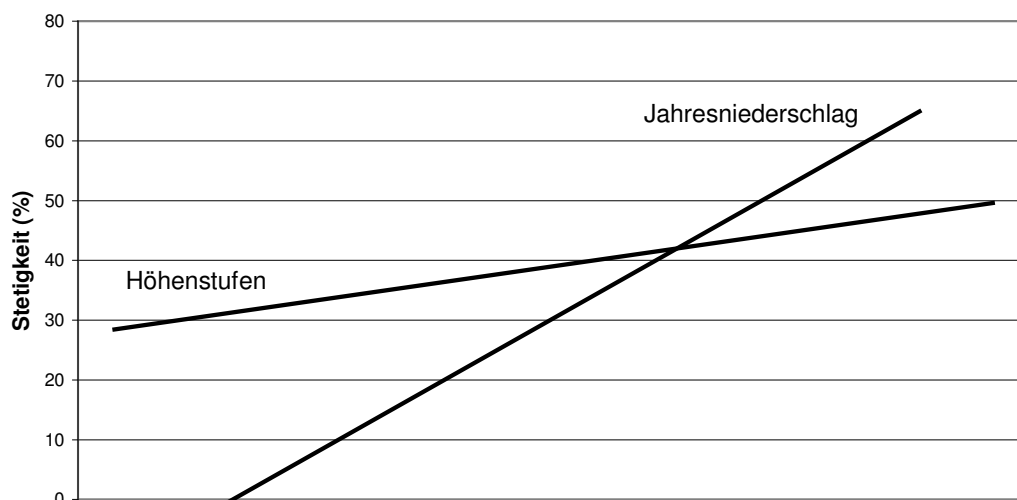


Abb. 30: Stetigkeits-Regressionsgeraden von *Rumex acetosa* zu Jahresniederschlagssummen und Höhenstufen

Ausgangsgesteine:

Die höchste Stetigkeit erreicht *R. acetosa* mit 83 % im Bereich der primär armen Böden des Mittleren Bundsandsteins. Wird der Buntsandstein insgesamt betrachtet, beträgt die Stetigkeit noch fast 70 %. Mit relativ hohe Stetigkeiten - etwa 60-75 % - kommt *R. acetosa* auch auf Böden vor, die aus Auenlehmlagerungen, äolischem Löß und Lehm, Phonolith und Keuper hervorgegangen sind. Auf Muschelkalkböden spielt die Art praktisch keine Rolle (4 Vorkommen in 392 Aufnahmen; Stetigkeit: 1 %).

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes:

Rumex acetosa bevorzugt frische bis feuchte, nährstoffreiche Grünlandstandorte von der Ebene bis ins Gebirge; die Art gilt als Stickstoffzeiger (OBD.). Daher erstaunt die hohe Stetigkeit, die *R. acetosa* auf den aus Mittlerem Buntsandstein hervorgegangenen, sandigen, zu starker Versauerung neigenden, carbonatfreien, trockenen Böden mit geringen Nährstoffreserven erreicht.

Analysiert man die Pflanzengemeinschaften der einzelnen Aufnahmen mit entsprechender Gesteinsunterlage mit Vorkommen von *R. acetosa*, fällt auf, daß der Magerkeitszeiger *Anthoxanthum odoratum* die höchste Stetigkeit aufweist. Die meisten weiteren Arten mit hoher Stetigkeit gelten jedoch entweder als Nährstoffzeiger oder sind zumindest auf nährstoffreichen Standorten in der Regel häufiger.

Tab. 17: Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von *Rumex acetosa*

Ausgangsgestein	Anzahl der Aufnahmen	Nachweise von <i>Rumex acetosa</i>	Stetigkeit von <i>Rumex acetosa</i> (%)
Quartär			
Fluviatile Sedimente, Terrassenablagerungen, Schotter	3	2	(Stichprobe zu klein)
Äolische Sedimente (Lehm und Löß)	43	32	74
Schuttbildungen, Rutschmassen, basaltisch	11	8	73
Schuttbildungen, Rutschmassen, kalkig	18	-	0
Schuttbildungen, Rutschmassen, sandig	1	-	(Stichprobe zu klein)
Ablagerungen in Talsohlen, überwiegend Auenlehm	82	53	65
Schuttkegel	13	2	15
Holozäner Schotter und Sand	1	1	(Stichprobe zu klein)
Quellmoor	1	1	(Stichprobe zu klein)
Tertiär			
Miozän, überwiegend Sande und Tone	44	23	52
Phonolith	12	9	75
Basalt	266	129	48
Trachyt	9	9	(Stichprobe zu klein)
Basaltische und phonolithische Schlotbrekzien	2	2	(Stichprobe zu klein)
Vulkaniklastite	9	1	(Stichprobe zu klein)
Trias			
Unterer Buntsandstein	3	1	(Stichprobe zu klein)
Mittlerer Buntsandstein	86	71	83
Oberer Buntsandstein	69	37	54
Übergänge Muschelkalk-Buntsandstein	3	1	(Stichprobe zu klein)
Muschelkalk	4	-	(Stichprobe zu klein)
Unterer Muschelkalk	338	4	1
Mittlerer Muschelkalk	36	-	0
Keuper	14	10	71
Geologie nicht geklärt			
	11	8	73
Gesamt	1.079	404	

Angaben zur Düngung im Bereich der Aufnahmen liegen zwar nicht vor; doch die Artenzusammensetzungen und z.T. auch Deckungen der Arten in den Aufnahmen mit *R. acetosa* lassen darauf schließen, daß die dem Grunde nach mageren Standorte aufgedüngt wurden.

Erwartungsgemäß hoch sind die Stetigkeiten auf den nährstoffreichen, frischen bis feuchten Auenlehmen, den schweren Keuperböden und den aus äolischen Sedimenten hervorgegangenen Lehm- und Lößböden. Von den Nährstoff- und Feuchteverhältnissen her werden solche als Grünland genutzte Standorte allgemein bevorzugt besiedelt.

Tab. 18: Stetigkeiten von Sippen in Aufnahmen mit *Rumex acetosa* im Bereich von Mittlerem Buntsandstein

Sippe	Nachweise in 69 Aufnahmen	Stetigkeit (%)
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	62	90
<i>Holcus lanatus</i>	61	88
<i>Ranunculus acris</i>	60	87
<i>Trifolium pratense</i>	59	86
<i>Taraxacum</i> Sect. Ruderalia et Hamata	58	84
<i>Alopecurus pratensis</i>	57	83
<i>Alchemilla monticola</i>	56	81
<i>Trisetum flavescens</i>	56	81
<i>Poa trivialis</i>	53	77
<i>Trifolium repens</i>	53	77
<i>Plantago lanceolata</i>	52	75

R. acetosa gilt als Stickstoffzeiger (OBD.), die Art ist bei EBG. mit der Stickstoffzahl 6⁵³ belegt. Die sehr geringe Stetigkeit im Bereich von Muschelkalk liegt in erster Linie in der Stickstoffarmut der Muschelkalkböden begründet. Dies ist auch die Ursache für das Fehlen der Art in Aufnahmen aus dem Osten und Südosten des Untersuchungsraumes.

Mit Ausnahme der tiefsten Lagen ist *R. acetosa* in allen Höhenstufen zu finden; die Stetigkeiten sind in den höheren Lagen (ca. 550-950 m ü.NN) gegenüber den tieferen Lagen deutlich erhöht. Da die Stetigkeitszu- bzw. -abnahmen von Höhenstufe zu Höhenstufe überwiegend gering sind, verläuft die Stetigkeits-Regressionsgerade mit flachem Anstieg. Anders verhält es sich beim Stetigkeitsverlauf bei den Jahresniederschlagssummen. Unterhalb von 650 mm tritt die Art in keiner Aufnahme auf, ab 850 mm hingegen durchschnittlich in jeder zweiten. Die Stetigkeits-Regressionsgerade ist entsprechend steil. Da die Jahresniederschlagssummen etwa parallel zur zunehmenden Meereshöhe (Luv- und Lee-Effekte einmal außer acht gelassen) steigen, scheint weniger die Höhenlage, als eher die Jahresniederschlagssummen das Vorkommen der Art zu beeinflussen.

Ranunculus acris L.

Taxonomie:

Ranunculus acris L., der sich in *Ranunculus acris* L. ssp. *acris* und *Ranunculus acris* ssp. *friesianus* (Jord.) Syme gliedert, wurde als Aggregat erfaßt. Sehr wahrscheinlich handelt es sich bei der im Untersuchungsraum nachgewiesenen Sippe um *R. acris* L. ssp. *acris*, welche mehr boreal-montan verbreitet ist. *R. acris* ssp. *friesianus* kommt vor allem im Süden und Westen Deutschlands in tieferen Lagen vor (OBD.). In den zugrunde liegenden Verbreitungsatlanten (Bayern-, Hessen- und Thüringen-Atlas) ist jeweils die Verbreitung des Aggregats wiedergegeben.

Allgemeine Verbreitung:

Ranunculus acris agg. besiedelt mit der ssp. *acris* fast ganz Europa (außer Portugal, Sizilien, Süditalien) und Teile Asiens. In Nordamerika ist die Sippe wahrscheinlich eingeschleppt.

⁵³ mäßig stickstoffreiche Standorte anzeigend (...) / an stickstoffreichen Standorten häufiger (EBG.).

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

GOLDSCHMIDT (1903:321) bezeichnet die Sippe als „überall verbreitet“ im Rhöngebirge.

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Im Untersuchungsraum ist das Aggregat auf allen TK 25-Quadranten der Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen) mit indigenen Vorkommen dargestellt.

Horizontalverbreitung:

Ranunculus acris agg. zeigt ein ähnliches Verbreitungsmuster wie *F. rubra* agg. Die 437 Nachweise beschränken sich auf die Hohe Rhön und ihre westlichen Vorländer (Westliche Kuppenrhön, Vorland der Westlichen Kuppenrhön, Fuldaer Becken). Lediglich fünf weitere Nachweise (bei 134 Aufnahmen) stammen aus der Östlichen Kuppenrhön. Im Südosten (Südrhön, Grabfeld) kommt die Art in den hier erhobenen 107 Aufnahmen nicht vor.

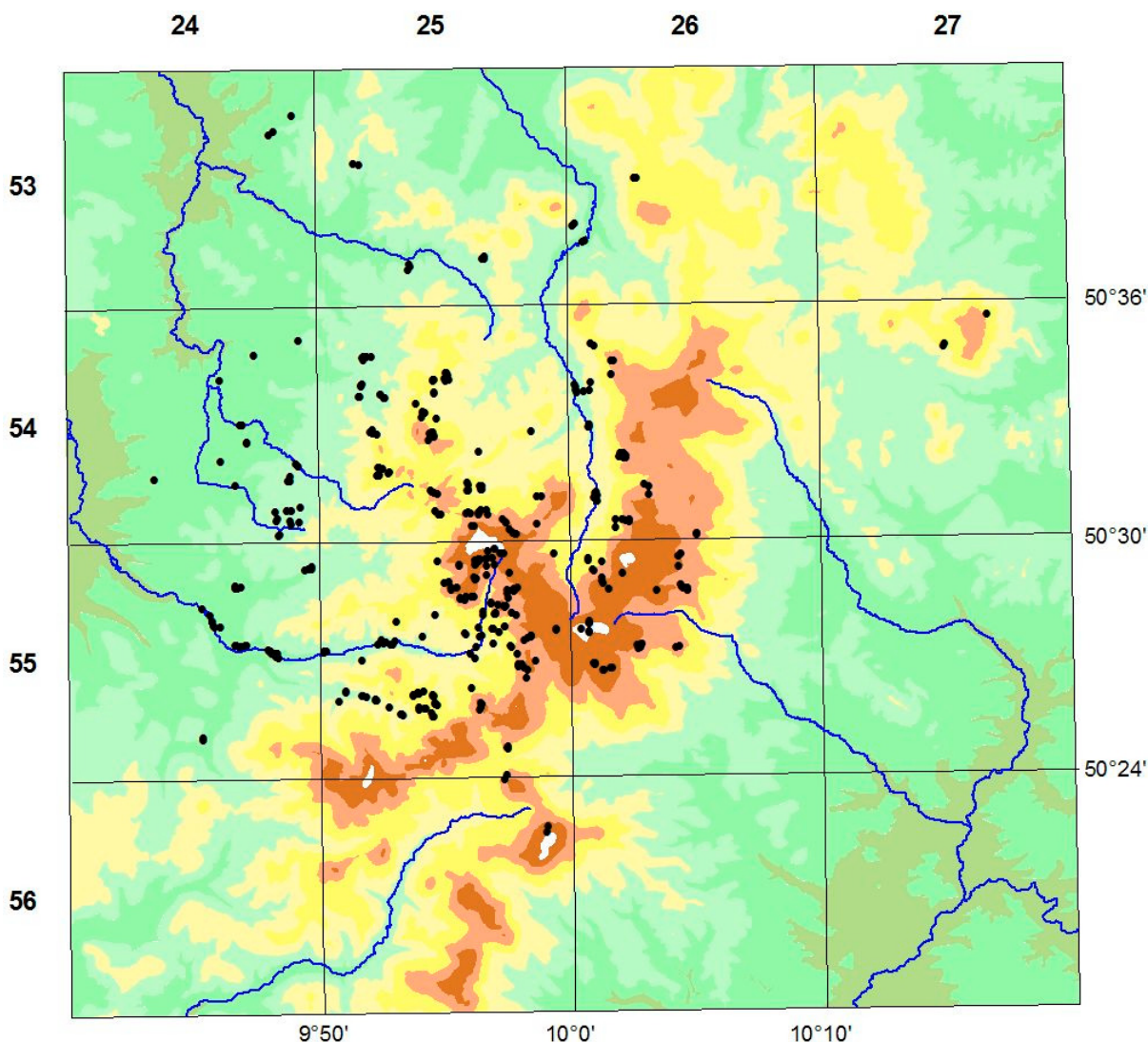


Abb. 31: Aufnahmen mit *Ranunculus acris* agg. (M. ca. 1:300.000)

Höhenverbreitung:

Ranunculus acris agg. wurde in einer Höhenamplitude zwischen 312 bis 920 m ü.NN nachgewiesen. Nur in Aufnahmen der Gipfellagen kommt die Art mit auffallend geringerer Stetigkeit vor, in den tiefsten Lagen fehlt sie völlig. Bis etwa 650 m ü.NN nimmt die Stetigkeit leicht zu und bewegt sich bis 900 m ü.NN etwa zwischen 45 und 55 %.

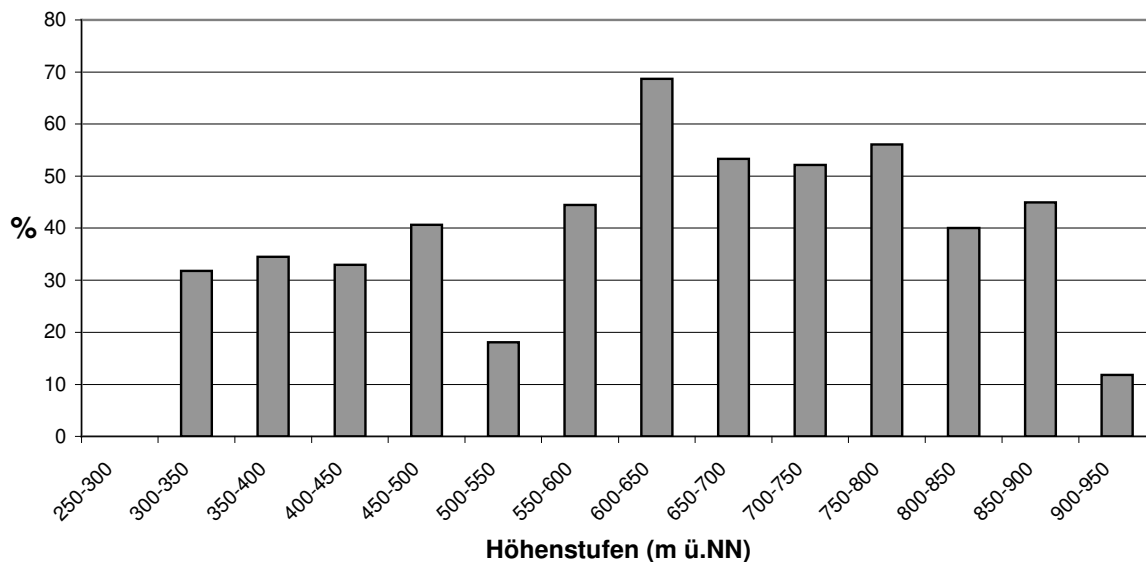


Abb. 32: Stetigkeit von *Ranunculus acris* agg. und Höhenstufen

Jahresdurchschnittstemperatur:

Die Nachweise verlaufen etwa parallel zur Jahresdurchschnittstemperatur und zur Temperatur während der Hauptvegetationszeit. Hierbei treten deutliche Unterschiede zwischen dem südöstlichen und dem nordwestlichen Untersuchungsraum auf.

Südöstlich und östlich der Kammlagen der Hohen Rhön enden die Nachweise etwa bei 600 m ü.NN; Vorkommen in tieferen Lagen wurden nicht festgestellt. Im Nordwesten hingegen kommt die Sippe in 52 Aufnahmen unterhalb von 400 m vor. Während die Nachweise im Südosten etwa an der 6 °C-Isotherme enden, kommt *Ranunculus acris* agg. im Nordwesten auch in Aufnahmen vor, die im Bereich einer Jahresdurchschnittstemperatur von 7-8 °C erhoben worden sind. Vergleichbar verhält es sich mit den Jahresniederschlägen (s.u.).

Neben der ungleichen Höhenverbreitung, die auch an den Jahresdurchschnittstemperaturen ablesbar ist, besteht zudem eine Ungleichverteilung hinsichtlich der Jahresdurchschnittstemperaturen daselbst. Die höchsten Stetigkeiten liegen im Bereich geringer Jahresdurchschnittstemperaturen, während *R. acris* agg. in wärmeren Gebieten relativ seltener nachgewiesen worden ist. Aus den Wärmegebieten im Südosten schließlich liegt kein Nachweis vor (bei 21 Aufnahmen).

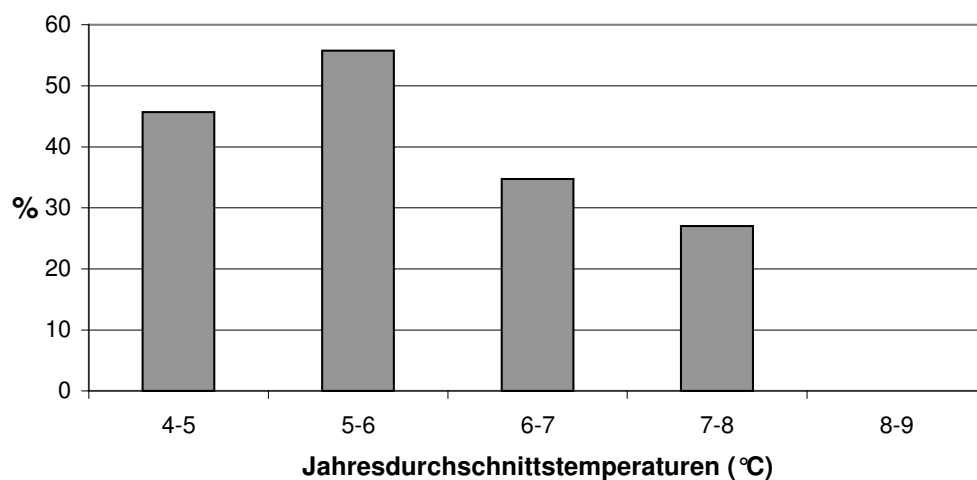


Abb. 33: Stetigkeit von *Ranunculus acris* agg. und Jahresdurchschnittstemperaturen

Noch deutlicher scheint eine Präferenz für eher kühler Lagen vorzuliegen, betrachtet man die Stetigkeiten unter Berücksichtigung einer Durchschnittstemperatur während der Hauptwachstumszeit und die mittleren Julitemperaturen. Je höher die Temperaturen, um so geringer die Stetigkeit (s. Abb. 34).

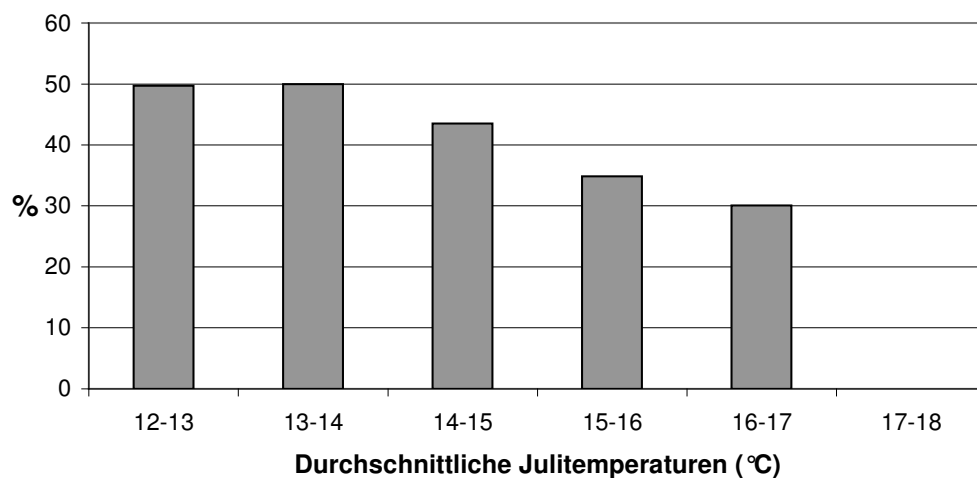


Abb. 34: Stetigkeit von *Ranunculus acris* agg. und durchschnittliche Julitemperatur

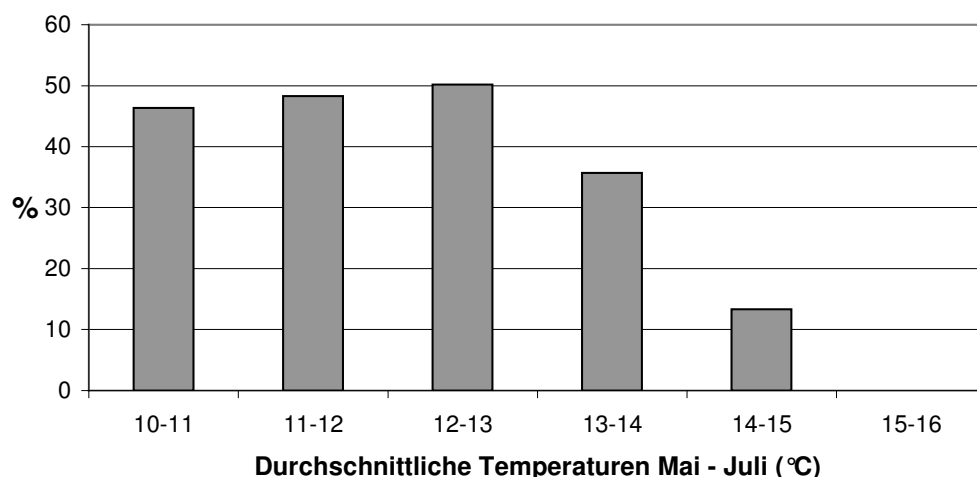


Abb. 35: Stetigkeit von *Ranunculus acris* agg. und durchschnittliche Temperatur während der Hauptvegetationszeit (Mai-Juli)

Jahresniederschlagssumme:

In Bereichen mit weniger als 650 mm Jahresniederschlagssummen wurde der *Ranunculus acris* agg. nicht nachgewiesen. Oberhalb dieses Wertes erfolgt zunächst ein allmählicher, sodann ein steiler Anstieg der Stetigkeit bis auf einen Wert fast 75 % bei 850-900 mm. Oberhalb davon ist ein leichter Rückgang zu verzeichnen. Bei den höchsten Jahresniederschlagssummen zwischen 1000 und 1150 mm ist *R. acris* agg. aber immer noch in durchschnittlich jeder zweiten Aufnahme vertreten.

Die Linie der südöstlichsten und nordwestlichsten Nachweise verlaufen etwa parallel zu den Niederschlagslinien. Hierbei fällt auf, daß die Nachweise im Südosten (bis auf zwei Ausnahmen) bei 900-950 mm enden, während *R. acris* agg. im Nordwesten auch in Bereichen mit Jahresniederschlagssummen von 650-700 mm kartiert wurde.

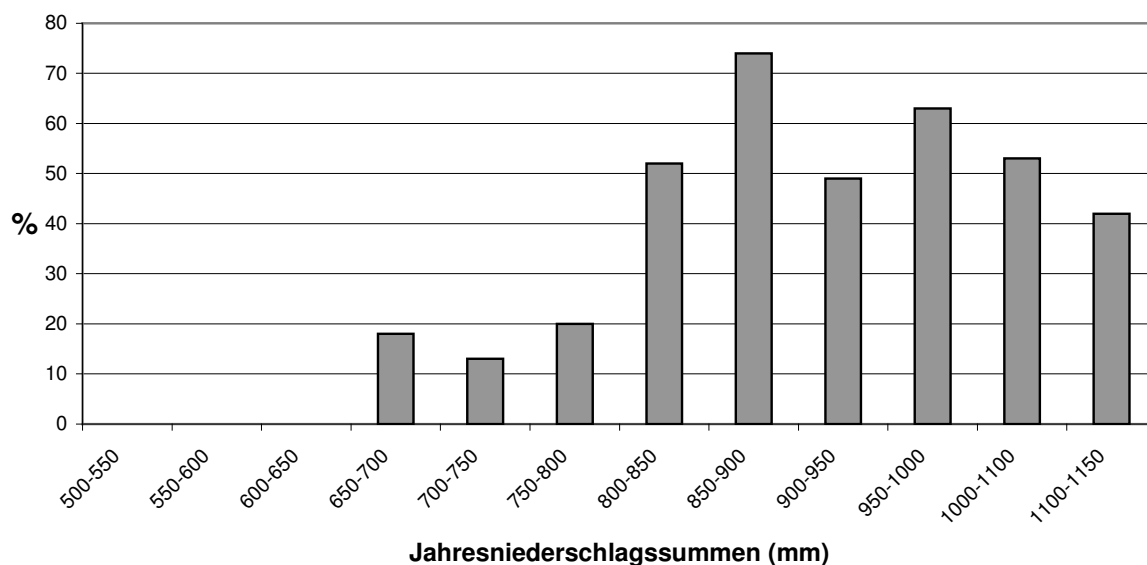


Abb. 36: Stetigkeit von *Ranunculus acris* agg. und durchschnittliche Jahresniederschlagssummen

Die Stetigkeits-Regressionsgerade zu den Jahresniederschlagssummen unterscheidet sich deutlich von der zu den Höhenstufen: Während sich die Stetigkeiten in der Höhenamplitude zwischen 300-900 m ü.NN in der Regel zwischen 30 und 50 % bewegen (nur in den tiefsten und höchsten Lagen sind deutliche Abweichungen zu erkennen), liegen die hohen Stetigkeiten - durchschnittlich 56 % - deutlich im Bereich von Jahresniederschlagssummen über 800 mm. Die durchschnittliche Stetigkeit im Bereich von Jahresniederschlagssummen unter 800 m liegt dagegen nur bei 9 %. Die Regressionsgerade verläuft entsprechend steil, die der Höhenstufen wesentlich flacher (s. die überlagerten Regressionsgeraden in Abb. 37).

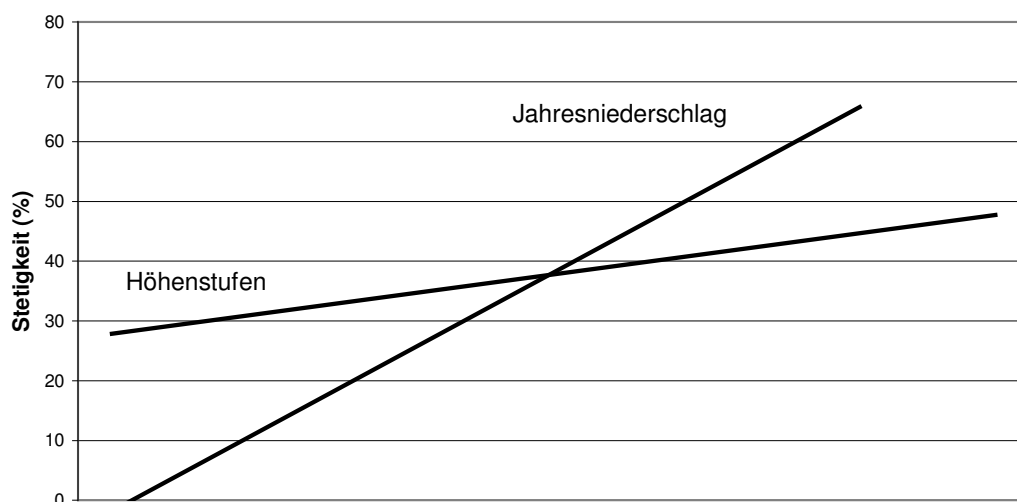


Abb. 37: Stetigkeits-Regressionsgeraden von *Ranunculus acris* agg. zu Jahresniederschlagssummen und Höhenstufen

Vegetationsperiode

Die vertikale Ungleichverteilung der Nachweise wird auch anhand der Dauer der Vegetationsperiode⁵⁴ deutlich: Im Nordwesten enden die Nachweise bei einer Vegetationsperiode von 210-220 Tagen. Im Südosten hingegen wurde *R. acris* agg. in Bereichen, in denen die Vegetationsperiode länger als 190 Tage andauert, nicht nachgewiesen, obwohl hier 244 (!) Aufnahmen vorliegen. Im Westen und Nordwesten wurde bei gleich langer Vegetationsperiode (190-220 Tage) die Sippe in 185 von 273 Aufnahmen nachgewiesen, was einer Stetigkeit von 70 % (!) entspricht.

Die Hauptverbreitung der Sippe ist somit deutlich in den ozeanisch geprägten westlichen und nordwestlichen Bereich des Untersuchungsraumes verschoben. In Aufnahmen im Osten und Südosten, wo vergleichbare Standortbedingungen bezüglich Vegetationsperiode, Temperatur, Niederschlag und weiterer Klimafaktoren herrschen, fehlt die Sippe fast vollständig.

Ausgangsgesteine:

Die höchsten Stetigkeiten erreicht *Ranunculus acris* agg. auf nährstoffreichen Standorten (Auenlehm, Lehm- und Lössanwehungen, schwere Tonböden aus Keuper) und auf den primär stickstoffarmen, jedoch teilweise aufgedüngten und intensiv genutzten Böden des Mittleren Buntsandsteins.

⁵⁴ Die Vegetationsperiode ist definiert als Zeitraum mit einer Durchschnittstemperatur von wenigstens 5°C (WALTER 1949).

Auffällig gemieden werden kalkhaltige Substrate. Nur in acht von 396 Aufnahmen, die aus dem Bereich von Kalkgesteinen stammen, kam die Art vor (Stetigkeit = 2 %).

Tab. 19: Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von *Ranunculus acris* agg.

Ausgangsgestein	Anzahl der Aufnahmen	Nachweise von <i>Ranunculus acris</i> agg.	Stetigkeit von <i>Ranunculus acris</i> agg. (%)
Quartär			
Fluviatile Sedimente, Terrassenablagerungen, Schotter	3	3	(Stichprobe zu klein)
Äolische Sedimente (Lehm und Löß)	43	34	79
Schuttbildungen, Rutschmassen, basaltisch	11	6	55
Schuttbildungen, Rutschmassen, kalkig	18	-	0
Schuttbildungen, Rutschmassen, sandig	1	1	(Stichprobe zu klein)
Ablagerungen in Talsohlen, überwiegend Auenlehm	82	72	88
Schuttkegel	13	2	15
Holozäner Schotter und Sand	1	1	(Stichprobe zu klein)
Quellmoor	1	1	(Stichprobe zu klein)
Tertiär			
Miozän, überwiegend Sande und Tone	44	26	59
Phonolith	12	6	50
Basalt	266	127	48
Trachyt	9	9	(Stichprobe zu klein)
Basaltische und phonolithische Schlotbrekzien	2	2	(Stichprobe zu klein)
Vulkaniklastite	9	2	(Stichprobe zu klein)
Trias			
Unterer Buntsandstein	3	1	(Stichprobe zu klein)
Mittlerer Buntsandstein	86	73	85
Oberer Buntsandstein	69	43	62
Übergänge Muschelkalk-Buntsandstein	3	1	(Stichprobe zu klein)
Muschelkalk	4	-	(Stichprobe zu klein)
Unterer Muschelkalk	338	8	2
Mittlerer Muschelkalk	36	-	0
Keuper	14	13	93
Geologie nicht geklärt	11	6	55
Gesamt	1.079	437	

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes:

Ranunculus acris agg. kommt schwerpunktmäßig auf nährstoffreichen, kalkarmen bis kalkfreien Böden im nordwestlichen Untersuchungsraum vor. Östlich und südöstlich der Hohen Rhön existieren nur zwei Nachweise. Dieses auffällige Verbreitungsbild hängt vermutlich nicht primär mit der mageren Kalkunterlage der meisten Aufnahmen im Südosten zusammen, da sich *R. acris* agg. nach EBG. indifferent bezüglich der Bodenreaktion und des Stickstoffgehaltes verhält. Die sehr geringe Stetigkeit von 2 % in Aufnahmen mit Muschelkalk als Unterlage kann daher weniger mit den Nährstoff- und Säureverhältnissen als vielmehr mit den bodenphysikalischen Eigenschaften / Kalkunterlage in Zusammenhang gebracht wer-

den. *R. acris* agg. ist eine ozeanisch bis subozeanisch verbreitete Sippe. Die südöstlichen und östlichen Rhönvorländer sind bereits stark kontinental getönt. Kontinentale Einflüsse machen sich in offenen Vegetationsformationen wesentlich stärker bemerkbar als in gehölzbestandenen. Die trocken-warme Kalkunterlage verstärkt den kontinentalen Einfluß. Das Zusammenwirken von Kontinentalität und Kalkunterlage wird als Hauptursache für das Fehlen der Sippe östlich und südöstlich der Hohen Rhön angenommen. Zudem scheinen hohe Niederschlagssummen und niedrige Temperaturen das Vorkommen von *R. acris* agg. zu begünstigen.

9.3 Spezielle Geoelemente

9.3.1 Alpid-praealpide Arten

Sesleria albicans Kit. ex Schult.

Taxonomie:

Von *Sesleria albicans* werden zwei Varietäten unterschieden, *S. albicans* var. *albicans*, eine auf Kalkstein verbreitete Form und *S. varia* var. *pseudouliginosa* Br.-Bl., die auf Moorböden vorkommt (OBERDORFER 2001). Zudem sind verschiedene Formen beschrieben worden (z. B. f. *flavescens* mit gelblich gefärbten Blütenköpfen, f. *ratzeburgii* mit ährenartig verlängerten Blütenköpfen auf kurzem Stiel) (SEYBOLD 1998). Die im Untersuchungsraum vorkommende Sippe ist *S. albicans* var. *albicans*.

Allgemeine Verbreitung:

Sesleria varia besiedelt West- und Mitteleuropa mit Frankreich, Spanien, Norditalien, Deutschland, Polen, Ungarn sowie Island (HG.). Die in Mitteleuropa endemische Art gilt als Eiszeitrelikt (CONERT 2000).

Innerhalb Deutschlands ist *S. varia* in den Alpen und Voralpen und in den Kalkgebieten der Deutschen Mittelgebirge weit verbreitet. Nach Norden reichen die Vorkommen bis zum Deister bei Springe, dem Wiehengebirge bei Porta Westfalica und bis in die Kalkgebiete des östlichen Westfalens (BfN⁵⁵).

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

Bei GOLDSCHMIDT (1903:324) findet sich die Angabe „überall an sonnigen Kalkhängen“ und „sonnige Hänge und Blößen der Muschelkalk-Inseln und des Muschelkalks im südlichen und östlichen Gebietsteile“ (GOLDSCHMIDT 1908:186). Die aufgeführten Fundortsangaben beziehen sich weit überwiegend auf die Muschelkalkgebiete des östlichen Untersuchungsraumes.

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Es sind wenige Vorkommen im Osten des Untersuchungsraumes im Mellrichstädter Gäu und im Östlichen Rhönvorland dargestellt. Ein weiteres Vorkommen findet sich in der Östlichen Kuppenrhön.

⁵⁵ Im Internet unter <http://www.floraweb.de> abrufbare Verbreitungskarten, Stand 12/2004.

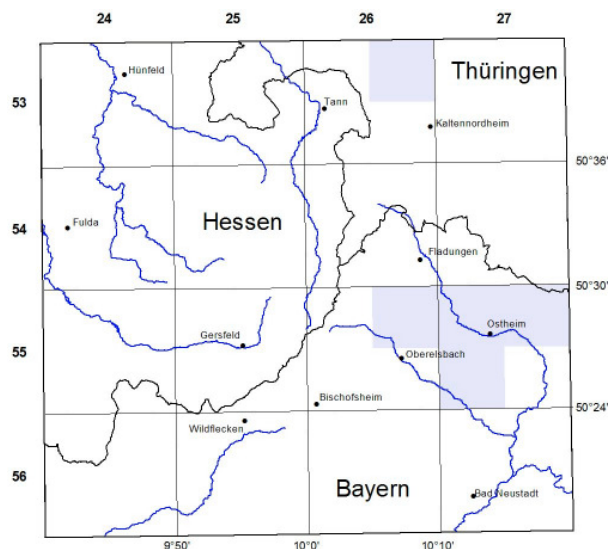


Abb. 38: Verbreitung von *Sesleria albicans* im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)

Verbreitung nach Auswertung der pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen:

Die 16 Nachweise beschränken sich auf Kalkgebiete im östlichen Untersuchungsraum. Ein Schwerpunkt liegt dabei in der Östlichen Kuppenrhön bei Fischbach (TK 5326/2 Tann [Rhön]), ein weiterer im Östlichen Rhönvorland bei Ostheim v.d.R. (TK 5527/2 Mellrichstadt).

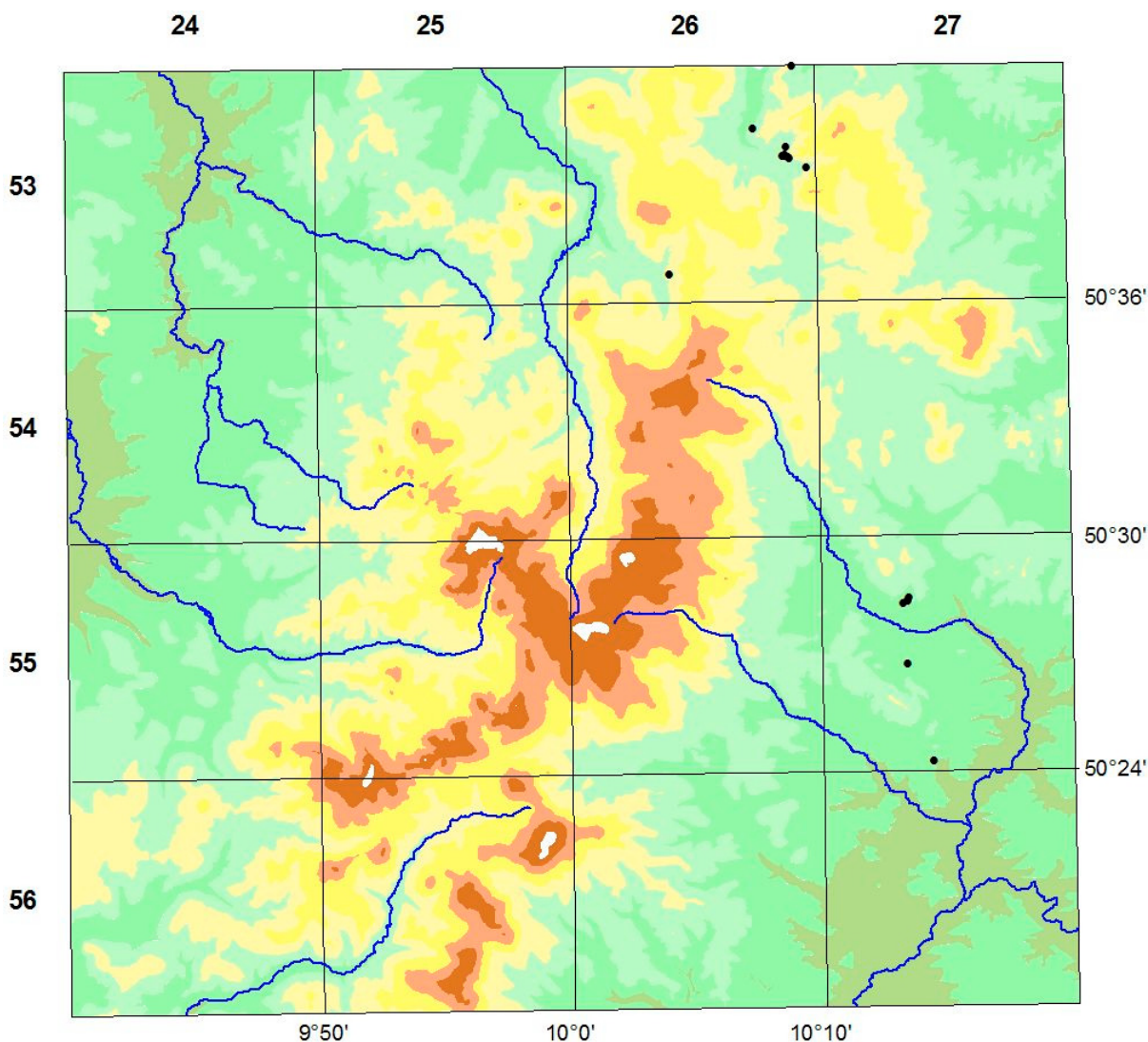


Abb. 39: Aufnahmen mit *Sesleria albicans* (M. ca. 1:300.000)

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes:

Die Nachweise stammen ausschließlich von Kalkmagerrasen des östlichen Untersuchungsraumes aus dem Höhenbereich zwischen 335 und 530 m ü.NN. Die entsprechenden Gebiete sind wärmebegünstigt und erhalten nur geringe Niederschläge. Die Aufnahmeflächen sind bis auf drei Ausnahmen süd-, südwest- oder südostexponiert. Auffallend ist die Beschränkung der Nachweise auf den Osten des Untersuchungsraumes, was sich auch mit den Darstellungen in den Länderatlanten (By, He, Th) und im Bundesatlas (BfN) deckt. Westlich der Nachweise bzw. Darstellungen besteht eine größere Verbreitungslücke, die etwa bis zum Rheinischen Schiefergebirge / Hunsrück reicht.

Das beobachtete Verhalten im Untersuchungsraum wird durch die allgemeine ökologische Charakterisierung der Art bestätigt. Demnach gilt *S. albicans* als ausgesprochener Kalk- und Basenzeiger mit Schwergewicht auf stickstoffarmen Böden (EBG.). Als typische Standorte werden alpine Steinrasen, flachgründige, sommerwarme Steinböden in Felsbändern, Abwitterungshalden, lichte Wälder auf Kalkgestein⁵⁶ und Kalktrockenrasen⁵⁷ genannt (SEYBOLD l.c., CONERT l.c., OBD.). Auch in Kalkbuchenwäldern der thüringischen Rhön kommt die Art vor (Umweltdaten Thüringen 2004⁵⁸). GOLDSCHMIDT (1908) hingegen führt *S. albicans* nicht als typisch für Wälder auf Muschelkalk auf.

9.3.2 Praealpine Arten

Carlina acaulis L.

Taxonomie:

Carlina acaulis gliedert sich nach MEUSEL & WERNER (1962) in die beiden morphologisch und geographisch gut charakterisierten ssp. *simplex* und ssp. *acaulis*, von denen jeweils verschiedene Formen beschrieben worden sind (HG.). Die Unterart *acaulis* reicht von Osten bis nach Ostsachsen und zum östlichen Bayerischen Wald (OBD.) und erreicht den Untersuchungsraum folglich nicht. Hier ist die ssp. *simplex* verbreitet. Da Überschneidungen der Areale im Untersuchungsraum nicht bestehen, wird davon ausgegangen, daß es sich bei der hier auftretenden Sippe um die ssp. *simplex* handelt, obgleich sie als solche nicht erfaßt worden ist.

Allgemeine Verbreitung:

Carlina acaulis ssp. *simplex* ist in den Gebirgen Mittel- und Südeuropas und deren Vorländer verbreitet (Pyrenäen, Zentralfrankreich, Alpen, Schwarzwald, Jura, Deutsche Mittelgebirge, im Süden bis zum Apennin, den Gebirgen der Balkanhalbinsel bis Nordgriechenland) (LANGE 1996).

In Deutschland kommt die Art in den zentralen und südwestlichen Mittelgebirgen vor. Die Verbreitungsgrenze reicht im Norden bis zum Nordrand des Harzes und bis ins nördliche Weserbergland mit einigen Vorposten etwa bis zur Linie Wolfsburg - Hannover (BfN). Östlich von Rhön, Knüllwald, Habichtswald und Weserbergland bis etwa Porta Westfalica sind keine Vorkommen bekannt.

⁵⁶ Hierbei handelt es sich wahrscheinlich um Primärstandorte.

⁵⁷ Wird im folgenden die Bezeichnung „Kalktrockenrasen“ verwendet, bezieht diese sich gemäß WILMANN (1998:197) auf die Verbände Xerobromion und Mesobromion. Die betreffenden Arten kommen in beiden Verbänden vor.

⁵⁸ Im Internet unter http://ammer.geogr.uni-jena.de/sites2000/contentfrs/fach_01/umweltdaten/nlr/30_00101_02_ffh9150.pdf (Stand: 21. 11. 2005).

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

GOLDSCHMIDT (1908) gibt *C. acualis* für die „sonnige(n) Hänge und Blößen der Muschelkalk-Inseln“ und des „Muschelkalk(s) im südlichen und östlichen Gebietsteile“ an. Bei BOTTLER (1883) findet sich die Angabe „Im Rhöngebirge“.

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Vorkommen von *C. acaulis* ssp. *simplex* sind in weiten Bereichen des Untersuchungsraumes dargestellt. Aus den walddominierten Naturräumen Schönauer Hochfläche und Adelsberger Wald im Süden des Untersuchungsraumes sind keine Nachweise gemeldet worden. Im Westen des Gebietes klingen die Vorkommen aus. Hier verläuft die Arealgrenze der Art durch Mitteldeutschland. Westlich davon ist nach Darstellung des BfN nur ein Vorkommen aus dem nördlichen Sauerland bei Hagen bekannt.

SCHÖNFELDER (1970) macht darauf aufmerksam, daß das heutige Verbreitungsbild nicht durch klimatische oder edaphische Faktoren erklärbar ist. Wahrscheinlicher sind vegetationsgeschichtliche Ursachen. LANGE (l.c.) nimmt an, daß sich *C. acaulis* ssp. *simplex* in der postglazialen Wärmezeit von Südwesten über die Muschelkalkzüge und den Weißen Jura bis in die mitteldeutschen Gebirge ausgebreitet hat. Mit der Ausdehnung des Waldes wurde die Art auf Reliktstandorte zurückgedrängt. Nach BUHL et al. (1974) sind dies lichte Buschwaldkomplexe der Muschelkalksteilhänge. Mit der Zunahme der Weidewirtschaft, vor allem im Mittelalter, erfuhr die Art eine deutliche Förderung. Der abermalige Rückgang von *C. acaulis* ssp. *simplex* im 20. Jahrhundert hat seine Ursache in der Intensivierung der Grünlandbewirtschaftung, die mit der Verkleinerung des Areals einher ging (vgl. Verbreitungskarten in HAEUPLER & SCHÖNFELDER (1989) und BfN).

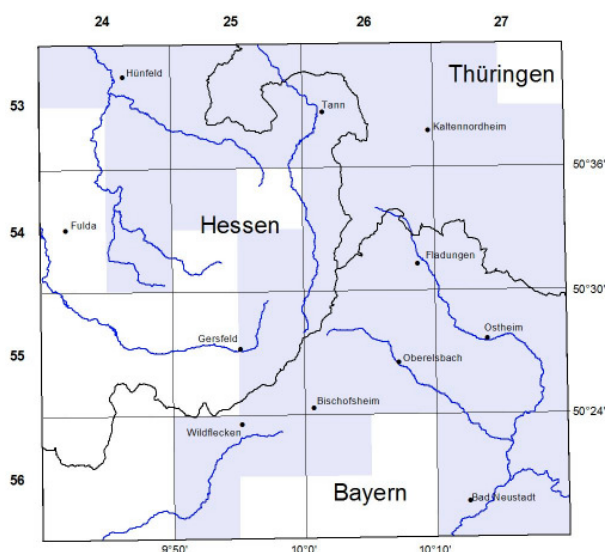


Abb. 40: Verbreitung von *Carlina acaulis* ssp. *simplex* im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)

Verbreitung nach Auswertung der pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen:

Die 293 Nachweise von *Carlina acaulis* ssp. *simplex* stammen überwiegend aus der Östlichen Kuppenrhön, dem nördlichen Teil der Westlichen Kuppenrhön und dem Grabfeld. Schwerpunkte sind jeweils die Muschelkalkgebiete. Weitere Schwerpunktvorkommen finden sich im Bereich der Muschelkalkstandorte (i. w. Westhang der Eube) und der Basaltdecken der Kreuzberggruppe. Nach Westen zur Arealgrenze hin gehen die Nachweise zurück. Die Höhenamplitude liegt zwischen 263 und 885 m ü.NN.

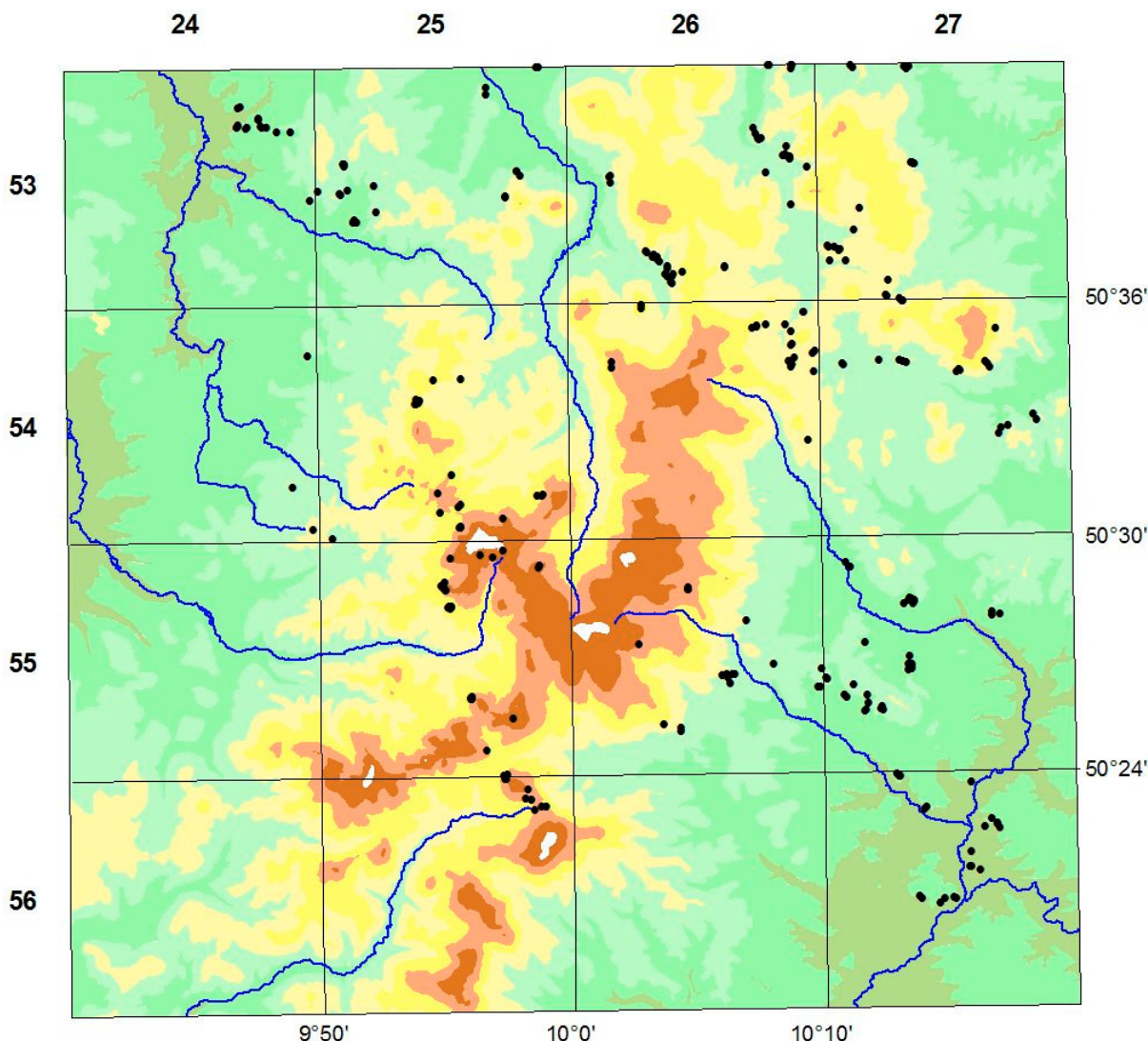


Abb. 41: Aufnahmen mit *Carlina acaulis* ssp. *simplex* (M. ca. 1:300.000)

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes:

Mehr als 90 % der Aufnahmen mit *C. acaulis* ssp. *simplex* haben als Unterlage Kalkgestein. In Aufnahmen aus den Buntsandsteingebieten taucht die Art nicht auf. In geringem Umfang werden ab einer Höhe von etwa 700 m ü.NN auch saure Basaltverwitterungsböden⁵⁹ besiedelt. Dieses Phänomen wird auch bei BUHL, KNAPP & MEUSEL (1974) beschrieben. Demnach bleibt die Art im Hügelland Ostdeutschlands auf Kalkstandorte beschränkt, während die wenigen montanen Fundorte aus acidophytischen Borstgrasrasen stammen (Aufnahme bei SCHUBERT 1973). Nach HG. kommt *C. acaulis* ssp. *simplex* auf Unterlagen aller Art vor, doch wird im Norden Kalk bevorzugt. Die Angaben von BUHL et al. (1974) und HG. stehen somit im Einklang mit den Beobachtungen im Untersuchungsraum. Entsprechendes wurde bei weiteren Arten festgestellt (vgl. Kap. 9.1). Ursachen hierfür sind gleichwohl nicht bekannt.

C. acaulis ssp. *simplex* verhält sich nach EBG. indifferent hinsichtlich der Temperatur. LANGE (1996) bezeichnet die Art hingegen als wärmebedürftig. Im Untersuchungsraum stammt die

⁵⁹ Basalt verwittert zwar primär alkalisch, die seit Jahrhunderten ungebremst wirkenden hohen Niederschläge von bis zu 1.150 mm / Jahr in den Hochlagen haben jedoch zu einer starken Versauerung der Böden geführt. Merkwürdigerweise werden solche Böden nicht nur von typischen Säure-, sondern z.T. auch von typischen Kalkzeigern besiedelt. Auf diese Problematik wird in Kap. 9.1 eingegangen.

Mehrzahl der Nachweise aus Gebieten mit relativ hohen Jahresdurchschnittstemperaturen. Zudem überwiegen die süd-, südwest- und südostexponierten Vorkommen (etwa 60 %) den nord-, nordwest- oder nordostexponierten (ca. 30 %) deutlich. Ein Unterschied zwischen Vorkommen tieferer Lagen zu solchen höherer konnte diesbezüglich nicht festgestellt werden.

Das Vorkommen von *C. acaulis* ssp. *simplex* ist stark abhängig von der Bewirtschaftungsform. Optimale Wuchsbedingungen findet die weide- und trittverträgliche Art (vgl. DIERSCHKE & Briemle 2002) in extensiv genutzten Kalkmagerrasen. Bei Aufdüngung von Grünland und mehrmaliger Mahd geht die stickstoffmeidende und schnittunverträgliche Art⁶⁰ zurück und verschwindet schließlich ganz. Auch Verbrachungen verträgt *C. acaulis* ssp. *simplex* nicht, da sie rasch überwachsen wird und als „Volllichtpflanze“ (Lichtzahl = 9 [EBG.]) vollständig schattunverträglich ist.

9.3.3 Praealpid-nordische Arten

***Alchemilla glaucescens* Wallr.**

Taxonomie:

Alchemilla glaucescens ist diejenige Art der Gattung, die sich am leichtesten von den übrigen *Alchemilla*-Arten trennen läßt (KALHEBER 1979). Sie ist zudem wenig variabel (HG.)⁶¹. Allerdings bestehen komplizierte nomenklatorische Probleme (KALHEBER l.c.). In den Aufnahmen aus dem Untersuchungsraum ist *A. glaucescens* überwiegend als *A. glaucescens* agg. erhoben worden. Da außerhalb der Alpen aus dieser Gruppe nur *A. glaucescens* s. str. vorkommt und diese leicht kenntlich ist, wird davon ausgegangen, daß sich hinter der als *A. glaucescens* agg. erfaßten Sippe *A. glaucescens* Wallr. verbirgt.

Allgemeine Verbreitung:

A. glaucescens kommt im gemäßigten, borealen und alpinen Europa vor. Nach Süden werden Gebirge bis in die Pyrenäen und den Apennin bis Süditalien besiedelt; nach Osten kommt die Art über die Alpen bis zu den Ostkarpaten, nach Norden bis zu den nördlichsten Deutschen Mittelgebirgen vor. Nördlich dieses Teilareals erstreckt sich ein weiteres, von *A. glaucescens* mehr oder wenige zusammenhängend besiedeltes Gebiet, welches von Südkandinavien nach Osten bis ins obere Wolga- und Dnjepr-Gebiet reicht (FRÖHNER [1990] in HG.)⁶².

In Deutschland werden die Alpen und die Mittelgebirge besiedelt. Im Thüringer Wald, Hunsrück und Taunus bestehen größere Verbreitungslücken. Nach Norden reichen die Vorkommen bis zum Harz. Im Nordwesten finden sich einige Nachweise im Wiehengebirge und Teutoburger Wald, zudem kommt *A. glaucescens* im Nordostdeutschen Tiefland bis zur Ostsee vor (BfN).

Durch Deutschland verläuft die nordwestliche Arealgrenze der Art über den Harz, den Solling und das Sauerland. Die Vorkommen nordwestlich davon in England sind nach FRÖHNER (1990 in HG.) eingeschleppt.

⁶⁰ Verträgt nach BRIEMLE & ELLENBERG (1994) nur einen Herbstschnitt.

⁶¹ Das Genus *Alchemilla* ist eine äußerst schwierige Gruppe, bei der nach wie vor nomenklatorische, taxonomische und chorologische Unklarheiten bestehen. Im Gegensatz dazu herrscht über die Taxonomie von *A. glaucescens* weitgehende Klarheit, und auch die Verbreitung ist relativ gut bekannt. Dies liegt an der guten Abgrenzbarkeit der Art von den übrigen Sippen.

⁶² Siehe auch die Verbreitungskarte nach einem Entwurf von Jäger in FRÖHNER (1990:174 [in HG.]).

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

GOLDSCHMIDT (1908) gibt die Art für die „Matten der Bergregion (Hohe Rhön) an“⁶³. BOTTLEK (1883) führt *A. vulgaris* auf, welche er nicht weiter untergliedert⁶⁴.

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

A. glaucescens ist in weiten Bereichen des Untersuchungsraumes vor allem in den höheren Lagen verbreitet. In den tiefer liegenden Vorländern im Nordwesten (Fulda-Haune-Tafelland, Fuldaer Senke) und Südosten (Grabfeld, Südrhön) scheint die Art zu fehlen.

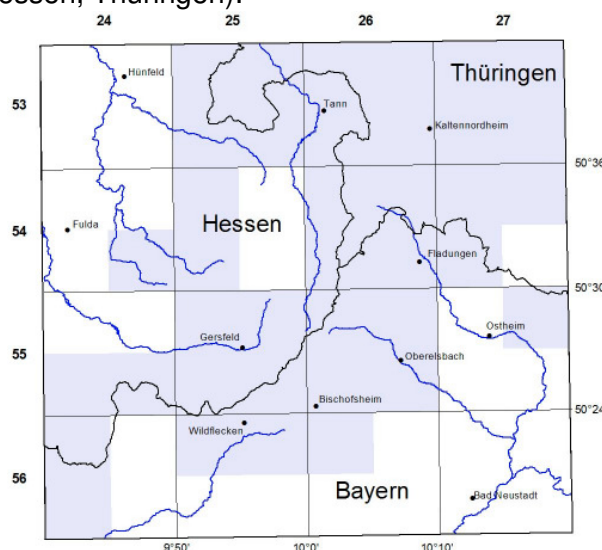


Abb. 42: Verbreitung von *Alchemilla glaucescens* im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)

Verbreitung nach Auswertung der pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen:

A. glaucescens kommt vor allem in Aufnahmen der Hohen Rhön (speziell der Wasserkuppenrhön) und der Vorder- und Kuppenrhön vor. Die Nachweise haben ein Schwergewicht im zentralen und nordwestlichen Untersuchungsraum. Die 198 Nachweise stammen aus einem Höhenbereich zwischen 390 und 940 m ü.NN. Die höchsten Stetigkeiten erreicht die Art in den höheren Lagen. In Aufnahmen tieferer Lagen kommt *A. glaucescens* kaum vor.

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes:

Alchemilla glaucescens ist typisch für die Muschelkalk- und Basaltverwitterungsböden der Hohen Rhön und der höheren Lagen der Westlichen und Östlichen Kuppenrhön. Tiefere Lagen und andere Gesteinsunterlagen, insbesondere Buntsandsteinböden, werden auffallend seltener besiedelt.

A. glaucescens wächst allgemein auf eher trockenen, mageren, kalkreichen wie -armen Böden. In Hessen ist die Art, ebenso wie im Untersuchungsraum zu beobachten, auf Buntsandsteinböden selten oder sie fehlt hier (KALHEBER 1979). Die Verbreitungskarte bei KALHEBER (l.c.) (Karte 5, S. 77), welche den Untersuchungsraum mit einschließt, gibt deutlich die höhenabhängige Verbreitung der Art wieder. Demnach besiedelt *A. glaucescens* schwerpunktmäßig Rhön, Vogelsberg, Meißner, Habichtswald und Westerwald.

Das bekannte ökologische Verhalten der Art, die durch Intensivierung der Weidewirtschaft und Eutrophierung in den Mittelgebirgen stark rückgängig ist (FRÖHNER 1990 in HG.), findet sich auch im Untersuchungsraum wieder. Auffälligkeiten konnten nicht festgestellt werden.

⁶³ Er führt sie unter dem Namen *Alchemilla montana* Willd.

⁶⁴ Die Sammelart war zu dieser Zeit weitgehend nicht untergliedert. Ein Abriß über die Bearbeitung der Gruppe findet sich bei KALHEBER (1978).

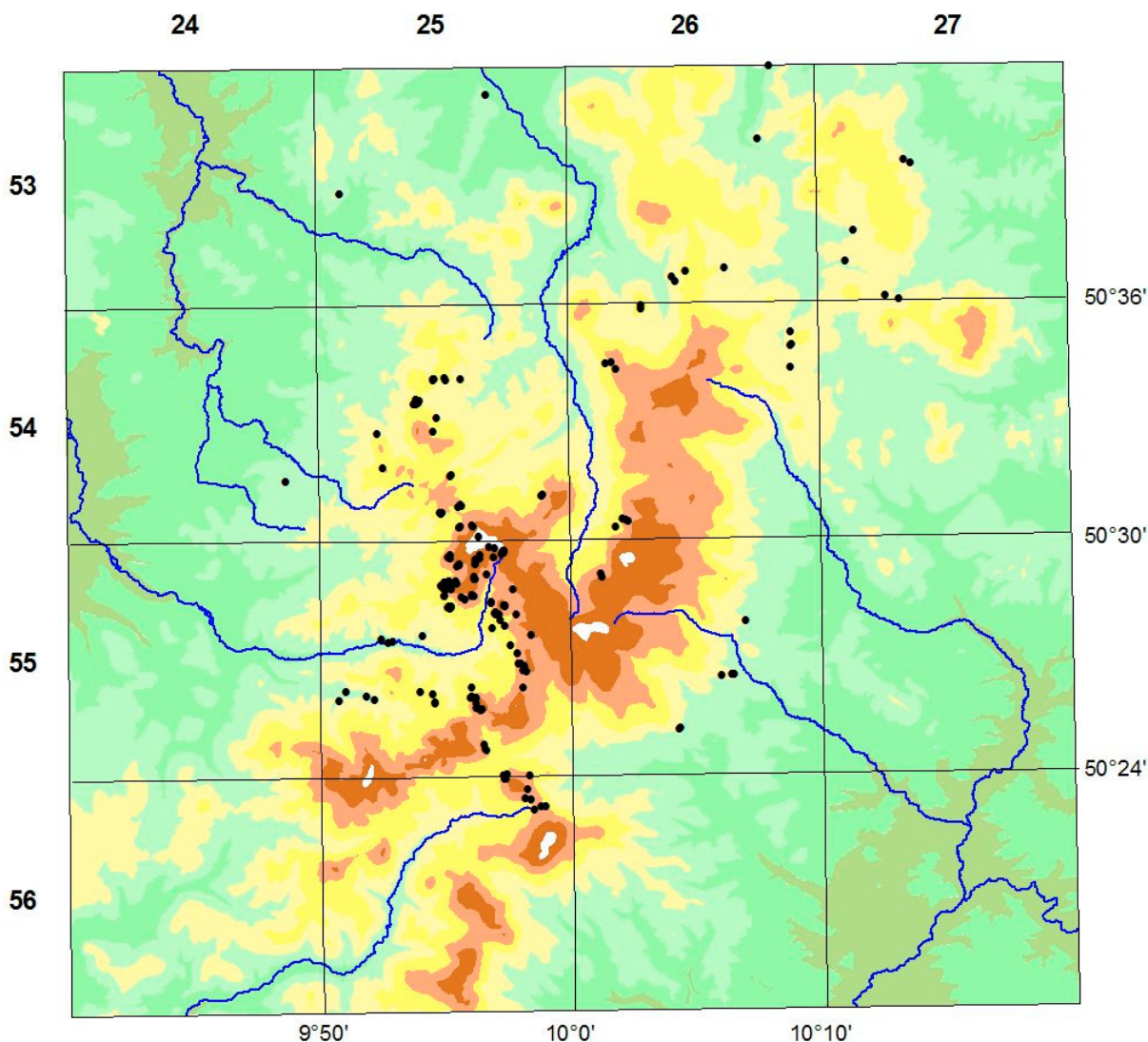


Abb. 43: Aufnahmen mit *Alchemilla glaucescens* (M. ca. 1:300.000)

9.3.4 Nordische Arten

Festuca nigrescens Lam.

Taxonomie:

Festuca nigrescens gehört zum engeren Verwandtschaftskreis von *Festuca rubra*. Sie zählt zu den Arten, die HACKEL (1882) (zit. nach CONERT in HG.) in seiner Monographie der europäischen *Festuca*-Arten unter den Namen *Festuca rubra* var. *fallax* zusammenfaßt. Es sind Arten ohne oder mit nur sehr kurzen Ausläufern. *F. nigrescens* ist eine äußerst kritische Form, die nach ASCHERSON & GRAEBNER (1909) (zit. nach CONERT l.c.) kaum monophyletischen Ursprungs⁶⁵ sein dürfte. Auch G. H. Loos (mdl. Mitteilung Nov. 2005) hält *F. nigrescens* für einen Komplex bisher unzureichend erforschter Sippen. Aufgrund fehlender Merkmale können jedoch keine weiteren Formen abgespalten werden.

⁶⁵ Aus einer einzigen Stammart entstanden.

Allgemeine Verbreitung:

F. nigrescens ist eine süd-, west- und mitteleuropäische Gebirgsart mit Vorkommen von den Pyrenäen über die Alpen bis zu den Karpaten und vom Balkan bis nach Skandinavien (HG.).

Schwerpunkte der Verbreitung in Deutschland sind die Alpen, das Erzgebirge, der Westteil des Rheinischen Schiefergebirges (Hohes Venn), das Rothaargebirge und das Sauerland. Mit zum Areal gehört das sich nördlich an das Sauerland anschließende Tiefland (Münsterland) etwa bis zu den Nordwest-Ausläufern des Teutoburger Waldes sowie Bereiche des Mittel- und Niederrheins (BfN).

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

Die Art ist offenbar im Rhöngebirge früher nicht beachtet bzw. übersehen worden. Bei BOTTNER (1882) findet sich keine Angabe. Auch in der Abhandlung der Gramineen bei GOLDSCHMIDT (1903) gibt es keine Hinweise, obwohl dieser mit HACKEL (s.o.) in Kontakt stand und diesem Exemplare der Gattung *Festuca* aus dem Rhöngebirge vorgelegt hat (ebenda). KLAPP (1929) führt die Art ebenfalls nicht für das Rhöngebirge auf. Erst bei KLAPP (1951), WILMANN & SPEIDEL (1954) und RAABE (1954) werden die Art bzw. die entsprechende Grünlandgesellschaft (Horstschwingelweide, WILMANN & SPEIDEL l.c.) für das Rhöngebirge genannt.

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

In den Länderatlanten sind für den Untersuchungsraum keine Vorkommen dargestellt. In der aus der Datenbank des Bundesamtes für Naturschutz generierten Verbreitungskarte (BfN) sind auf den TK 25-Blättern 5625 Wildflecken und 5626 Sandberg Nachweise markiert.

Verbreitung nach Auswertung der pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen:

Von den 52 Nachweisen liegen 42 in der Höhen Rhön (überwiegend Wasserkuppen- und Lange Rhön) und 10 in der Vorder- und Kuppenrhön in einem Höhenbereich zwischen (458-) 576 bis 923 m ü.NN.

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes:

Festuca nigrescens wurde nur vom Verf. getrennt erfaßt. In allen weiteren Aufnahmen aus dem Untersuchungsraum wurde die Art dem *Festuca rubra*-Aggregat zugeschlagen bzw. übersehen. Die nachfolgende Charakterisierung hat daher nur eingeschränkten Aussagewert.

F. nigrescens besiedelt im Untersuchungsraum die nährstoffarmen, sauren Bergwiesen und -weiden (vor allem Borstgrasrasen) ab etwa 600 m ü.NN. Vereinzelt finden sich tiefere Vorkommen zwischen 450 und 600 m ü.NN. Die Art wächst vor allem auf Basaltverwitterungs- und Buntsandsteinböden. Kalkgestein wird völlig gemieden. Auch RAABE (l.c.) und WILMANN & SPEIDEL (l.c.) geben Basaltverwitterungsböden als Wuchsorte an. Nach SPEIDEL (1952) kommt *F. nigrescens* in Hessen praktisch in allen Höhenlagen von 90 m ü.NN bis über 900 m ü.NN vor. Nach seinen umfangreichen Untersuchungen ist das Boden-pH der ausschlaggebende Faktor für die Verbreitung der Art.

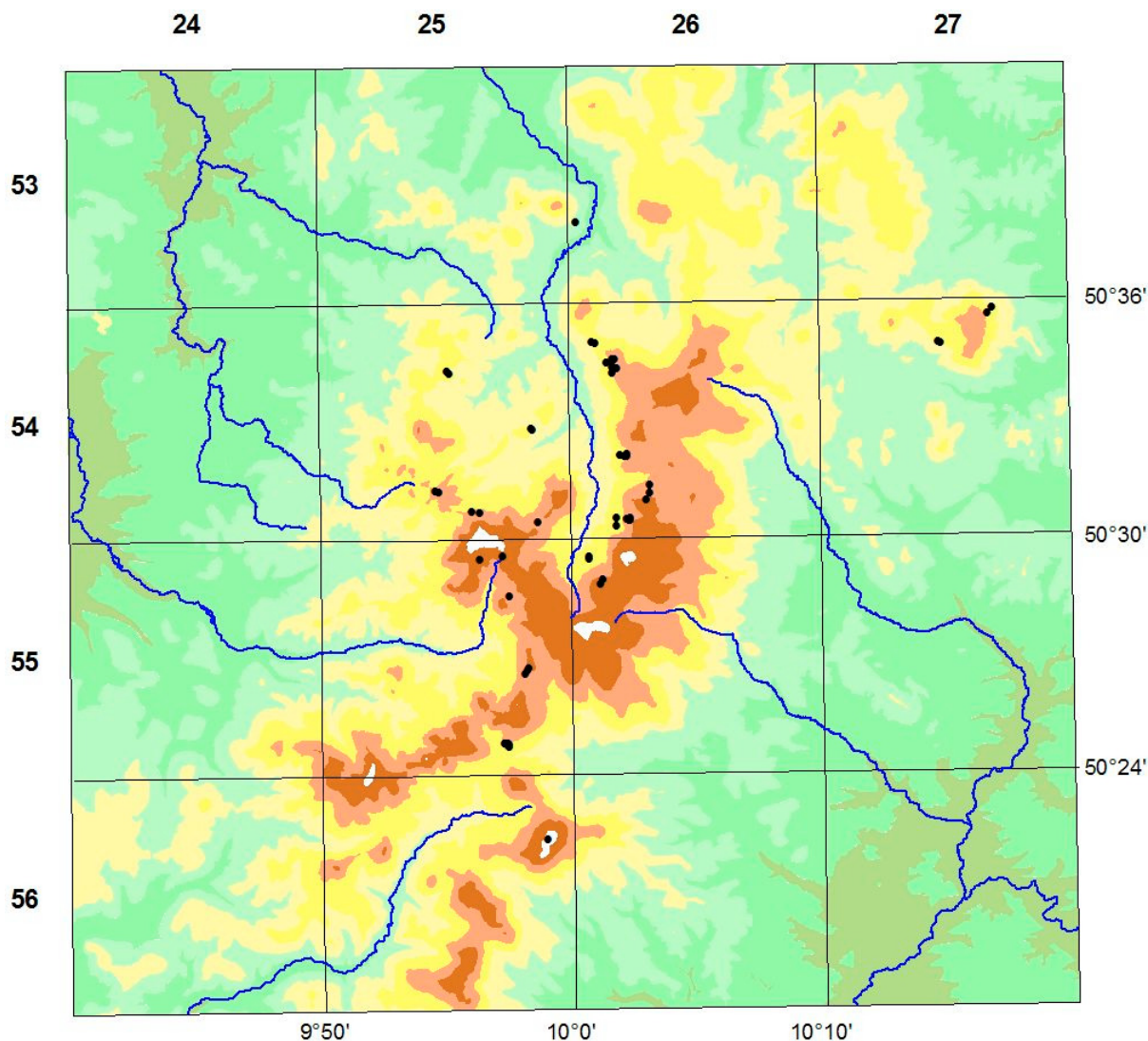


Abb. 44: Aufnahmen mit *Festuca nigrescens* (M. ca. 1:300.000)

Der Kenntnisstand über *F. nigrescens* ist dennoch dürftig (CONERT in HG.). Unklarheit herrscht bezüglich Taxonomie (s.o.), Chorologie und Ökologie der Art. Die ursprüngliche Verbreitung ist aufgrund vielfacher Ansaaten nicht bekannt. So kann in Nordrhein-Westfalen nach HAEUPLER et al. (2003) in der Regel nicht mehr zwischen indigenen Vorkommen und Ansaaten unterschieden werden. Zum ökologischen Verhalten werden widersprüchliche Angaben gemacht. Nach EBG. gilt die Art als Magerkeits- und Säurezeiger. CONERT (2000) gibt neutrale bis schwach saure, nährstoffreiche Böden der Alpen und Voralpen als typische Wuchsorte an. ROTHMALER (2002) nennt kolline bis montane frische Wiesen, Weiden und Magerrasen als Lebensräume. Auch vor diesem Hintergrund ist das ökologische Verhalten im Untersuchungsraum nicht klar einzuordnen. Auf die Art ist in Zukunft verstärkt zu achten.

9.3.5 Eurasischkontinentale Arten

Dianthus superbus L.

Taxonomie:

Dianthus superbus läßt sich in die Unterarten ssp. *superbus*, ssp. *sylvestris* und ssp. *alpestris* untergliedern (OBD.). Diese Untergliederung ist umstritten, da keine qualitativen Merkmale dafür herangezogen werden können (SEYBOLD 1993). Die erstgenannten Unterarten unterscheiden sich vor allem nach Wuchsform, Standort und Blütezeit (HG.), während ssp. *alpestris* wohl nur in Grasfluren und Gebüsch der subalpinen Stufe (Alpen, Vogesen) vorkommt (ebenda, OBD.) und sich daher pflanzengeographisch und standörtlich deutlich abgrenzt. Verschiedene Belege lassen sich jedoch nicht eindeutig zuordnen (SEYBOLD l.c.).

Nach MEIEROTT (2001:28) kommt in Unterfranken „ausschließlich (?) die spätblühende subsp. *sylvestris*“ vor. Die Feststellung bezieht sich auch auf den südöstlichen Untersuchungsraum (Südrhön und Grabfeld). Hier liegen aus den Aufnahmen keine Nachweise vor.

Unterarten sind in den verarbeiteten Aufnahmen nicht unterschieden worden.

Allgemeine Verbreitung:

Das riesige Areal von *Dianthus superbus* L. erstreckt sich vom subatlantischen Europa und nordöstlichen Skandinavien durch Zentralasien bis nach Nordchina, durch die Mandchurei bis Japan und Taiwan. Die Arealgrenze verläuft im Nordwesten durch Westeuropa, Deutschland und den Untersuchungsraum.

Innerhalb von Deutschland reichen die geschlossenen Vorkommen im Nordwesten bis zum Pfälzer Wald, Spessart, Rhön, Kaufunger Wald, Reinhardswald, Nordharz und von da aus bis ins Nordostdeutsche Tiefland. Nordwestlich dieser Linie existieren nur wenige rezente Vorkommen (BfN).

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

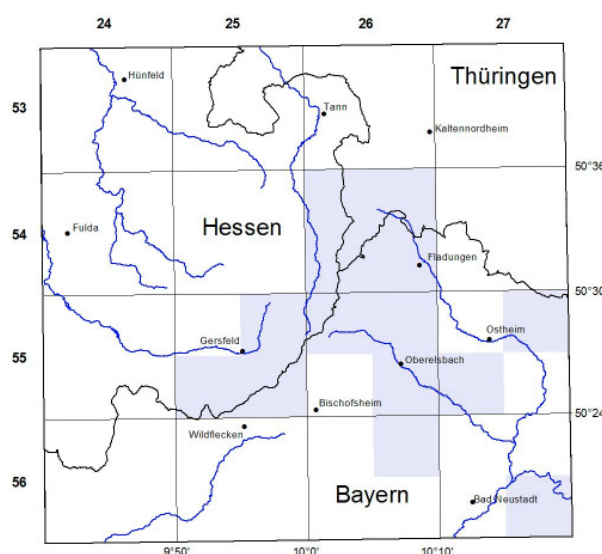
GOLDSCHMIDT (1908) führt die Art für die „Matten der Bergregion (Hohe Rhön)“ auf. BOTTLER (1883) macht keine speziellen Angaben für die Rhön.

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Dargestellt sind Vorkommen von *Dianthus superbus* L. Die Art kommt in der Hohen Rhön und mit größeren Lücken in den östlichen und südöstlichen Vorländern (Südrhön, Grabfeld) vor. Im Untersuchungsraum erreicht *D. superbus* seine nordwestliche Arealgrenze.

Abb. 45: Verbreitung von *Dianthus superbus* im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)



Verbreitung nach Auswertung der pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen:

Unterarten wurden von *D. superbus* nicht unterschieden. Sämtliche Vorkommen (insgesamt 11) liegen in der Hohen Rhön mit Schwerpunkt auf Wasserkuppen- und Lange Rhön in einem Höhenbereich zwischen 805 und 920 m ü.NN in einem eng begrenzten Raum von etwa 10 x 10 km². Diese Vorkommen bilden vermutlich die nordwestliche Arealgrenze der Art im Untersuchungsraum.

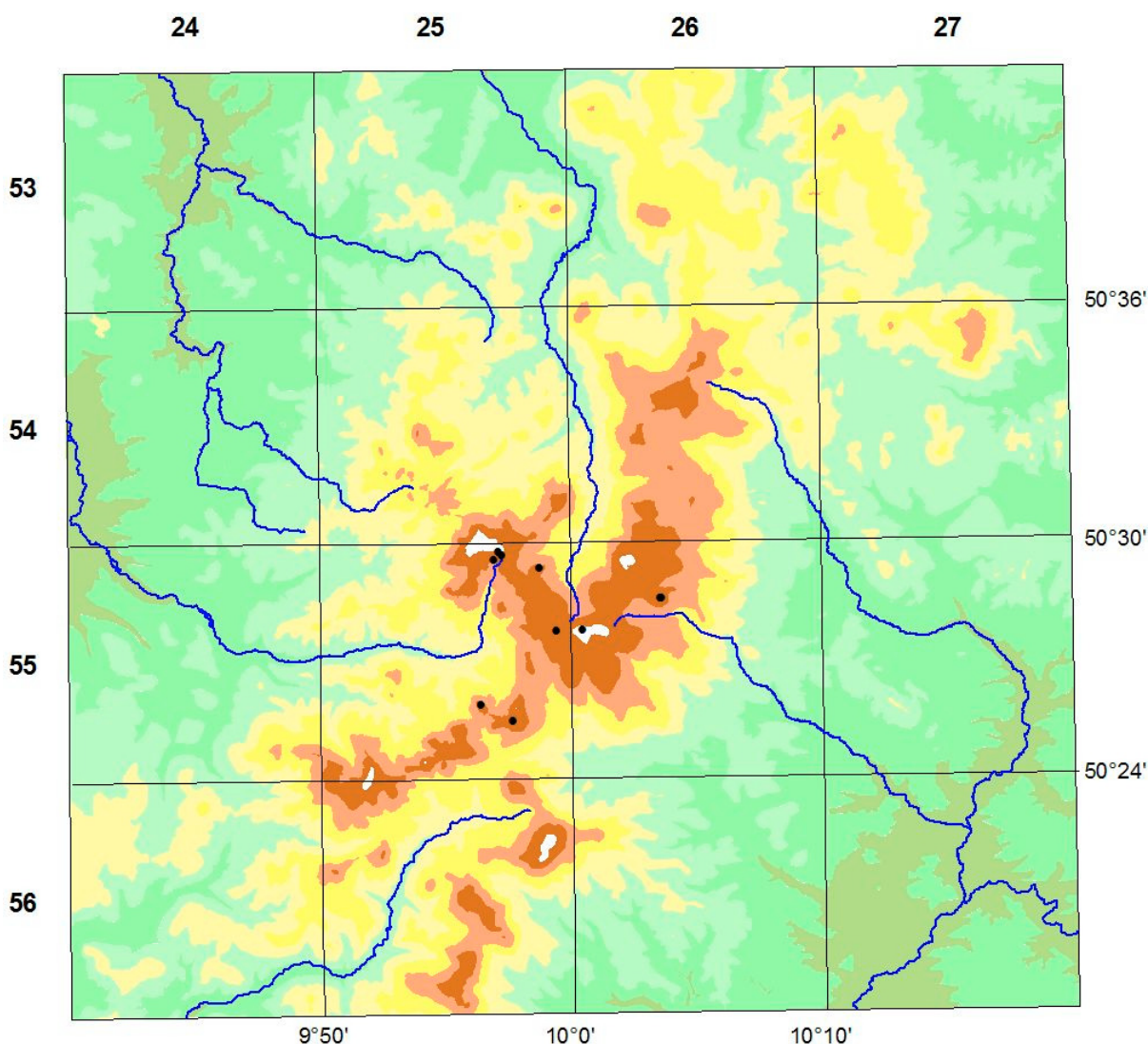


Abb. 46: Aufnahmen mit *Dianthus superbus* (M. ca. 1:300.000)

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes:

In der Hohen Rhön werden ausschließlich Basaltverwitterungsböden der höchsten Lagen besiedelt. Die Standorte sind gekennzeichnet von extrem hohen Jahresniederschlagssummen von überwiegend mehr als 1100 mm und geringen Jahresdurchschnittstemperaturen von etwa 4 - 5 °C. Dies hat an manchen Stellen, wie eigene Untersuchungen im Juli 2005 gezeigt haben, zur Entwicklung anmooriger Böden geführt (s. Kap. 9.1, Gebiet 3: Wasserkuppe). Solche Standortsbedingungen sagen der ssp. *sylvestris* zu (OBD., SEYBOLD 1993).

Der Befund aus den verarbeiteten Aufnahmen deckt sich mit den Angaben, die verschiedene Autoren für den Untersuchungsraum machen (z.B. MEINUNGER 1992:238 „Rhön auf

Hochwiesen bis über 900 m“; KORSCH 1992:5 „Bergwiesen auf dem Rhönkopf und am Ellenbogen SSO Oberweid“).

Das Fehlen in Aufnahmen aus dem östlichen und südlichen Vorländern liegt darin begründet, daß diese fast ausschließlich von mehr oder weniger trockenen Kalkstandorten stammen. Solche Standorte werden von der Art nicht besiedelt. Über die Hohe Rhön führt die nordwestliche Arealgrenze der Art. Westlich davon sind nur wenige Vorposten aus dem Vogelsberg, dem Taunus, dem nördlichen Westerwald und der Eifel bekannt (BfN).

9.3.6 Eurasischkontinentale(-submediterrane) Arten

Bupleurum falcatum L.

Taxonomie:

Bupleurum falcatum ist eine überaus vielgestaltige Art, von der in Mitteleuropa mit ssp. *exaltatum* und ssp. *falcatum* zwei Unterarten auftreten (HG.). Im Bereich des Untersuchungsraumes ist nur die ssp. *falcatum* zu erwarten (OBD.).

Allgemeine Verbreitung:

Bupleurum falcatum ssp. *falcatum* ist in Süd- und Mitteleuropa (Spanien, Südengland, Frankreich, Süddeutschland), nach Osten und Südosten bis Asien (Nahe Osten) verbreitet.

In Deutschland reichen die Vorkommen im Süden bis zur Donau, im Osten etwa bis Fränkische Alp, Thüringer Wald und Harz, nördlich bis zum Elm bei Braunschweig und bis zum Habichtswald bei Kassel. Die Vorkommen im Habichtswald liegen etwas isoliert vom Hauptvorkommen. Im Westen ist die Art im Pfälzer Wald und von da aus nach Norden bis zur Eifel verbreitet. Eine Exklave liegt im Mittellauf der Lahn etwa zwischen Westerwald, Rothaargebirge, Vogelsberg und Taunus (BfN).

Nordwestlich des Untersuchungsraumes sind bis auf die Exklaven im Habichtswald und an der mittleren Lahn keine Vorkommen bekannt.

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

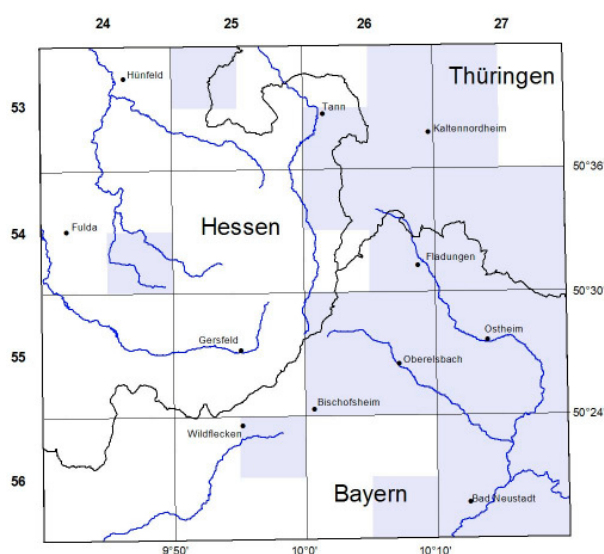
GOLDSCHMIDT (1908) gibt *Bupleurum falcatum* für die „sonnige(n) Hänge und Blößen der Muschelkalk-Inseln“ und des „Muschelkalks im südlichen und östlichen Gebietsteile“ an. BOTTLE (1883) macht keine gesonderten Angaben für das Rhöngebirge und bezeichnet die Art als verbreitet.

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Die Darstellungen konzentrieren sich auf den Osten des Untersuchungsraumes mit Östlicher Kuppenrhön, Östlichem Rhönvorland, Grabfeld und Teilen der Südrhön. Westlich der Hohen Rhön sind nur wenige Vorkommen dargestellt.

Abb. 47: Verbreitung von *Bupleurum falcatum* ssp. *falcatum* im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)



Verbreitung nach Auswertung der pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen:

Bupleurum falcatum ssp. *falcatum* kommt schwerpunktmäßig in Aufnahmen aus dem östlichen Untersuchungsraum vor. Die Nachweise konzentrieren sich auf die Muschelkalkgebiete im Grabfeld und in der Östlichen Kuppenrhön. Einige Vorkommen liegen im Östlichen Rhönvorland und am Ostabfall der Langen Rhön. Westlich der Hohen Rhön taucht die Art nur in vier Aufnahmen auf. *B. falcatum* ssp. *falcatum* wurde in einer Höhenlage zwischen 250 und 630 m ü.NN nachgewiesen, wobei mehr als 90 % der Aufnahmen aus einem Höhenbereich zwischen 250 und 540 m ü.NN stammen.

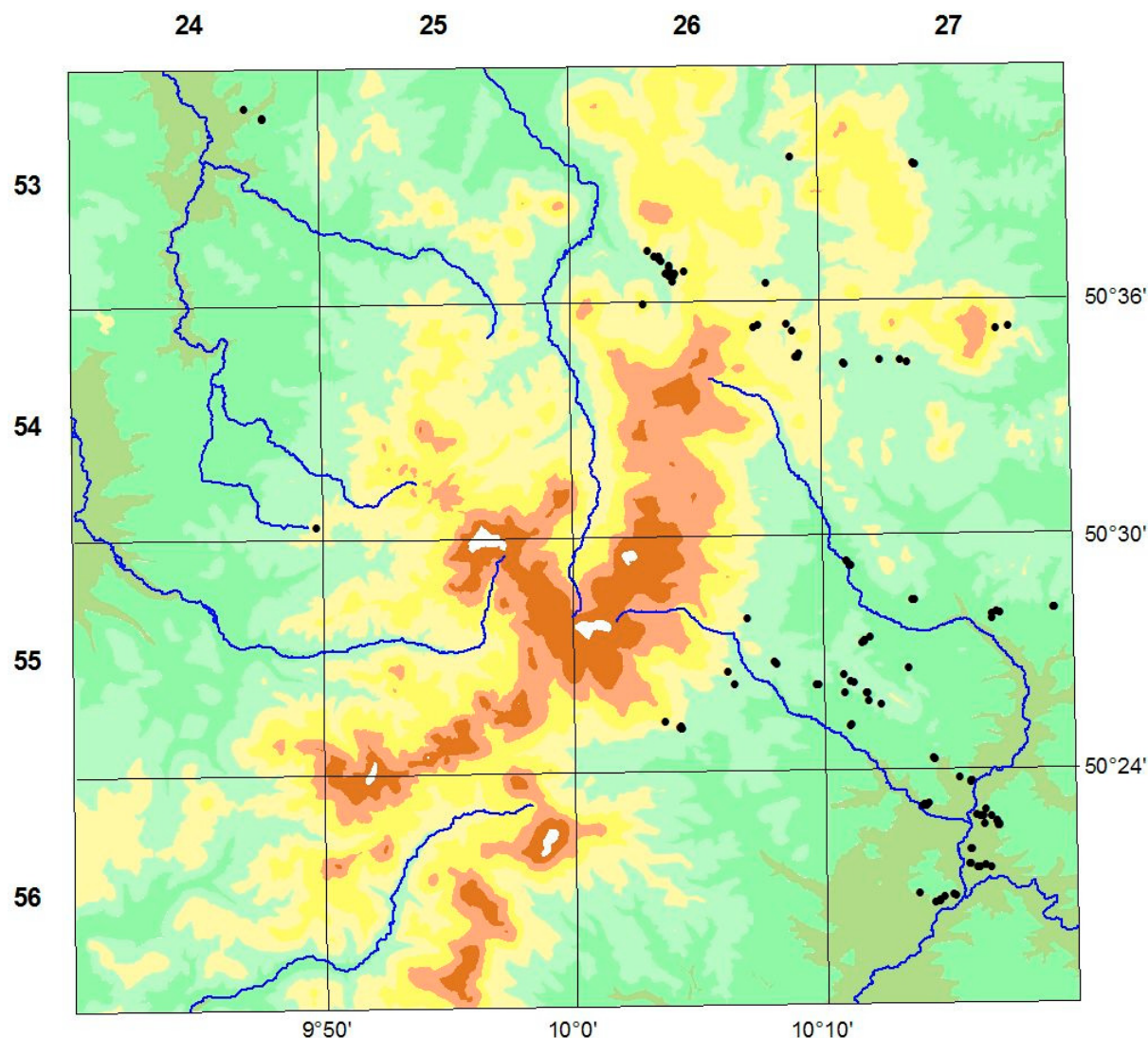


Abb. 48: Aufnahmen mit *Bupleurum falcatum* ssp. *falcatum* (M. ca. 1:300.000)

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes:

Die 121 Aufnahmen mit *Bupleurum falcatum* ssp. *falcatum* liegen ausnahmslos im Bereich von Muschelkalk, überwiegend Unterer Muschelkalk. Mehr als $\frac{3}{4}$ der Aufnahmen sind süd-, südwest- oder südostexponiert. Die besondere Präferenz für nährstoffarme Kalkstandorte in trockenwarmen Lagen ist bekannt (z.B. PHILIPPI 1992, EBG.). Zum Teil werden auch andere Gesteinsunterlagen besiedelt, die weniger stark basisch verwittern. Zum Beispiel kommt die Art nach MEINUNGER (1992) an der mittleren Saale auf Buntsandstein vor. OBD. gibt auch Lößböden an.

Ein Vorkommensschwerpunkt im Untersuchungsraum sind die Kalkmagerrasen im Osten. Zwar sind die Jahresdurchschnittstemperaturen hier nicht auffallend erhöht, doch macht sich das extreme Mikroklima bemerkbar. Der Untere Muschelkalk bildet am Ostabfall in einer markanten Schichtstufe sehr steile Südhänge und sorgt für xerotherme Verhältnisse. Neben Kalkmagerrasen besiedelt *B. falcatum* hier auch thermophile Staudenfluren und lichte, wärmebegünstigte Eichenmischwälder. KNAPP (1969) gibt die Art für die wärmeliebenden Eichenmischwälder und Gebüsche auf Muschelkalk der tiefen Lagen der Rhön und ihrem Vorland an. Entsprechende Aufnahmen finden sich auch bei KAISER (1960). Vermutlich handelt es sich hierbei um Primärstandorte der Art. Weniger extrem ist das Mikroklima der Aufnahmeflächen im Grabfeld, wo sich ein weiterer Verbreitungsschwerpunkt befindet. Hier sind die Niederschläge im Vergleich zu den östlichen und südöstlichen Vorländern deutlich verringert und die Temperaturen merklich erhöht, so daß das Großklima in Verbindung mit der Muschelkalkunterlage ursächlich für die Vorkommen ist.

Peucedanum cervaria (L.) Lap.

Taxonomie:

Von *P. cervaria* sind verschiedene Formen und Rassen beschrieben worden, die durch unterschiedlich ausgeformte Laubblätter, abweichende Hüllblätter und unterschiedliche Doldeausbildung gekennzeichnet sind (HG.). Taxonomisch sind sie ohne Bedeutung.

Allgemeine Verbreitung:

P. cervaria kommt in Süd- und Mitteleuropa vor: südwärts bis Nordspanien, Italien und Balkan-Halbinsel, nach Osten bis Mittelrussland, im Nordosten bis zur Oder und Weichsel.

Die nordwestliche Arealgrenze verläuft durch Deutschland. Nordwestlich von Fränkischem Stufenland, Steigerwald, Ostteil der Rhön und Harz sind nur wenige Vorposten bekannt. In Süddeutschland reichen die Vorkommen weiter nach Westen (bis zum Pfälzer Wald, Nordpfälzer Bergland und Hunsrück) (BfN).

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

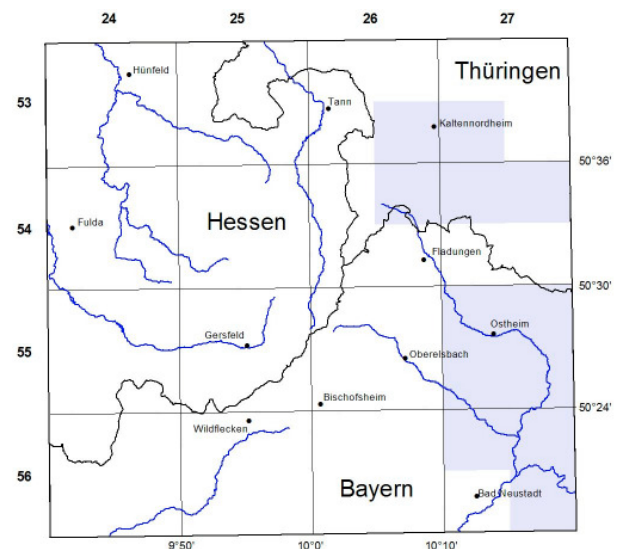
GOLDSCHMIDT (1908) nennt als Wuchsorte im Rhöngebirge „Laubwald auf Muschelkalk“ und „sonnige Hänge und Blößen des Muschelkalks im südlichen und östlichen Gebietsteile“. BOTTLER (1883) macht keine gesonderten Angaben für das Rhöngebirge und bezeichnet die Art als „gemein“. Nach DRUDE (1902) (zit. nach GROSSMAN 1970) ist die Art in der östlichen Vorderrhön allgemein verbreitet.

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Die Vorkommen beschränken sich auf den Ostteil des Untersuchungsraumes und beziehen sich auf das wärmebegünstigte Grabfeld und die Muschelkalkgebiete im Norden der Östlichen Kuppenrhön.

Abb. 49: Verbreitung von *Peucedanum cervaria* im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)



Verbreitung nach Auswertung der pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen:

Nachweise liegen nur aus dem Ostteil des Untersuchungsraumes vor. Ebenso wie in den Länderatlanten dargestellt, konzentrieren sich die Vorkommen im niederschlagsarmen, wärmebegünstigten Grabfeld und im Nordabschnitt der Östlichen Kuppenrhön mit dem hier verbreiteten Muschelkalk. Die entsprechenden Aufnahmen liegen in einem Höhenbereich zwischen 270 und 550 m ü.NN.

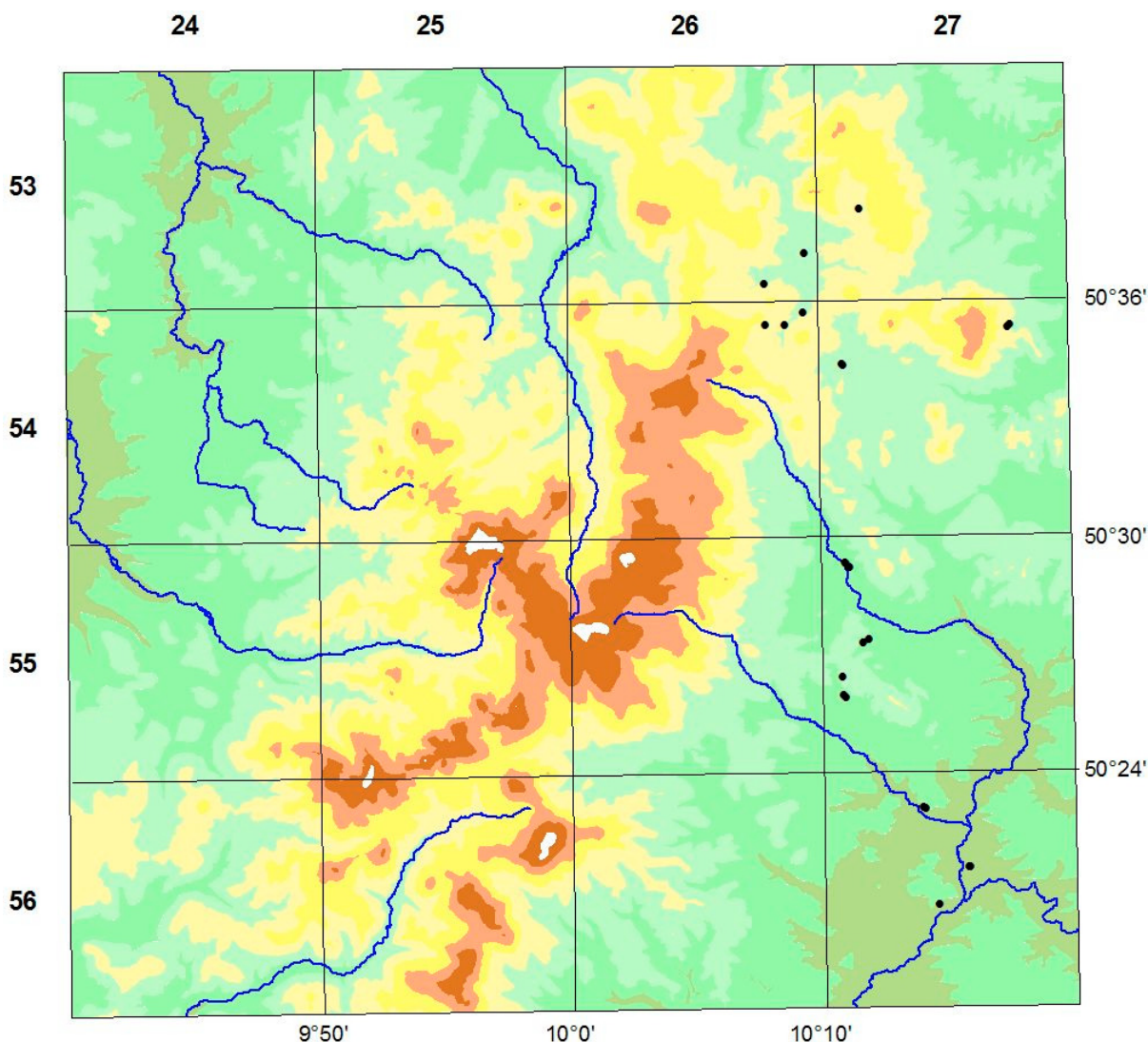


Abb. 50: Aufnahmen mit *Peucedanum cervaria* (M. ca. 1:300.000)

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes:

Alle 23 Aufnahmen mit *P. cervaria* liegen im Bereich von Unterem Muschelkalk und sind in der Regel (zu ca. 75 %) stark nach Süden, Südwesten oder Südosten exponiert (20-30°). Die Art gilt als Magerkeits- und Kalkzeiger, welche nur ausnahmsweise auf reicheren Böden anzutreffen ist (PHILIPPI 1992). Zudem werden nur trockene Standorte besiedelt; folglich wird *P. cervaria* als Trockenzeiger (EBG.) bzw. echter Trockenheitszeiger (HG.) bezeichnet. Zusammenfassend kann die Art als xerothermophil und basiphil bezeichnet werden. Als typische Lebensräume werden entsprechend ausgeprägte Eichen- und Kiefernwälder, Gebüsche sowie Staudenfluren und Trockenrasen besiedelt.

Die Ökologie von *P. cervaria* im Untersuchungsraum ist ähnlich der von *Bupleurum falcatum* ssp. *falcatum*. Neben xerothermophilen Kalkmagerrasen wird die Art auch in trockenwarmen Laubmischwäldern auf Muschelkalk angetroffen. Aufnahmen finden sich bei KNAPP (1969) und KAISER (1960). Insgesamt ist die Art in den Kalkmagerrasen des Untersuchungsraumes seltener als *Bupleurum falcatum* ssp. *falcatum*, was auf die submediterrane beeinflusste pflanzengeographische Hauptverbreitung zurückzuführen ist. *P. cervaria* erreicht im Untersuchungsraum seine westliche Verbreitungsgrenze.

9.3.7 Gemäßig-kontinentale Arten

Aster amellus L.

Taxonomie:

Aster amellus ist in Mitteleuropa unkritisch. Im östlichen Areal, etwa östlich Kiew bis Kinbyschew und nördlich bis Moskau, besteht eine Überschneidung mit dem Areal des nahe verwandten und sehr ähnlichen *A. amelloides*. Einige Autoren halten beide Taxa für eine Art (EUROPEAN NATURE INFORMATION SYSTEM - FLORA EUROPAEA WEBSITE⁶⁶). Für Mitteleuropa haben diese taxonomischen Unklarheiten keine Bedeutung.

Allgemeine Verbreitung:

Die Verbreitung erstreckt sich von Südosteuropa über Osteuropa bis Westsibirien. Im Westen besiedelt die Art Mittelfrankreich und das südliche Westdeutschland (HG.).

Aster amellus erreicht in Deutschland die Nord- und Nordwestgrenze seines Areals. Die Vorkommen reichen im Nordosten bis zu den nördlichen Harz-Ausläufern, im Nordwesten bis zur Osthön und zum Kaufunger Wald. In Westdeutschland kommt die Art bis zum Spessart und den Rhein abwärts bis etwa Koblenz vor. Einige Vorposten reichen bis in die Nordeifel (BfN).

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

GOLDSCHMIDT (1908) nennt als Wuchsorte im Rhöngebirge „Laubwald auf Muschelkalk“. BOTTLER (1883) macht keine speziellen Angaben für die Rhön.

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Im östlichen Untersuchungsraum ist *Aster amellus* weit verbreitet. Nur in den walddreichen Naturräumen Südrhön und Salzunger Werrabergland sind keine Vorkommen dargestellt. Im westlichen Untersuchungsraum sind bis auf eine Ausnahme in der Westlichen Kuppenrhön (4. Quadrant Blatt 5325 Spahl) keine Nachweise bekannt⁶⁷.

Verbreitung nach Auswertung der pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen:

Aster amellus kommt nur in Aufnahmen aus dem östlichen Untersuchungsraum vor. Die 78 Nachweise konzentrieren sich auf die Muschelkalkgebiete im Grabfeld und in der Östlichen

⁶⁶ <http://eunis.eea.eu.int/species-factsheet.jsp?idSpecies=153537&idSpeciesLink=153537>

⁶⁷ Nach GROSSMANN (1967) kam *A. amellus* noch 1946 am Schulzenberg westlich Fulda vor, konnte sich dort aber nicht behaupten.

Kuppenrhön. *A. amellus* wurde in einem Höhenbereich zwischen 250 und 540 (640) m ü.NN nachgewiesen.

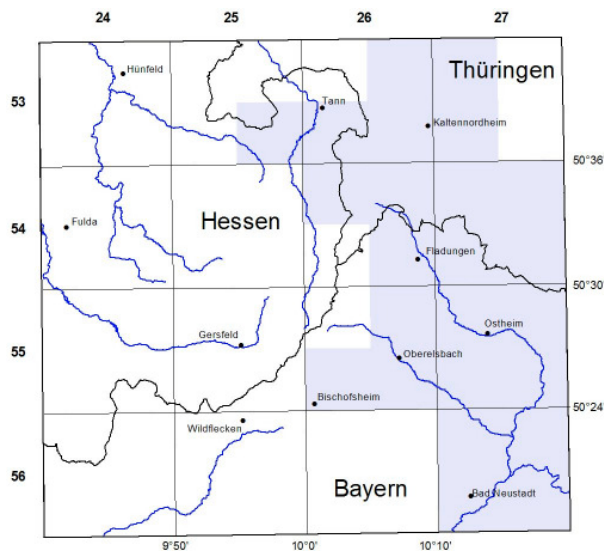


Abb. 51: Verbreitung von *Aster amellus* im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)

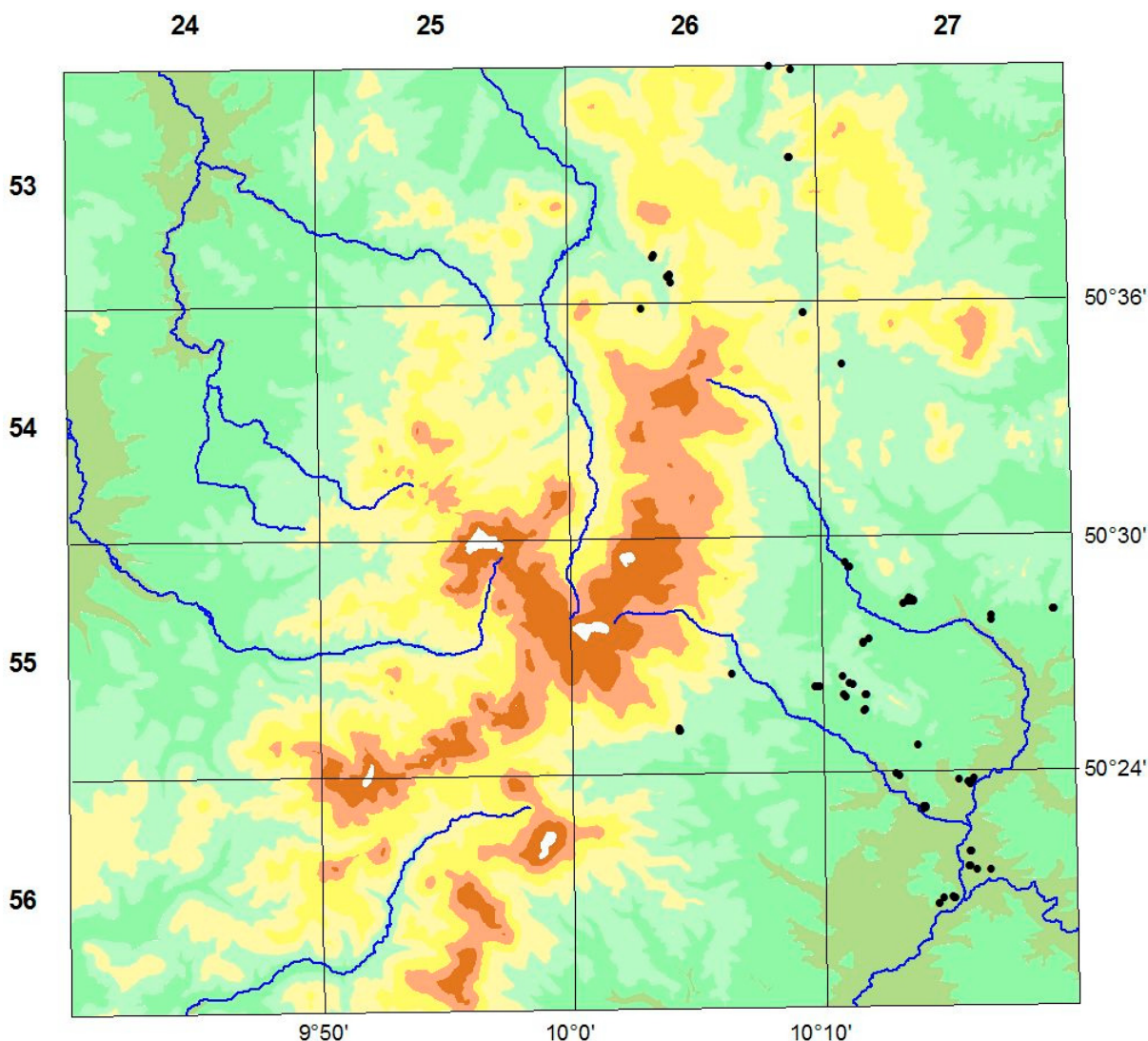


Abb. 52: Aufnahmen mit *Aster amellus* (M. ca. 1:300.000)

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes:

Alle 78 Aufnahmen mit *Aster amellus* wurden im Bereich von Muschelkalk, überwiegend Unterer Muschelkalk, erhoben. 80 % von ihnen sind süd-, südwest- oder südostexponiert. In Aufnahmen über 540 m ü.NN taucht die Art nur einmal auf.

A. amellus gilt als wärmebedürftiger, trockenheitsertragender, nährstoffmeidender Kalkzeiger (nach EBG. stets auf kalkreichen Böden [Reaktionszahl = 9]), der nach GROSSMANN (1967) auf Muschelkalk im unterfränkischen Rhönvorland fast immer zu finden ist. Als Lebensräume werden allgemein Säume sonniger Gebüsche, lichte (Kiefern-)Wälder und Kalktrockenrasen genannt. Im Untersuchungsraum kommt *A. amellus* nur in Aufnahmen aus den wärmebegünstigten Muschelkalkgebieten im Osten vor. Die Standorte sind überwiegend sonnenexponiert, wodurch in Verbindung mit der Muschelkalkauflage ein extremes trockenheies Mikroklima entsteht.

Neben Kalktrockenrasen werden im Untersuchungsraum auch Trockenwälder besiedelt, wie KNAPP (1969) und KAISER (1960) darlegen. Insbesondere scheinen dabei die von der Hohen Rhön steil nach Osten bzw. Südosten hin abfallenden Muschelkalkschichtstufen besiedelt zu werden. KNAPP (l.c.) nennt als Wuchsorte von *A. amellus* und weiteren xerothermen Arten die von Trockenrasen und Trockenwäldern eingenommenen oberen Hangkanten, wo sogar einige pontisch-pannonische Geoelemente vorkommen.

9.3.8 Kontinental-submediterrane Arten

Tanacetum corymbosum (L.) Schultz Bip. 1844

Taxonomie:

Tanacetum corymbosum tritt in Mitteleuropa in zwei Varietäten und verschiedenen Formen auf. Die sehr weit verbreitete var. *typicum* wird in den Ostalpen, den Schweizer Südalpen und den Österreichischen Alpen von der var. *subcorymbosum* ersetzt (HG.).

Allgemeine Verbreitung:

Tanacetum corymbosum ist in Ost- und Mitteleuropa verbreitet. Das Areal reicht nördlich bis Polen, im Nordwesten bis Deutschland, Belgien und Frankreich, im Süden bis Portugal, Mittelitalien und Nordafrika, östlich bis Kleinasien, dem Kaukasus und bis Russland (HG.).

In Deutschland ist *T. corymbosum* in den wärmeren Kalkgebieten des Südens und der Mittelgebirge verbreitet. Nach Norden reichen die Vorkommen bis zu den nördlichsten Mittelgebirgen (Elm, Deister), im Westen ins nördliche Bergische Land und in das Nordpfälzer Bergland. In den sich nördlich der Donau erhebenden Mittelgebirgen (Schwarzwald, Schwäbische und Fränkische Alb, Bayerischer Wald) ist *T. corymbosum* flächenhaft verbreitet, südlich davon ist die Verbreitung lückenhaft.

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

GOLDSCHMIDT (1908) gibt *T. corymbosum* für Laubwald auf Muschelkalk an. BOTTLER (1883) führt ein Vorkommen bei Bischofsheim an.

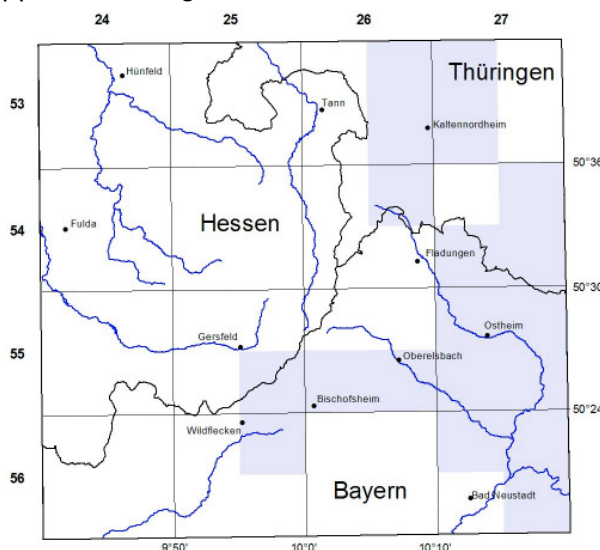
Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Vorkommen von *T. corymbosum* sind im östlichen Untersuchungsraum im Grabfeld, im Östlichen Rhönvorland und in der Östlichen Kuppenrhön dargestellt. Weitere Vorkommen finden sich in der Hohen Rhön in den Naturräumen Kreuzberggruppe, Dammersfeldrücken und Ostabfall der Langen Rhön (Südteil). In den westlichen Vorländern kommt die Art nicht vor.

Westlich der Nachweise im Untersuchungsraum besteht eine größere Verbreitungslücke bis zum etwa 130 km entfernten Westerwald, wo wenige Vorkommen bekannt sind (BfN).

Abb. 53: Verbreitung von *Tanacetum corymbosum* im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)



Verbreitung nach Auswertung der pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen:

Die fünf Nachweise stammen aus dem östlichen Untersuchungsraum und beziehen sich auf die Östliche Kuppenrhön, das Östliche Rhönvorland und das Mellrichstädter Gäu. Die entsprechenden Aufnahmen wurden in einem Höhenbereich zwischen 350 und 485 m ü.NN erhoben.

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes:

T. corymbosum wurde nur in wärmebegünstigten, regenarmen Gebieten tieferer Lagen auf Muschelkalk gefunden. Alle Standorte sind süd-, südwest- oder westexponiert mit Neigungen von 20 bis 25°. An solchen Standorten herrscht ein xerothermes Mikroklima. Dies wird auch anhand weiterer Arten dieser Aufnahmen wie *Aster amellus*, *Bupleurum falcatum* ssp. *falcatum* oder *Peucedanum cervaria* deutlich (alle drei Arten wurden bereits oben besprochen).

T. corymbosum gilt als kalkbevorzugender Wärmezeiger (EBG.), der neben Trockenrasen auch warme Staudenfluren, lichte Gebüsche und Trockenwälder xerothermer Kalkstandorte besiedelt. Auch im Untersuchungsraum wird die Art in trockenwarmen Wäldern auf Kalk gefunden, wo sie oft gemeinsam mit *Aster amellus*, *Bupleurum falcatum* ssp. *falcatum* und *Peucedanum cervaria* vorkommt (KAISER 1960, KNAPP 1969).

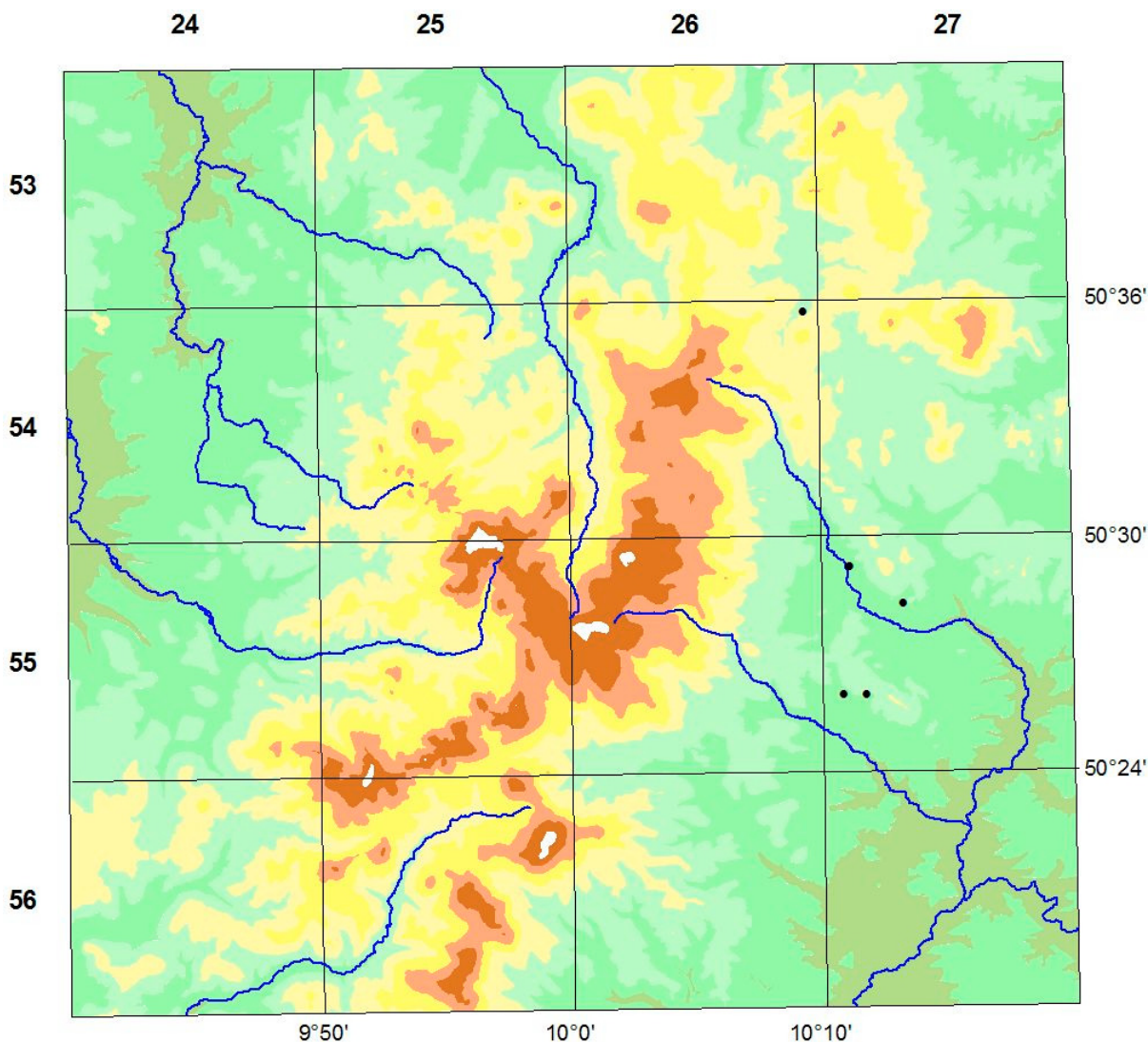


Abb. 54: Aufnahmen mit *Tanacetum corymbosum* (M. ca. 1:300.000)

9.3.9 Submediterrane Arten

Linum tenuifolium L.

Taxonomie:

Von *Linum tenuifolium* werden verschiedene Varietäten und Formen beschrieben, die auf unterschiedliche Wuchsformen, andersartige Ausbildungen der Kelchblätter, Verschiedenfarbigkeit der Kronblätter oder fehlende bzw. vorhandene Stengelbehaarung gründen (HG.). Diese Varietäten und Formen sind ohne taxonomische Bedeutung.

Allgemeine Verbreitung:

Linum tenuifolium ist in Süd- und Mitteleuropa und in Kleinasien verbreitet. Das Areal reicht im Westen bis West- und Mittelfrankreich, im Süden und Südosten bis Süditalien, Nordgriechenland, Südtürkei und Nordsyrien und im Osten bis zum Kaspischen Meer. Im Norden verläuft die Arealgrenze von Belgien über Mitteldeutschland nach Osten bis zur Ukraine (DEMUTH 1992b).

Innerhalb Deutschlands kommt *L. tenuifolium* nur in Südwest- und Mitteldeutschland vor. Verbreitungsschwerpunkte im Süden sind nördlicher Schwarzwald, Kraichgau, östlicher Odenwald und Rheinhessen. In Mitteldeutschland finden sich Vorkommen östlich des Thüringer Waldes an der Saale und in den südlichen und südöstlichen Vorländern der Rhön (Südrhön, Grabfeld). Die nördlichsten Vorkommen reichen bis in das obere Leinetal zwischen Göttingen und Northeim und bis an die Oberweser zwischen Bad Karlshafen und Münden (BfN).

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

GOLDSCHMIDT (1908) gibt *Linum tenuifolium* für die „sonnige(n) Hänge und Blößen des Muschelkalks im südlichen und östlichen Gebietsteile“ an. Bei BOTTLEK (1883) findet sich die Angabe „in der Rhön bei Ostheim“.

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Vorkommen sind nur in einem schmalen Streifen im Osten und Südosten des Untersuchungsraumes dargestellt.

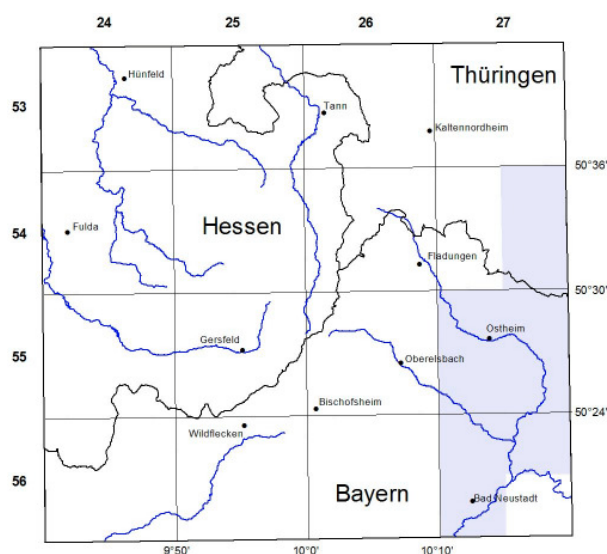


Abb. 55: Verbreitung von *Linum tenuifolium* im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)

Verbreitung nach Auswertung der pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen:

Die 42 Vorkommen von *L. tenuifolium* liegen überwiegend im südöstlichen Untersuchungsraum (Grabfeld und östliche Abschnitte von Östlicher Kuppenrhön und Östlichem Rhönvorland). Zwei Nachweise finden sich abseits davon im nördlichen Untersuchungsraum (bei Unterweid [5326/3] und südlich Dermbach [5326/2]), zwei weitere in der Westlichen Kuppenrhön (westlich Mittelaschenbach bzw. östlich Hofaschenbach [5325/3]). *L. tenuifolium* wurde in einer Höhenlage zwischen 260 und 460 (500) m ü.NN nachgewiesen.

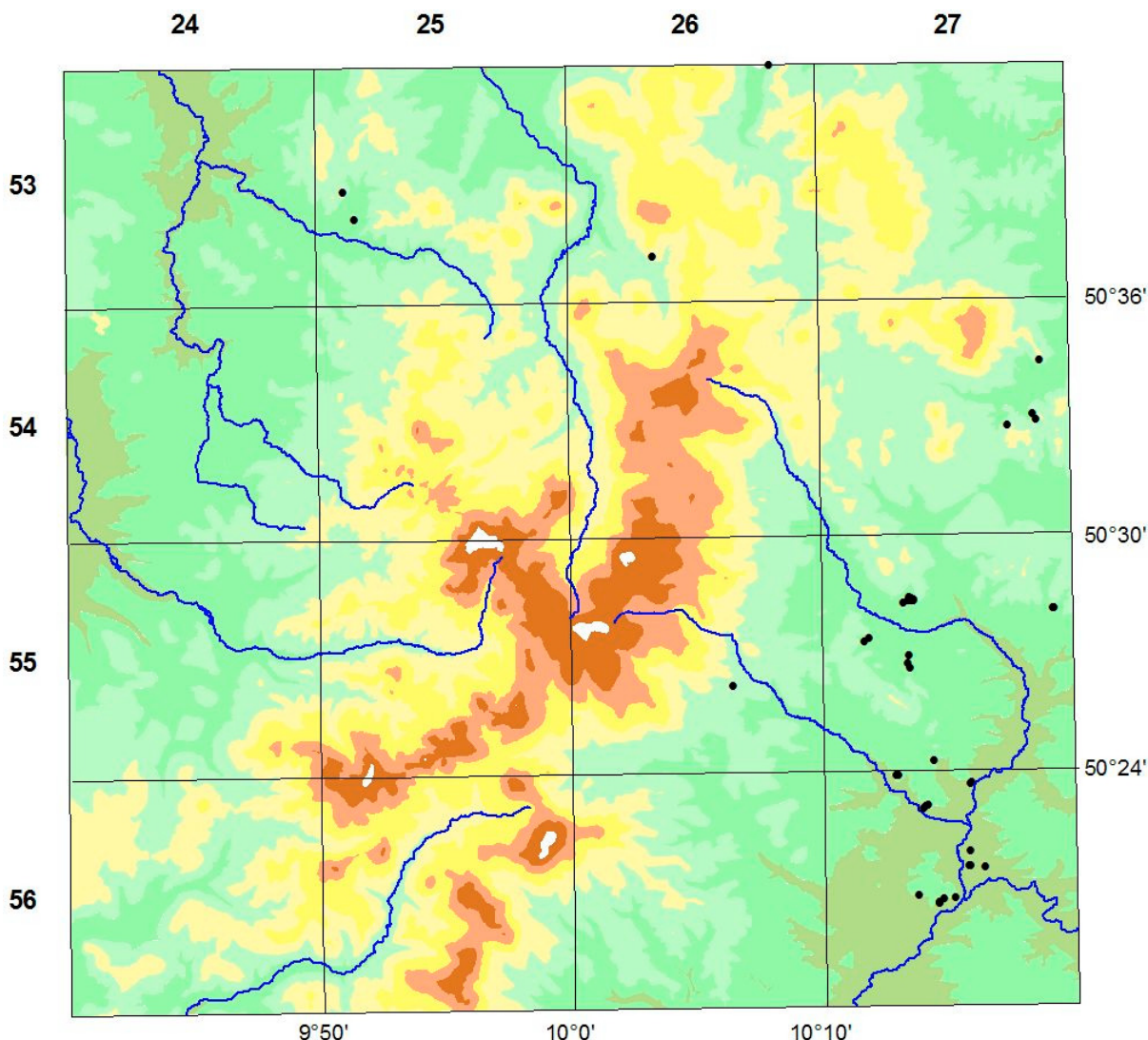


Abb. 56: Aufnahmen mit *Linum tenuifolium* (M. ca. 1:300.000)

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes:

Alle Aufnahmen mit *Linum tenuifolium* liegen auf Muschelkalkunterlagen (vor allem Unterer Muschelkalk) tiefer Lagen überwiegend im Südosten des Untersuchungsraumes. Die Jahresdurchschnittstemperaturen sind hier die höchsten, die Niederschlagssummen die geringsten im Untersuchungsraum.

L. tenuifolium gilt als Basen- und Kalkzeiger und als Wärmezeiger bis extremer Wärmezeiger (EBG.: Temperaturzahl 8 und Reaktionszahl 9). Es werden fast nur stickstoffarme und zudem trockene bis extrem trockene, skelettreiche Böden besiedelt (EBG.: Stickstoffzahl 2, Feuchtezahl 2). Typische Lebensräume sind Kalktrockenrasen (Xerobromion und Mesobromion [OBD.]).

Diese Standortscharakteristik und Biotopbindung können auch für den Untersuchungsraum bestätigt werden. Auch hier werden nur Kalktrockenrasen (überwiegend sonnenexponiert) in wärmsten Lagen besiedelt.

Angaben über Vorkommen der Art im Untersuchungsraum finden sich bei KAISER (1960), GROSSMANN (1967), KNAPP (1969) und LANGE (1994). Übereinstimmend wird auf die xerothermen, basischen Standortverhältnisse hingewiesen. Die Angaben von KAISER,

GROSSMANN und KNAPP beschränken sich auf die Ostrhön, wo die Art nicht selten ist (MEINUNGER 1992). Nach GROSSMANN (l.c.) fehlt sie in der hessischen Rhön.

L. tenuifolium kommt sehr selten auch in der Westlichen Kuppenrhön vor. LANGE (l.c.) fand es bei Hofaschenbach⁶⁸ (5325/3) in einem klimatisch begünstigten Teilbereich des Naturraums. Die Funde sind deshalb von besonderer Bedeutung, weil sie isoliert von den Zentren wärmebedürftiger Arten (Fränkische Saale und Meininger Becken) liegen.

Stachys recta L.

Taxonomie:

Stachys recta ist in Mitteleuropa nur wenig veränderlich, in Südeuropa bis in die Südalpen jedoch sehr formenreich (HG.).

Allgemeine Verbreitung:

S. recta kommt in Südeuropa, Mitteleuropa und Westasien vor, im Süden von Nordspanien über Süditalien bis zum Balkan, im Norden von Belgien über Norddeutschland, Polen bis in den Ural (HG., KLEINSTEUBER 1996).

In Deutschland ist *S. recta* in den Kalkgebieten des Südens und der Mittelgebirge sowie in Nordostdeutschland verbreitet. In den Mittelgebirgen nördlich der Donau kommt die Art flächenhaft vor, südlich davon ist die Verbreitung lückenhaft. Nach Nordosten reichen die Vorkommen bis in die Mecklenburgische Seenplatte, südlich davon nach Westen bis ins Leinetal bei Hannover und weiter südwestlich bis ins Lipper Land (Westfalen). Westlich der Hohen Rhön besteht eine größere Verbreitungslücke bis zum Rhein, von wo aus *S. recta* im Rheintal nach Nordwesten bis zur Ruhrmündung vorstößt. Die westlichsten Vorkommen liegen in der Eifel und im Nordpfälzer Bergland (BfN).

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

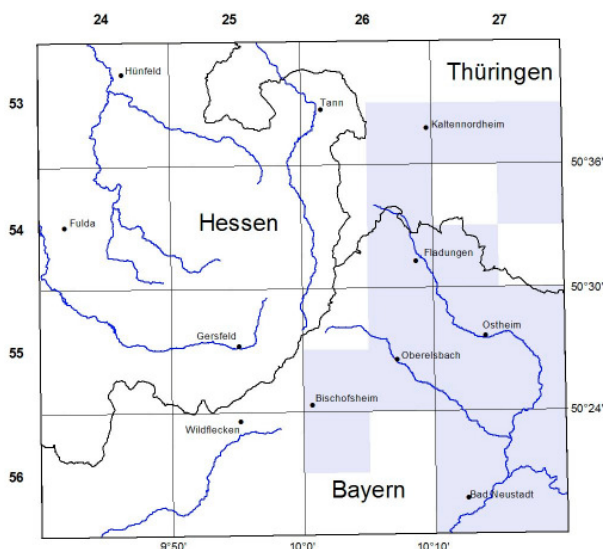
GOLDSCHMIDT (1908) gibt *Stachys recta* für die „sonnige(n) Hänge und Blössen des Muschelkalks im südlichen und östlichen Gebietsteile“ an. BOTTLE (1883) bezeichnet die Art als häufig auf Kalk, spezielle Angaben für die Rhön macht er nicht.

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Stachys recta ist im östlichen Untersuchungsraum weit verbreitet. Innerhalb des Grabfeldes sind sämtliche Viertelquadranten mit Vorkommen belegt. In weiten Bereichen der Hohen Rhön und im gesamten westlichen Vorland sind keine Nachweise bekannt.

Abb. 57: Verbreitung von *Stachys recta* im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)



⁶⁸ Diese Nachweise sind in Abb. 56 mit dargestellt.

Verbreitung nach Auswertung der pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen:

Die 52 Nachweise liegen bis auf wenige Ausnahmen im südöstlichen Untersuchungsraum im Grabfeld und den daran angrenzenden südlichsten Bereichen des Östlichen Rhönvorlandes. Drei Vorkommen liegen etwas isoliert davon bei Erbenhausen (5426/2) und Kaltennordheim (5326/4).

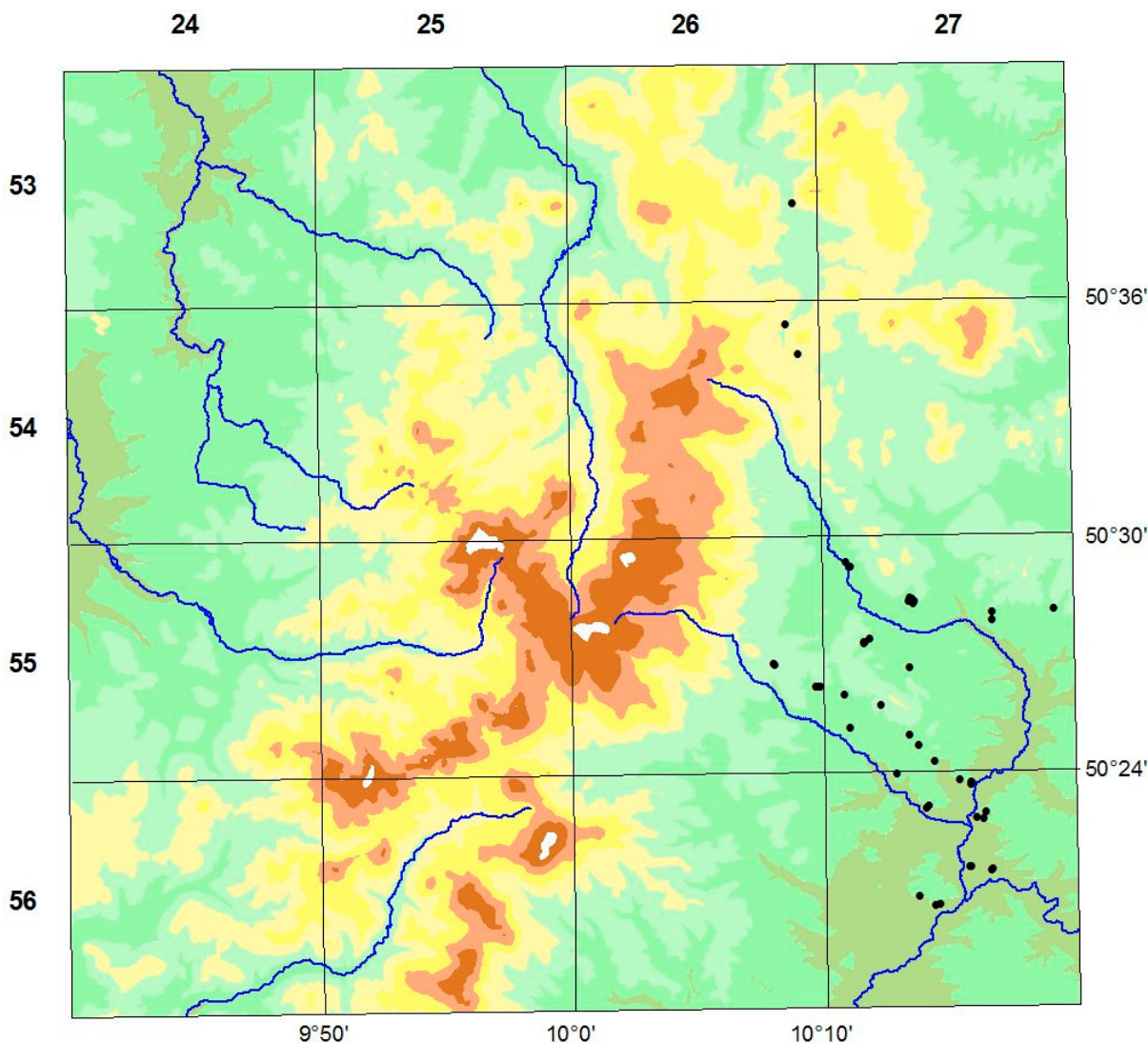


Abb. 58: Aufnahmen mit *Stachys recta* (M. ca. 1:300.000)

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes:

Die 52 Aufnahmen mit *Stachys recta* stammen bis auf drei Ausnahmen aus dem niederschlagsarmen, wärmebegünstigen Südosten und liegen ausnahmslos im Bereich von Muschelkalk (überwiegend Unterer Muschelkalk). Die Aufnahmeflächen sind zu mehr als 75 % süd-, südwest- oder südostexponiert und beziehen sich auf einen Höhenbereich zwischen 250 und 560 m ü.NN (50 Aufnahmen unter 460 m).

S. recta kommt fast nur auf sehr nährstoffarmen und trockenen, kalkreichen Böden in wärmebegünstigten Lagen vor (EBG., OBD.). Typische Lebensräume sind Kalktrockenrasen, xerotherme Säume und lichte Flaumeichenwälder sowie Kiefernwälder in trockenwarmen Lagen. Die Bevorzugung xerothermer Standorte kann für den Untersuchungsraum bestätigt werden.

Während die Art in den südöstlichen Rhönvorländern nicht selten (MEINUNGER 1992) bzw. weit verbreitet ist (GROSSMANN 1970b), ist aus dem westlichen Vorland (Nordwestliche Kuppenrhön, außerhalb des Untersuchungsraumes) nur ein Fund bei Soisdorf (5 km nördlich von Rasdorf, links der Ulster) bekannt (GROSSMANN l.c.)⁶⁹. Westlich der Nachweise im Untersuchungsraum bleibt ein ausgedehnter Landschaftsraum von der Fuldaaue über den Vogelsberg und Knüll, Westerwald und Rothaargebirge unbesiedelt. Erst im Rheintal tritt die Art wieder auf (BfN).

9.3.10 Submediterrän-mediterräne Arten

Teucrium chamaedrys L.

Taxonomie:

Teucrium chamaedrys ist überaus variabel. RECHINGER (1941) unterscheidet nicht weniger als 15 Unterarten, von denen in Deutschland zwei - ssp. *chamaedrys* und ssp. *germanicum* - vorkommen sollen. KLEINSTEUBER (1996) merkt dazu an, daß die von RECHINGER (l.c.) angegebenen Unterscheidungsmerkmale keine eindeutige Trennung zulassen und daß beide für Deutschland angegebenen Sippen in allen Übergangsformen vorkommen. In der 8. Auflage findet sich bei ROTHMALER (1994:463) die Angabe „Im Gebiet nur subsp. *chamaedrys*“, in der 9. Auflage wird nur noch die Art genannt mit dem Hinweis „incl. subsp. *germanicum*“ ROTHMALER (2002:601). In der Standardliste (WISSKIRCHEN & HAEUPLER 1998) werden hingegen beide Unterarten aufgeführt. Hier findet sich die Einschränkung, daß die Unterscheidung nicht immer eindeutig ist (S. 404).

Für Unterfranken und somit auch für den südöstlichen Bereich des Untersuchungsraumes merkt MEIEROTT (2001) an: „die unterfränkischen Pflanzen gehören wohl sämtlich zur subsp. *germanicum*“.

Es bestehen offenbar weiterhin taxonomische Unklarheiten und Bearbeitungsbedarf, auch wenn mit der Untergliederung in der Standardliste eine vorläufige Klärung versucht worden ist.

Allgemeine Verbreitung:

Teucrium chamaedrys ist im ganzen Mittelmeergebiet und in Mitteleuropa bis Nordfrankreich, Belgien, Mitteldeutschland, Süd- und Ostpolen verbreitet (HG.). Die östliche Arealgrenze ist ungenügend bekannt.

In Deutschland ist die Art im Süden und Südwesten weit verbreitet. Verbreitungsschwerpunkte bilden der östliche Schwarzwald mit dem nördlich angrenzenden Kraichgau, Schwäbischer und Fränkischer Alb und Fränkischer Schweiz. Im Osten reichen die Vorkommen bis an die Saale (nördlich bis etwa Berneburg). Die nördliche Arealgrenze verläuft durch Deutschland etwa von Berneburg nach Westen am Südharz entlang bis zur Werra. Hier knickt die Arealgrenze nach Süden ab und führt über den Hainich und die Osthön über das Kinzig-Tal zum Main. Im Westteil Deutschlands führt die Arealgrenze durch Süd-Westfalen, durchs Maintal und durch das rheinische Kalkgebiet (Mosel-, Rhein-, Saar- und Nahetal) nach Westen (HG., BfN).

⁶⁹ Die Angabe von LANGE (1989) für die Eube in der westlichen Wasserkuppenrhön (TK 5525/2) ist irrtümlich und zu streichen (Lange, mdl. Mitteilung Dez. 2005).

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

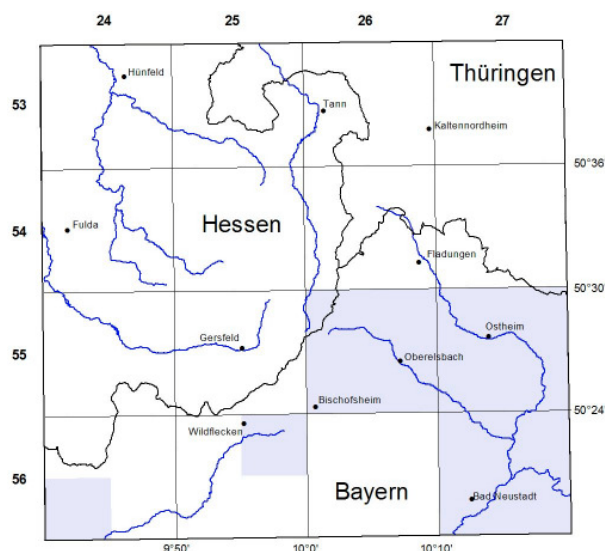
GOLDSCHMIDT (1908) gibt *Teucrium chamaedrys* für die „sonnige(n) Hänge und Blößen des Muschelkalks im südlichen und östlichen Gebietsteile“ an. BOTTLE (1883) bezeichnet die Art als häufig auf Kalk. Spezielle Angaben für das Rhöngebirge macht er nicht.

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Der Verbreitungsschwerpunkt liegt im Südosten des Untersuchungsraumes im Grabfeld und in den daran angrenzenden Bereichen von Südrhön und Östlichem Rhönvorland. Mit Vorkommen belegt ist der Ostabfall der Langen Rhön. Etwas isoliert davon finden sich Vorkommen in der Hochrhön (Kreuzberggruppe) und ganz im Südwesten in der Brückenauer Kuppenrhön.

Abb. 59: Verbreitung von *Teucrium chamaedrys* im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)



Verbreitung nach Auswertung der pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen:

Teucrium chamaedrys tritt nur in einem eng umgrenzten Gebiet im Südosten des Untersuchungsraumes (Grabfeld und angrenzende Bereiche des Östlichen Rhönvorlandes) auf. Die Nachweise konzentrieren sich in den parallel zu den Tälern von Streu, Els und Saale verlaufenden Muschelkalkzügen. Die Aufnahmen stammen aus einem Höhenbereich zwischen 256 und 450 m ü.NN.

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes:

T. chamaedrys wurde nur in den wärmebegünstigten, regenarmen Gebieten tieferer Lagen des Grabfeldes und angrenzender Bereiche des Östlichen Rhönvorlandes gefunden. Alle 96 Aufnahmen liegen auf Muschelkalkunterlagen (überwiegend Unterer Muschelkalk) und sind in der Regel (zu ca. 80 %) stark nach Süden, Südwesten oder Südosten geneigt (10-25°). Der höchste Fundpunkt liegt bei 450 m ü.NN, der tiefste bei 256 m ü.NN (Ø 340 m ü.NN). RAABE (1955) fand *T. chamaedrys* an der Osterburg zwischen Bischofsheim und dem Kreuzberg (Hohe Rhön - Kreuzberggruppe; TK 5525/4). Die von RAABE genannten Kalkhänge umfassen einen Höhenbereich zwischen 600 und 700 m ü.NN. Der Fundort liegt somit wesentlich höher als alle Nachweise in den Aufnahmen. Dies erstaunt umso mehr, als der Fundort in einem Naturraum mit geringen Temperaturen und hohen Niederschlägen liegt. In dem zugrunde liegenden Quadranten sind keine rezente Vorkommen dargestellt (s. Abb. 59).

T. chamaedrys gilt als extremer Magerkeitszeiger, der sein Schwergewicht in Mitteleuropa auf trockenen bis stark trockenen Kalkböden hat (EBG.). Als typische Lebensräume werden xerotherme Kalktrockenrasen und Staudenfluren sowie trockenwarme Gebüsche, Eichen- und Kiefernwälder in sommerwarmen Lagen besiedelt. Die Art erreicht im Untersuchungsraum ihre nordwestliche Arealgrenze. Jenseits davon sind nur wenige Vorposten bekannt.

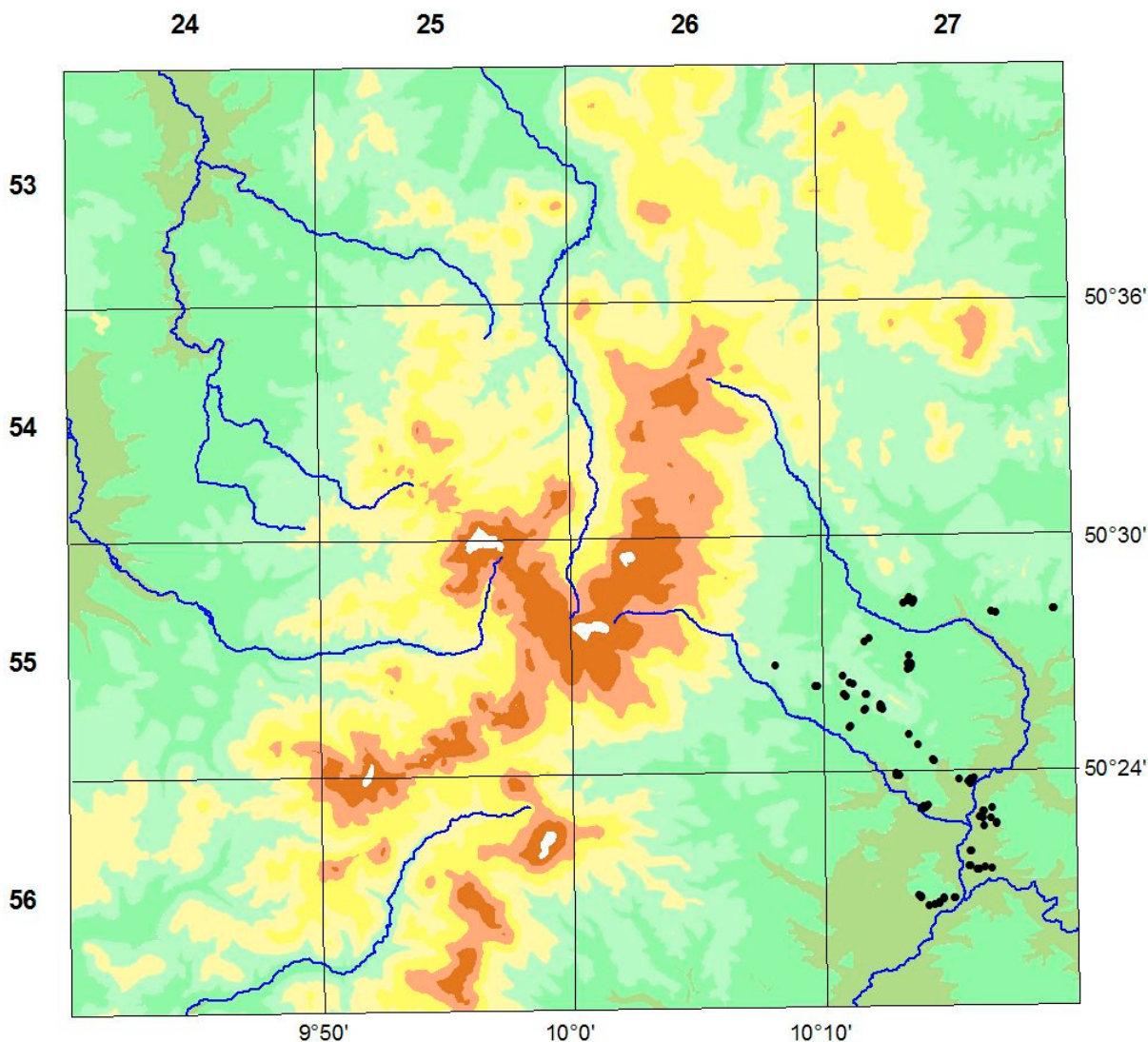


Abb. 60: Aufnahmen mit *Teucrium chamaedrys* (M. ca. 1:300.000)

Im südöstlichen Untersuchungsraum werden neben Kalktrockenrasen auch lichte Kiefernwälder auf südexponierten Kalkstandorten besiedelt (KNAPP 1969).

In den Kalkgebieten des südöstlichen Rhönvorlandes ist *T. chamaedrys* „zerstreut bis verbreitet“ (MEINUNGER 1992:319) bzw. „öfter anzutreffen“ (LUDWIG 1998). Im ganzen Westteil fehlt die Art weitgehend. LUDWIG (l.c.) nennt eine belegte Fundmeldung von HOFFMANN aus dem Jahr 1844 bei Hünfeld (TK 5324/2) und führt eine eigene Beobachtung von 1984 aus einem lichten, steil nach Südwesten exponierten Orchideen-Buchenwald bei Gotthards (TK 5325/2) an.

9.4 Sippen mit möglichem Elevationseffekt

9.4.1 Voraussetzungen zum Nachweis eines möglichen Elevationseffektes

9.4.1.1 Anforderungen an die Sippen

Geoelemente

Bei den Sippen mit möglichem Elevationseffekt muß es sich um typische Bergpflanzen handeln, die im zugrunde liegenden pflanzengeographischen Raum eine untere Wuchsgrenze besitzen und hier in tieferen Lagen nicht oder nur vereinzelt vorkommen. Die im Untersuchungsraum festgestellten niedrigsten Fundpunkte sollten möglichst im Bereich von Bergen und Tälern, also nicht zu tief angesiedelt sein, damit ein möglicherweise vorhandener Elevationseffekt erkennbar wird und nicht zufällig ist.

Standortverhalten

Die Verbreitung von Pflanzensippen ist überwiegend multifaktoriell begründet, wenn auch ein einzelner Standortfaktor in seiner Wirkung überwiegen mag. Dies wird auch in den vorangegangenen Kapiteln (9.2 - 9.3) deutlich. Monokausale Erklärungsversuche zu Verbreitungsbildern sind insoweit nicht hilfreich, aber auch Erklärungsversuche nach sorgfältiger Standortanalyse sind nicht immer befriedigend. Die Komplexität erfordert daher gerade bei der Herausarbeitung eines möglichen Elevationseffektes eine besonders sorgfältige Analyse der wesentlichen Standortfaktoren. Da der Elevationseffekt nach Definition eine eigene Wirkgröße im Standortgefüge ist, muß seine Wirkung unabhängig von allen anderen Standortfaktoren vorliegen, messbar und somit nachweisbar sein.

Vor diesem Hintergrund sollte das Verhalten der Sippen bezüglich des Bodennährstoff-, Bodensäure- und Bodenwassergehaltes weitgehend indifferent sein, da diese Faktoren - sofern die untersuchten Sippen dahingehend Signifikanzen zeigen - wesentlichen Einfluß auf die Verbreitung nehmen. Ein möglicher Elevationseffekt wäre dann schwerer zu erkennen. Da die meisten Sippen hinsichtlich wenigstens einer der genannten Standortfaktoren eine engere Bindung zeigen, war diese Voraussetzung zumeist nicht völlig erfüllt.

Biologie

Neben den äußeren Faktoren, die das Vorkommen von Pflanzen an einem bestimmten Wuchsort bedingen, wirken auch innere Faktoren, die sich aus der Biologie der Sippen, dem Konkurrenzverhalten innerhalb von Populationen und zwischen Populationen unterschiedlicher Sippen ergeben. Bezüglich der Biologie der Sippen ist für die Klärung des Elevationseffektes insbesondere die Ausbreitungsbiologie von Interesse. Denn grundsätzlich sollte angenommen werden, daß sich bei Sippen mit großem Ausbreitungspotential ein Elevationseffekt tendenziell eher nachweisen lassen müßte.

Taxonomie

Das verarbeitete Aufnahmematerial stammt aus einem Zeitraum von 15 Jahren. In dieser Zeit ist eine Vielzahl an taxonomischen Änderungen eingetreten, welche auch auf unterschiedliches ökologisches Verhalten der Sippen gründet. Von daher sind Sippen weniger geeignet, die von den unterschiedlichen Autoren zwar mit derselben Bezeichnung aufgenommen worden sind, hinter denen sich aber möglicherweise unterschiedliche Sippen verbergen. Diese Sippen sind nur auf der Ebene des Aggregates vergleichbar. Ähnlich verhält es sich bei Sippen, die als Aggregat, als Species und / oder als Subspecies erfaßt worden sind. Es versteht sich, daß ein Vergleich entweder auf der Ebene des Aggregats (wobei

Species und Subspecies auf Aggregatebene befördert werden), auf Ebene der Species (wobei die Subspecies auf Speciesebene befördert werden) oder auf Subspecieebene sinnvoll ist.

Anzahl der Nachweise

Je größer die Anzahl an Nachweisen einer bestimmten Art, um so deutlicher sollte ein möglicher Elevationseffekt zutage treten. Je geringer die Anzahl ist, um so eher könnte das beobachtete Höhenverbreitungsmuster zufällig sein. Bei größerer Dichte der Untersuchungsflächen bzw. anderer Anordnung würde möglicherweise ein ganz anderes Höhenverbreitungsmuster erkennbar werden, was zu einer abweichenden Einschätzung zu einem möglichen Elevationseffekt führen müßte.

Gleichwohl kann keine einheitliche Mindestanzahl an Nachweisen angesetzt werden, da möglicherweise schon relativ wenige Nachweise in einem eng begrenzten Raum Hinweise auf einen möglichen Elevationseffekt geben können.

9.4.1.2 Anzahl und Verteilung der Aufnahmeflächen

Da es sich bei den Sippen mit möglichem Elevationseffekt um solche handelt, die höhere Lagen besiedeln (Bergpflanzen) und zudem eine untere Wuchsgrenze aufweisen, ist ein dichtes Netz an möglichst gleichmäßig verteilten Aufnahmeflächen in der oberen Berg-Buchenzzone (ab ca. 650 m ü.NN) wichtig. Absolut und relativ gesehen liegen die meisten Aufnahmeflächen in der Tat zwischen ca. 650 und 945 m ü.NN (s. Kap. 8.1.1) und somit im potentiellen Wuchsbereich der fraglichen Sippen. Eine noch größere Anzahl an Aufnahmen würde selbstverständlich Aussagen zu einem möglichen Elevationseffekt mit statistisch noch größerer Wahrscheinlichkeit erlauben.

9.4.1.3 Anforderungen an die Bearbeiter

Die exakte Ansprache der Sippen ist eine unabdingbare Voraussetzung für die wissenschaftliche Auswertung von Aufnahmematerial. Die Methode der Auswertung ist hierbei zweitrangig. Die Arbeiten der Fachkollegen, deren Aufnahmematerial der Verf. entlehnt hat, entstanden im Rahmen von Dissertationen (STOLZENBURG 1989, LANGE 1998), Diplomarbeiten (PHILIPP 1994), Gutachten (VOLLRATH 1994) oder sonstiger wissenschaftlicher Arbeiten (BARTH 1995). Kritische Sippen wurden jeweils ausgewiesenen Pflanzenkennern und Spezialisten vorgelegt (z. B. Prof. Dr. Vollrath, Bayreuth, der die meisten der Arbeiten betreut hat, oder Herr Kalheber, Runkel [Gen. *Alchemilla*]). Auch die kritischen Sippen meines Aufnahmematerials wurden von Prof. Dr. Vollrath, dem Betreuer meiner Arbeit, Gen. *Alchemilla* von Herrn Kalheber überprüft. Pflanzen, die wegen zu frühen oder zu späten Sammelns nicht exakt bestimmbar waren, wurden nicht berücksichtigt.

Zwar sind Fehlbestimmungen oder das Übersehen von Sippen nie gänzlich auszuschließen, doch ist davon auszugehen, daß diese Faktoren bei der Auswertung keine Rolle spielen.

9.4.2 Grenzen der Nachweisbarkeit eines möglichen Elevationseffektes

Untersuchungsumfang

Um den Nachweis zu führen, daß bei bestimmten Sippen ein Elevationseffekt besteht oder nicht, hätte ein Untersuchungsumfang angesetzt werden müssen, der nicht zu bewältigen gewesen wäre. Im Untersuchungsraum hätte das gesamte Grünland eines jeden Berges vom Gipfel bis in die Tallagen flächendeckend auf Vorkommen der relevanten Sippen unter-

sucht werden müssen. Dieser Untersuchungsansatz ist nicht praktikabel und auch nicht erwogen worden.

Untersuchte Vegetationsformation

Es wurden ausschließlich frische bis trockene Grünlandstandorte berücksichtigt. Eine ganze Reihe von Grünlandarten bleibt jedoch nicht auf diesen Biotopkomplex beschränkt, sondern kommt auch in anderen Vegetationsformationen vor. *Poa chaixii* z.B. besiedelt als praealpine Art gleichermaßen Laubmischwälder wie magere Gebirgswiesen. Ähnlich verhält es sich mit *Ranunculus nemorosus*, *R. serpens* oder *Centaurea montana*. Die Höhenverbreitung der Arten in Wäldern des Untersuchungsraumes ist nicht untersucht worden, verwertbares Datenmaterial hierüber liegt nicht vor. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß aufgrund der relativen Standortskonstanz der Sippen abweichende Höhenverbreitungen innerhalb der Wälder im Untersuchungsraum vorliegen können. Aussagen zu einem möglichen Elevationseffekt können sich daher nur auf das untersuchte Grünland beziehen.

Natürliche Standortfaktoren

Die natürlichen Gegebenheiten, von denen die Bodenbeschaffenheit und die klimatischen Verhältnisse am pflanzenwirksamsten sind, liegen im Untersuchungsraum in zum Teil großer Heterogenität vor. Da die räumlichen Ausdehnungen und die Wirkungen dieser Faktoren auf die Sippen jedoch recht genau bekannt sind, können Verbreitungsauffälligkeiten, die mit diesen Faktoren korrelieren, eingeordnet werden. Selbstverständlich liegen keine Klimadaten für einzelne Aufnahmeflächen vor, die ohnehin nur bei langjährigen Meßreihen Aussagekraft gehabt hätten. Auch ist zu bedenken, daß keine aufnahmebezogenen Bodendaten erhoben worden sind⁷⁰. Nur im Bereich der Hohen Rhön hat der Verf. gemeinsam mit den Gutachtern dieser Arbeit, Prof. Dr. Mayer und Prof. Dr. Vollrath, im Juli 2005 insgesamt acht Bodenbohrungen abgeteuft, da das Aufnahmematerial der Basaltstandorte dieses Naturraums außerordentlich heterogen ist⁷¹.

Nutzung

Wesentlichen Einfluß auf die Pflanzenverbreitung nimmt als weiterer Standortfaktor die Nutzung. So versteht es sich z.B., daß stickstoffmeidende Arten, wie *Deschampsia flexuosa*, bei NPK-Düngegaben zurückgehen oder sich trittverträgliche Arten auf Kosten von trittunverträglichen bei Weidenutzung ausbreiten. Zur Nutzung des Grünlandes im Bereich der Aufnahmen liegen jedoch weitgehend keine Daten vor. Sie sind überwiegend weder nach Augenschein, noch durch Befragung der Bewirtschafter ermittelt worden.

Bei der Analyse der Höhenverbreitung der Sippen wurde daher im Zweifelsfalle die gesamte Bestandsaufnahme hinsichtlich des Nutzungstyps ausgewertet.

Abschließend kommt der Verf. zur Einschätzung, daß die Datenlage trotz mancher Defizite ausreichend ist, um signifikante Hinweise auf den untersuchten Elevationseffekt zu erhalten.

⁷⁰ Im Rahmen der Arbeit sind mehr als 1.100 pflanzensoziologische Bestandsaufnahmen ausgewertet worden, 1.079 davon haben geographische Daten. Der größte Teil der Aufnahmen (970) stammt von STOLZENBURG (1989), BARTH (1995), VOLLRATH (1994), PHILIPP (1994) und LANGE (1998), die keine flächenbezogenen Bodenuntersuchungen durchgeführt haben. Da die Aufnahmeflächen der Kollegen nicht eingemessen oder gar vermarktet sind, waren sie nicht mehr exakt zu lokalisieren. Flächenbezogene Bodenuntersuchungen konnten daher nicht durchgeführt werden.

⁷¹ Die Ergebnisse der im Juli 2005 durchgeführten Bodenuntersuchungen sind dem Kap. 9.1 zu entnehmen.

9.4.3 Nachweis eines möglichen Elevationseffektes

Die Definition des Elevationseffektes sei hier nochmals kurz vorangestellt, sie ist ausführlich im Kap. 2 nachzulesen.

Als Elevationseffekt wird in der Geobotanik das Phänomen bezeichnet, daß montan und alpin verbreitete Pflanzen im Zentrum eines Gebirgsareals stärker agglomeriert sind und tiefer herabreichen als an den Gebirgsrändern. Dieser Effekt umschreibt zudem die Erscheinung, daß einige Arten dieser Gruppe nur auf Bergen oder Bergkomplexen vorkommen, die eine bestimmte minimale Gipfelhöhe haben, von diesen Bergen jedoch tief in die Täler hinabsteigen können. Auf Bergen, die niedriger als die minimale Gipfelhöhe, jedoch höher als der niedrigste Fundort sind, kommen diese Pflanzen nicht vor.

Der nördliche Teil des Untersuchungsraumes wird von dem weiten zentralen Tal der Ulster durchschnitten. Die Wasserkuppen- und Lange Rhön sowie die nördlich an die Wasserkuppenrhön grenzenden Abschnitte der Westlichen Kuppenrhön fallen recht steil zum Ulstertal hin ab. Das Ulstertal wird daher vermehrt mit Choren des montanen Geoelements aus diesen Gebirgstteilen versorgt. Ebenso fallen die genannten Gebirgstteile zu den Außenseiten des Rhöngebirges hin ab. Auch hier ist mit verstärkter Diasporenankunft von den angrenzenden Höhen zu rechnen.

Sollte ein Elevationseffekt vorliegen, müßten Nachweise einer bestimmten Art in auffälliger Weise stärker im Ulstertal agglomeriert sein und tiefer hinab reichen als dies an den Gebirgsrändern der Fall wäre.

Im Untersuchungsraum erhebt sich eine Vielzahl an Berggipfeln aus dem Gebirgsblock, von denen Wasserkuppe (950 m ü.NN), Kreuzberg (928 m ü.NN), Dammersfeldkuppe (926 m ü.NN), Heidelberg (926 m ü.NN), Eierhauckberg (910 m ü.NN) und Stirnberg (902 m ü.NN) die höchsten sind.

Sollte nun eine bestimmte Art nur auf Bergen nachgewiesen worden sein, die mindestens 926 m hoch sind (Dammersfeldkuppe, Heidelberg, Kreuzberg oder Wasserkuppe), von diesen aber weit hinabsteigen, zumindest tiefer hinab, als die Gipfelhöhe des nächst niedrigeren Berges, auf dem die Art nicht nachgewiesen worden ist, läge ein Hinweis auf einen Elevationseffekt vor.

9.4.4 Die untersuchten Arten

Bei den nachfolgend abgehandelten Arten handelt es sich, wie bereits ausgeführt, um solche, die aufgrund ihrer geographischen Verbreitung eine untere Wuchsgrenze - wenigstens in Mitteleuropa und somit im Untersuchungsraum - besitzen. Sie gehören dem praealpiden, submediterranean-praealpiden und nordisch-praealpiden Geoelement einschließlich der ihnen verwandten pflanzengeographischen Übergangsformen an. Im Grünland des Untersuchungsraumes sind mit *Sesleria albicans* (elf Nachweise) und *Poa supina*⁷² (ein Nachweis) zwei Arten des alpid-praealpiden Geoelementes nachgewiesen worden. Bei ihnen könnte grundsätzlich ein Elevationseffekt vorliegen. Die wenigen Nachweise erlauben jedoch hierzu keine Aussagen.

Zunächst wird, ebenso wie bei den in den vorangegangenen Kapiteln (9.2 und 9.3) abgehandelten Sippen, eine Standortsanalyse durchgeführt, bevor auf einen möglichen Elevationseffekt eingegangen wird.

Als praealpiden Geoelemente haben die nachfolgenden Arten in Mitteleuropa ihren Schwerpunkt in höheren Lagen. Auch im Untersuchungsraum finden sich nur vereinzelt tiefere Vorkommen. Diese haben ihre Ursachen in einem möglichen Elevationseffekt oder in der Ver-

⁷² *Poa supina* kommt seit einigen Jahren auch adventiv in tieferen Lagen vor (mdl. Mitteilung G. H. Loos).

driftung durch die in höheren Lagen entspringenden Fließgewässer (z.B. Fulda, Ulster, Quellbäche der Schmalnau). Das Fehlen in tieferen Lagen hängt demnach nicht mit der Gesteinsunterlage zusammen. Bei der Analyse der jeweils bevorzugt besiedelten bzw. gemiedenen Gesteinsunterlage werden insofern nur diejenigen Aufnahmen betrachtet, in welchen die Arten von der Höhenlage her überhaupt zu erwarten wären⁷³.

Die Sippen sind nach ihrer pflanzengeographischen Hauptverbreitung gemäß OBD. eingeordnet. Innerhalb der Gruppen werden die Sippen in aufsteigender Folge der OBD.-Nr. abgehandelt.

Die Beschränkung der Arten auf höhere Lagen bringt es mit sich, daß ihre Vorkommen deutlich mit niedrigen Temperaturen und hohen Niederschlägen korreliert sind. Da dies eine allgemeine Gesetzmäßigkeit ist, werden diese Korrelationen nur beispielhaft für einige Arten dargestellt und erläutert.

Ursächlich für die Höhenverbreitung praealpider Arten sind die mit zunehmender Geländehöhe sinkenden Durchschnittstemperaturen, woran die entsprechenden Arten angepaßt sind. Da die Geländehöhen im Vergleich zu den Temperaturen jedoch in größerer Genauigkeit vorliegen, wird die Höhenverbreitung in erster Linie anhand der Geländehöhen analysiert⁷⁴.

9.4.5 Praealpe Arten

Poa chaixii Villars

Taxonomie:

Poa chaixii ist eine gering veränderliche Art. Kleinarten werden nicht unterschieden. Die wenigen beschriebenen Abweichungen beziehen sich überwiegend auf die Farbe der Ährchen. Die Formen sind ohne taxonomischen Wert (CONERT in HG.).

Allgemeine Verbreitung:

Das ursprüngliche Verbreitungsgebiet der Art sind die Gebirge des nördlichen Südeuropas über Südfrankreich bis zu den norddeutschen Mittelgebirgen (z.B. Harz, Solling) und von dort nach Osten bis zu den Karpaten (NÖHLING 1998). Verbreitungsschwerpunkt indigener Vorkommen innerhalb Deutschlands sind die Mittelgebirge und die Alpen. Die Art kommt synanthrop vor allem in Ost- und Norddeutschland (z.B. im Osten Schleswig-Holsteins oder auf dem Mecklenburgisch-Pommerisch-Westpreußischen Landrücken [CONERT 2000]) mit einer Vielzahl von Einzelvorkommen vor (BENKERT et al. 1996).

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

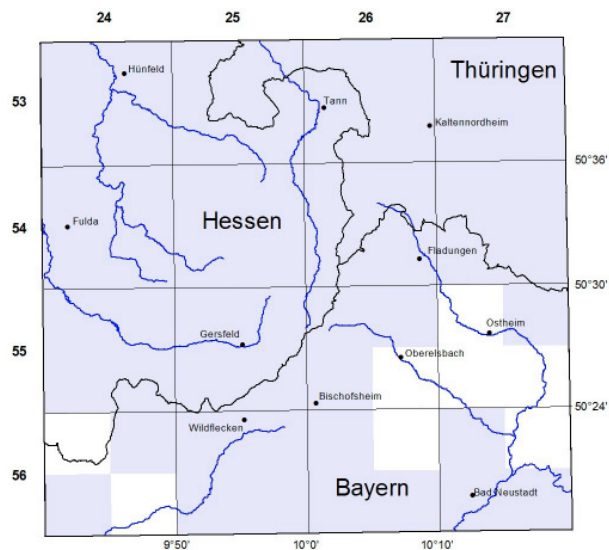
BOTTLER (1882) bezeichnet *P. chaixii* als häufig in der Rhön. GOLDSCHMIDT (1904) verwendet für die Sippe, die er als „häufig auf den Hutten der Wasserkuppe und deren Umgebung“

⁷³ Zum Beispiel wäre die Aussage „*Poa chaixii* kommt nicht in Aufnahmen vor, die im Bereich von Auenlehm erhoben worden sind“ zur Standortanalyse wenig stichhaltig, da Auenlehme in nennenswertem Umfang erst unterhalb der Höhenlage sedimentiert worden sind, die von *Poa chaixii* potentiell im Bereich von Grünland besiedelt werden.

⁷⁴ Die mit den Arten verknüpften Temperaturerscheinungen sind aus den Darstellungen der Themenkarten des Klimaatlasses von Hessen von 1950 generiert worden (vgl. Kap. 3.6). Da der Abbildungsmaßstab mit M. 1:1.000.000 recht grob ist und die flächigen Darstellungen aus interpolierten Daten rühren, ist von einer größeren Genauigkeit bei den Geländehöhen auszugehen.

angibt, die Bezeichnung „var. *rubens*“⁷⁵. Er hält das Gras für ein Relikt der einstmaligen Bewaldung. In der Tat kam das Wald-Rispengras auch früher häufig in den Wäldern der höchsten Lagen des Rhöngebirges vor (ebenda), wie dies auch heute noch der Fall ist.

Abb. 61: Verbreitung von *Poa chaixii* im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)



Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Vorkommen der Art sind in den Länderatlanten im gesamten Untersuchungsraum bis auf Bereiche im Südosten und Südwesten dargestellt.

Horizontalverbreitung:

285 der insgesamt 304 Nachweise von *P. chaixii* beziehen sich auf die Hohe Rhön, 19 liegen in der Westlichen Kuppenrhön. Die Vorkommen sind somit deutlich auf die Hohe Rhön konzentriert. In den tieferen Lagen der westlichen Vorländer und im gesamten östlichen Vorland finden sich keine Nachweise.

Höhenverbreitung:

P. chaixii wurde in Höhen zwischen 471 und 940 m ü.NN festgestellt. Mehr als 90 % aller Nachweise beziehen sich auf die Höhenamplitude zwischen 700 und 940 m ü.NN. Die drei tiefsten Funde (zwischen 471 und 545 m ü.NN) liegen in der Aue des Rommenser Wassers (östlicher Quellbach der Schmalnau; TK 5525/3) östlich von Gichenbach.

⁷⁵ *Poa chaixii* var. *rubens* Aschers. et Gr. [*Poa rubens* Moench] hat purpurviolett bis dunkelbräunlich überlaufene Ährchen, oft ist auch der Stengel so gefärbt.

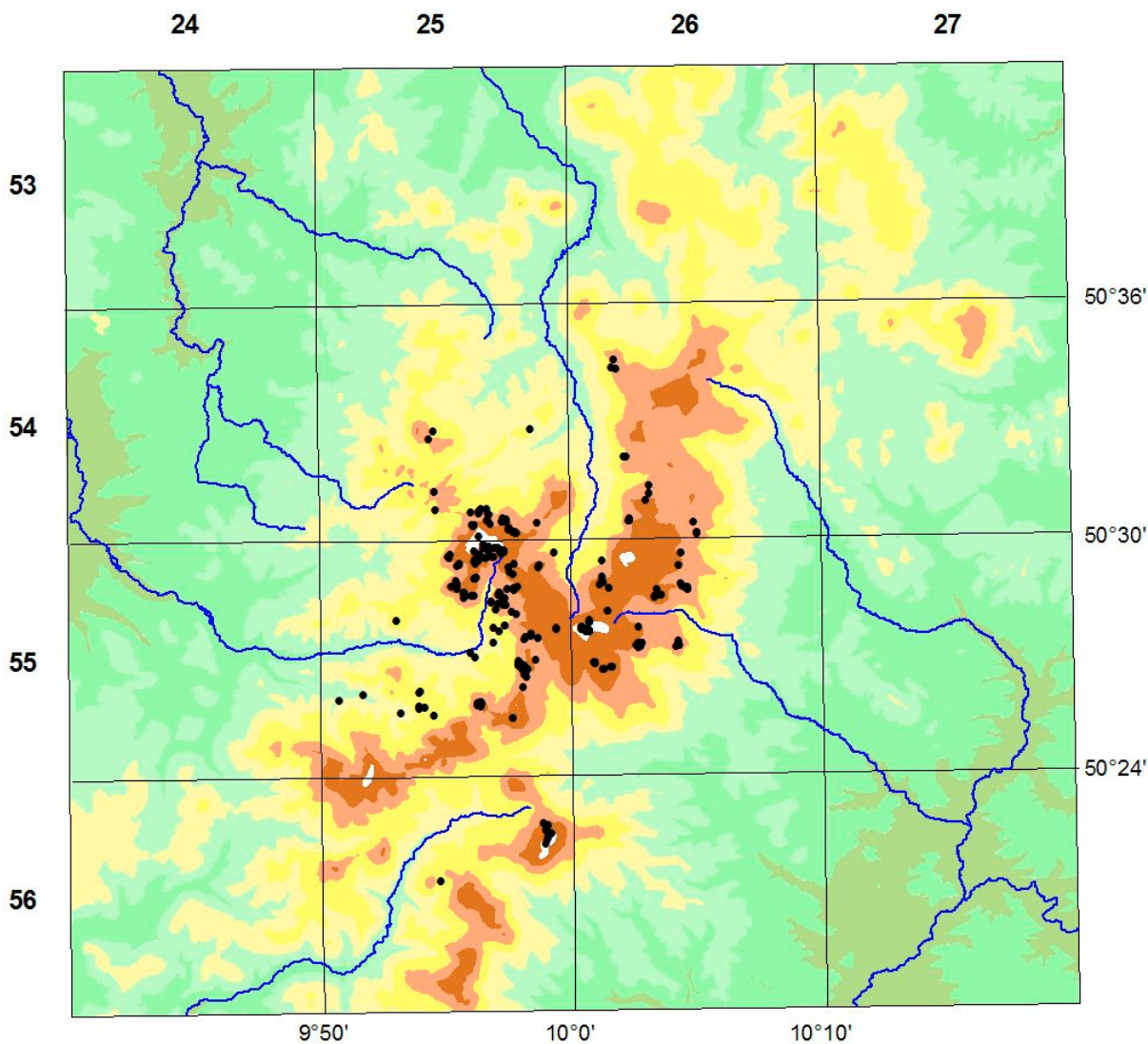


Abb. 62: Aufnahmen mit *Poa chaixii* (M. ca. 1:300.000)

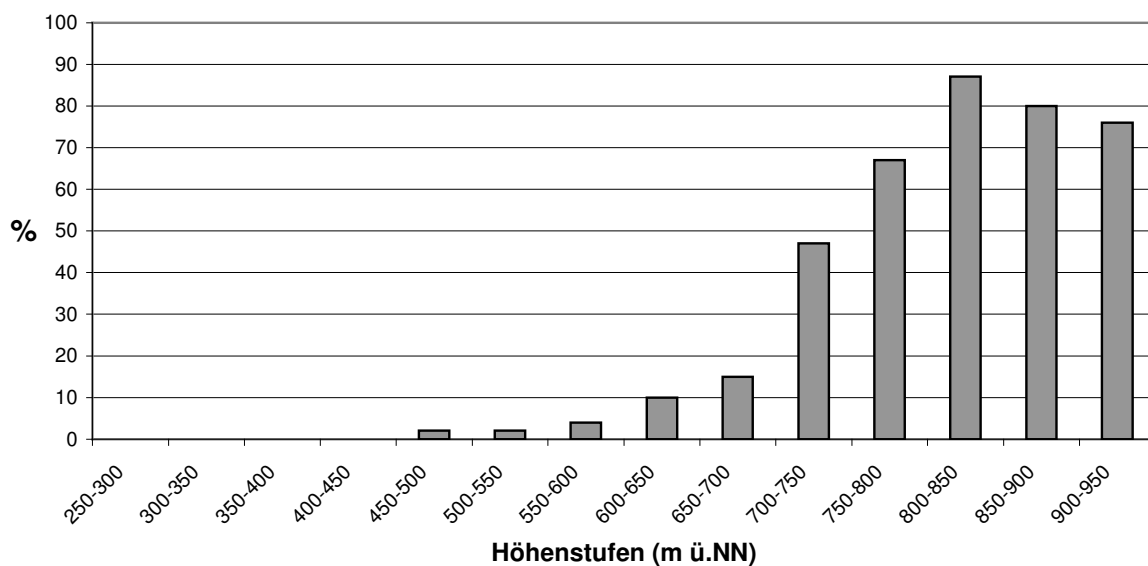


Abb. 63: Stetigkeit von *Poa chaixii* und Geländehöhen

Jahresniederschlagssummen, Jahresdurchschnittstemperaturen

Da die Temperaturen mit zunehmender Meereshöhe fallen und die Niederschläge zunehmen, sind die Nachweise von *P. chaixii* positiv mit hohen Jahresniederschlagssummen und geringen Jahresdurchschnittstemperaturen korreliert.

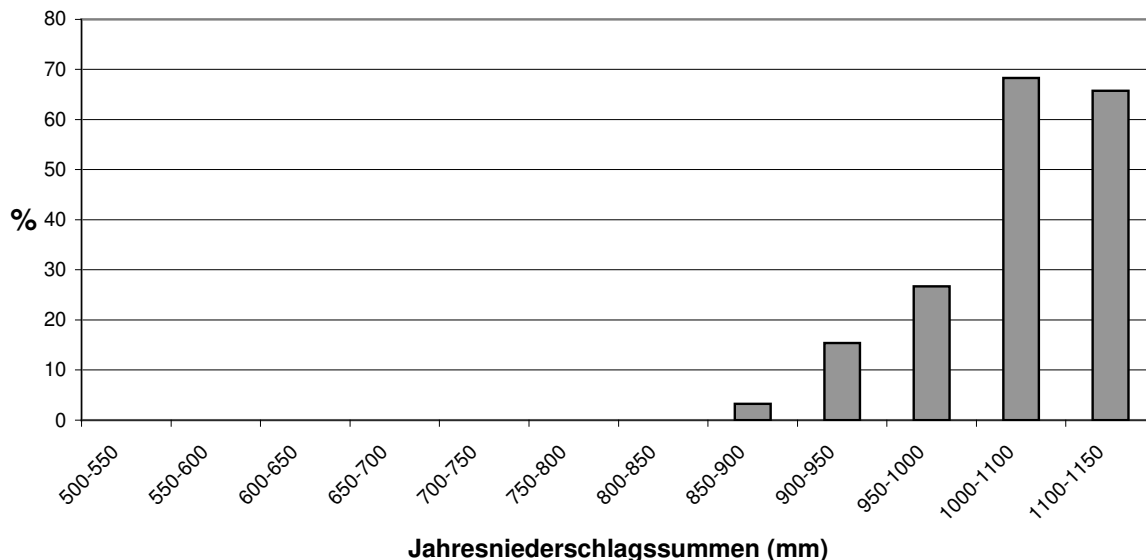


Abb. 64: Stetigkeit von *Poa chaixii* und Jahresniederschlagssummen

245 der 304 Nachweise (= 80 %) stammen aus Aufnahmen, die im Bereich von Jahresniederschlagssummen von mehr als 1000 mm erhoben worden sind. In Aufnahmen im Bereich von Jahresniederschlagssummen von weniger als 850 mm taucht *P. chaixii* nicht auf.

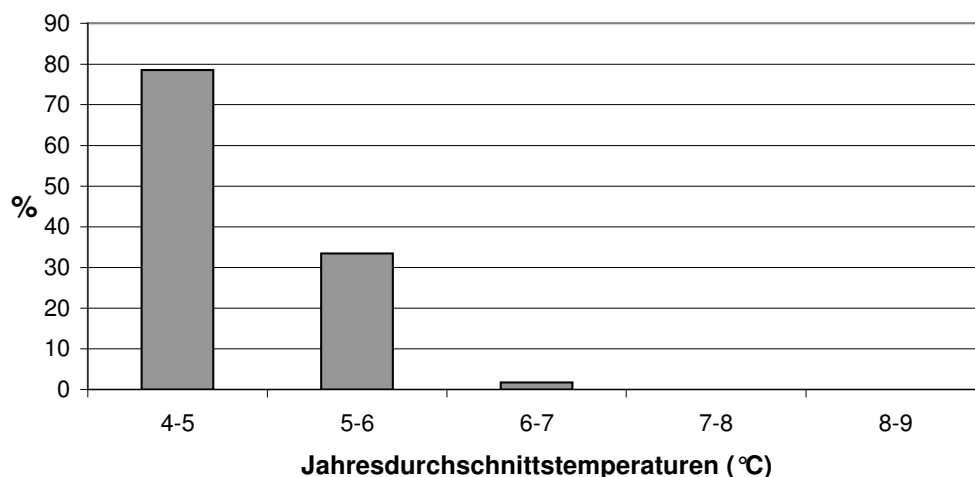


Abb. 65: Stetigkeit von *Poa chaixii* und Jahresdurchschnittstemperaturen

Noch deutlicher korrelieren die Vorkommen mit den Jahresdurchschnittstemperaturen. 99 % der Nachweise stammen aus kühlen bis kalten Lagen mit Jahresdurchschnittstemperaturen von 4 °C bis 6 °C. In 79 % aller Aufnahmen im Bereich von Jahresdurchschnittstemperaturen von 4 °C bis 5 °C ist die Art vertreten. Das gleiche Bild ergibt sich auch bei allen weiteren durch den DEUTSCHEN WETTERDIENST (1950) dokumentierten Temperaturerscheinungen im

Untersuchungsraum (z.B. Dauer der Vegetationsperiode, Beginn der Apfelblüte, Tage mit Schneedecke usw.). Wärmere Lagen werden stets fast völlig gemieden.

Ausgangsgesteine:

P. chaixii hat als praealpides Geoelement seinen Schwerpunkt in Mitteleuropa in höheren Lagen. Auch im Untersuchungsraum liegen nur vier der insgesamt 304 Nachweise innerhalb der Aufnahmen tiefer als 550 m, der tiefste bei 471 m ü.NN (s.o.). Das Fehlen in tieferen Lagen hängt somit nicht mit der Gesteinsunterlage zusammen. Daher werden nur diejenigen Aufnahmen betrachtet, in welchen *P. chaixii* von der Höhenlage her überhaupt zu erwarten wäre (ab 550 m ü.NN).

Tab. 20: Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von *Poa chaixii*

Ausgangsgestein	Anzahl der Aufnahmen	Nachweise von <i>Poa chaixii</i>	Stetigkeit von <i>Poa chaixii</i> (%)
Quartär			
Äolische Sedimente (Lehm und Löß)	35	9	26
Schuttbildungen, Rutschmassen, basaltisch	11	8	73
Schuttbildungen, Rutschmassen, kalkig	1	-	(Stichprobe zu klein)
Ablagerungen in Talsohlen, überwiegend Auenlehm	7	1	(Stichprobe zu klein)
Schuttkegel	13	-	0
Quellmoor	1	-	(Stichprobe zu klein)
Tertiär			
Miozän, überwiegend Sande und Tone	44	32	73
Phonolith	7	3	(Stichprobe zu klein)
Basalt	264	206	78
Trachyt	9	1	(Stichprobe zu klein)
Vulkaniklastite	9	9	(Stichprobe zu klein)
Trias			
Unterer Buntsandstein	2	1	(Stichprobe zu klein)
Mittlerer Buntsandstein	47	16	34
Oberer Buntsandstein	58	12	21
Übergänge Muschelkalk-Buntsandstein	3	-	(Stichprobe zu klein)
Muschelkalk	4	-	(Stichprobe zu klein)
Unterer Muschelkalk	68	1	1
Mittlerer Muschelkalk	7	-	(Stichprobe zu klein)
Keuper	1	-	(Stichprobe zu klein)
Geologie nicht geklärt	11	1	-
Gesamt	602	300	

Verbreitungsschwerpunkt im Grünland des Untersuchungsraumes sind die verhärteten, nährstoff- und basenarmen, aus Basalt und Basaltschutt hervorgegangenen Braunerden. Zudem liegt eine hohe Stetigkeit im Bereich des in der zugrunde liegenden geologischen Karte (Blatt 5525 Gersfeld) dargestellten Miozäns vor. Der größte Teil dieser Aufnahmen unterscheidet sich jedoch nicht von denjenigen im Bereich von Basalt und Basaltschutt, und es ist wahrscheinlich, daß das Anstehende größtenteils ebenfalls Basalt und Basaltschutt

ist⁷⁶. Muschelkalkstandorte werden kaum besiedelt. Aus 80 Aufnahmen liegt lediglich ein Nachweis vor (Deckungswert: +).

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes

Die wesentlichen Standortsvoraussetzungen für das Vorkommen von *P. chaixii* sind niedrige Temperaturen in Verbindung mit basen- und nährstoffarmen Bodenverhältnissen. Die Art gilt nach EBG. als Säurezeiger (Reaktionszahl = 3). Zudem sagen Wiesennutzung und Brachen der Art eher zu als Weidenutzung. Bei mehr als der Hälfte der Aufnahmen mit *P. chaixii* sind Angaben zur Nutzung gemacht worden. In $\frac{3}{4}$ der Fälle handelt es sich um Wiesennutzung und Brachen. Die Art ist mäßig mahdverträglich und etwas empfindlich gegen Beweidung und Tritt (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002). Daher ist *P. chaixii* in Weiden seltener zu finden. Die Art besiedelt schwerpunktmäßig auch Wälder und gilt als Halbschatten- bis Halblichtpflanze (EBG.). Da die relative Beleuchtungsstärke in Brachen geringer ist als in Wiesen und Weiden (z.B. BRIEMLE et al. 2002), ist das Gras vermehrt in Brachen zu finden und gilt auch als Verbrachungszeiger.

Nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th) kommt die Art bis auf Bereiche im Südosten und Südwesten im gesamten Untersuchungsraum vor. Es sind somit auch Vorkommen aus TK 25-Quadranten bekannt, deren höchste Erhebungen deutlich unter 400 m ü.NN liegen. Die Angaben bei BÖHLING (1998:455) „in kollinen und montanen Laubmisch- und Buchenwäldern“ und „auch in mageren, subalpinen Gebirgswiesen und -weiden“ deuten darauf hin, daß das Gras Grünlandstandorte nur in höheren Lagen besiedelt. Auch KNAPP (1951b) stellt fest, daß *P. chaixii* in kälteren, humideren und höheren Lagen - im mittleren Hessen von etwa 500 m ü.NN an - in Wiesen häufig auftritt. GOLDSCHMIDT (1903:327-328) weist darauf hin, daß *P. chaixii* „in fast allen Laubwäldern der Bergregion unseres Gebietes“ (gemeint ist das Rhöngebirge, d. Verf.) vorkommt, „so dass eine Aufzählung einzelner Standorte entbehrlich ist“. Er stellt aber heraus, daß die Art auch in Wäldern bei Fulda, nämlich im Pilgerzeller Wald (340 m ü.NN) und am Rölingsberge (343 m ü.NN) vorkommt. Bezogen auf das Grünland bezeichnet er die Sippe (von ihm als var. *rubens* bezeichnet; s.o.) als „häufig auf den Hutten der Wasserkuppe und deren Umgebung“ (ebenda 1904).

P. chaixii besiedelt demnach Waldstandorte auch in tieferen Lagen, bleibt aber in Grünlandbiotopen möglicherweise mehr oder weniger auf hochmontane bis subalpine Lagen beschränkt.

Hinweise auf einen möglichen Elevationseffekt

Abweichende Höhenverbreitung im Ulstertal im Vergleich zu den östlich und westlich angrenzenden Gebirgstetten:

Im Bereich der Gipfel- und Kuppenlagen der Wasserkuppen- und Langen Rhön sowie der Abfälle zum Ulstertal und zu den östlichen Gebirgstetten (Ostabfall der Langen Rhön) und westlichen Gebirgstetten (Westliche Kuppenrhön) liegen 265 Nachweise von *P. chaixii* vor.

Die fünf tiefsten Fundorte liegen im Ulstertal zwischen 680 und 715 m ü.NN ($\bar{\emptyset}$ 698), im Bereich des östlichen Abfalls zwischen 710 und 715 m ü.NN ($\bar{\emptyset}$ 712) und am westlichen Abfall zwischen 471 und 558 m ü.NN ($\bar{\emptyset}$ 516 m). Demnach reichen die Nachweise von *P. chaixii* am Westabfall wesentlich weiter herab als im Ulstertal und zum Ostabfall der Langen Rhön.

Die Ursache dieses Befundes ist in erster Linie in der Gesteinsunterlage zu suchen. Am Ostabfall sind östlich der Aufnahmen mit *P. chaixii* nur sehr wenige Aufnahmen (sieben) im Bereich von Gesteinen erhoben worden, welche potentiell *P. chaixii* besiedelt werden. Sie

⁷⁶ Auf diese Problematik wird in Kap. 3.5.2.2 eingegangen.

stammen vom Gebaberg nördlich von Helmershausen (TK 5427/2). Der Gebaberg ist eine Basaltkuppe mit einer Gipfelhöhe von 751 m ü.NN. Von den Standortsverhältnissen her hätte *P. chaixii* hier erwartet werden können. Bei den übrigen 234 Aufnahmen handelt sich ausnahmslos um Aufnahmen auf Muschelkalk. Solche Standorte werden kaum besiedelt (s.o.).

Die tiefer liegenden Aufnahmen am Westabfall wurden überwiegend im Bereich von Mittlerem Buntsandstein erhoben. Aus diesem Gestein entstehen sandige, zu starker Versauerung neigende, carbonatfreie Böden mit geringen Nährstoffreserven. Solche Bodenbedingungen bewegen sich innerhalb der Standortsamplitude der Art.

In tieferen Lagen im Ulstertal, etwa zwischen 600 und 685 m ü.NN, liegen 11 Aufnahmen vor, in denen *P. chaixii* hätte erwartet werden können, in denen die Art aber nicht vorkam. Somit liegen Anzeichen dafür vor, daß das Wald-Rispengras am Westabfall tiefer hinabsteigt als dies im Ulstertal zu beobachten ist. Ein Elevationseffekt liegt bezogen auf ein tiefes Hinabsteigen in das zentrale Ulstertal somit nicht vor.

Höhenverbreitung in Abhängigkeit von Mindesthöhen der Berge:

Es konnten keine Anzeichen dafür gefunden werden, daß *P. chaixii* nur auf Bergen vorkommt, die eine bestimmte minimale Gipfelhöhe haben. Es verhält sich vielmehr so, daß das Gras auch außerhalb seiner Hauptverbreitung im Grünland (Borstgrasrasen der höchsten Lagen) bei geeigneten Standortsbedingungen in Wiesen und Brachen tieferer Lagen vordringt. Sehr wahrscheinlich wandert *P. chaixii* in tieferen Lagen auch von angrenzenden Wäldern in das Grünland ein. Dabei werden nach den vorliegenden Daten und Literaturangaben Geländehöhen von 500 m aber kaum unterschritten.

Wie weiter oben dargelegt, reicht die Hauptverbreitung von *P. chaixii* innerhalb von Wäldern bis zur kollinen Höhenstufe herab. Auch unter Berücksichtigung dieses von den Beobachtungen im Grünland abweichenden Verbreitungsmusters - auch wenn keine konkreten Daten darüber vorliegen - deutet alles darauf hin, daß ein Elevationseffekt nicht vorliegt.

Phyteuma orbiculare L.

Taxonomie:

Phyteuma orbiculare ist eine sehr variable Art, die bis vor kurzem noch in ssp. *orbiculare* und ssp. *tenerum* untergliedert wurde, so auch bei (WISSKIRCHEN & HAUPLER 1998) und in OBERDORFER (2000). Nach ROTHMALER (2002) jedoch gehören die früher unterschiedenen Unterarten zur Variationsbreite der Art. Auch die bei HG. aufgeführten Varietäten haben keine taxonomische Bedeutung.

Die im Untersuchungsraum zunächst als *Phyteuma orbiculare* ssp. *orbiculare* erfaßte Sippe wird daher gem. ROTHMALER (l.c.) als *Phyteuma orbiculare* abgehandelt.

Allgemeine Verbreitung:

Phyteuma orbiculare ist eine europäische Gebirgspflanze, die von den Deutschen Mittelgebirgen bis zu den Dinarischen Alpen und vom Französischen Zentralmassiv bis zu den Karpaten verbreitet ist (ROSENBAUER 1996).

Innerhalb Deutschlands beschränken sich die Vorkommen auf die Mittelgebirge und die Alpen (HAUPLER & SCHÖNFELDER 1988, BENKERT et al. 1996, BfN).

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

Bei BOTTLER (1882) findet sich lediglich die Angabe „in der Rhön“. GOLDSCHMIDT (1908) gibt die Art für die höheren Lagen der Waldwiesen der Hügelregion und für die tieferen Lagen der Matten der Bergregion an.

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Vorkommen der Art sind in fast allen höheren Lagen ab etwa 500 m ü.NN dargestellt. In dem höher liegenden, aber walddominierten Naturraum Brückenauer Kuppenrhön im Südwesten scheint die offenlandbewohnende Art zu fehlen. In den tieferen Lagen im Nordwesten, Nordosten und Südosten sind ebenfalls keine Vorkommen dargestellt.

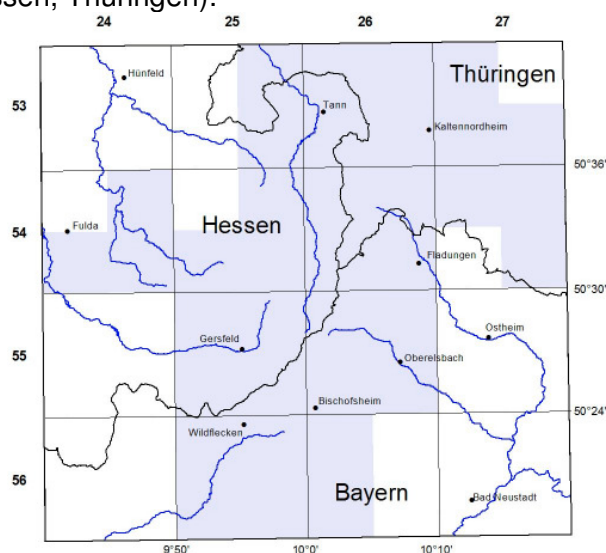


Abb. 66: Verbreitung von *Phyteuma orbiculare* im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)

Horizontalverbreitung:

Von den 89 Nachweisen liegen 79 in der Hohen Rhön und zehn in der Vorder- und Kuppenrhön (sechs in der Westlichen Kuppenrhön, einer in der Östlichen Kuppenrhön und drei im Vorland der Westlichen Kuppenrhön). Im gesamten östlichen Vorland finden sich keine Nachweise.

Höhenverbreitung:

Phyteuma orbiculare wurde in Höhen zwischen 355 und 945 m ü.NN gefunden. Die Nachweise konzentrieren sich auf die Hohe Rhön; etwa $\frac{3}{4}$ von ihnen stammen aus dem Höhenbereich zwischen 750 und 950 m ü.NN. Ein isolierter Nachweis findet sich im Nordosten am Ostabfall des 751 m hohen Gebaberges. Zwei tiefe Funde stammen aus der Bachaue des Gichenbachs, einem Quellbach der Schmalnau (455 m ü.NN; TK 5525/3) und aus der Fuldaaue (355 m ü.NN; TK 5524/2). Westlich der zentralen Verbreitung schließlich liegen drei Nachweise in enger räumlicher Nähe zueinander in den Hangbereichen der Erhebung „Feste Burg“ (TK 5424/4).

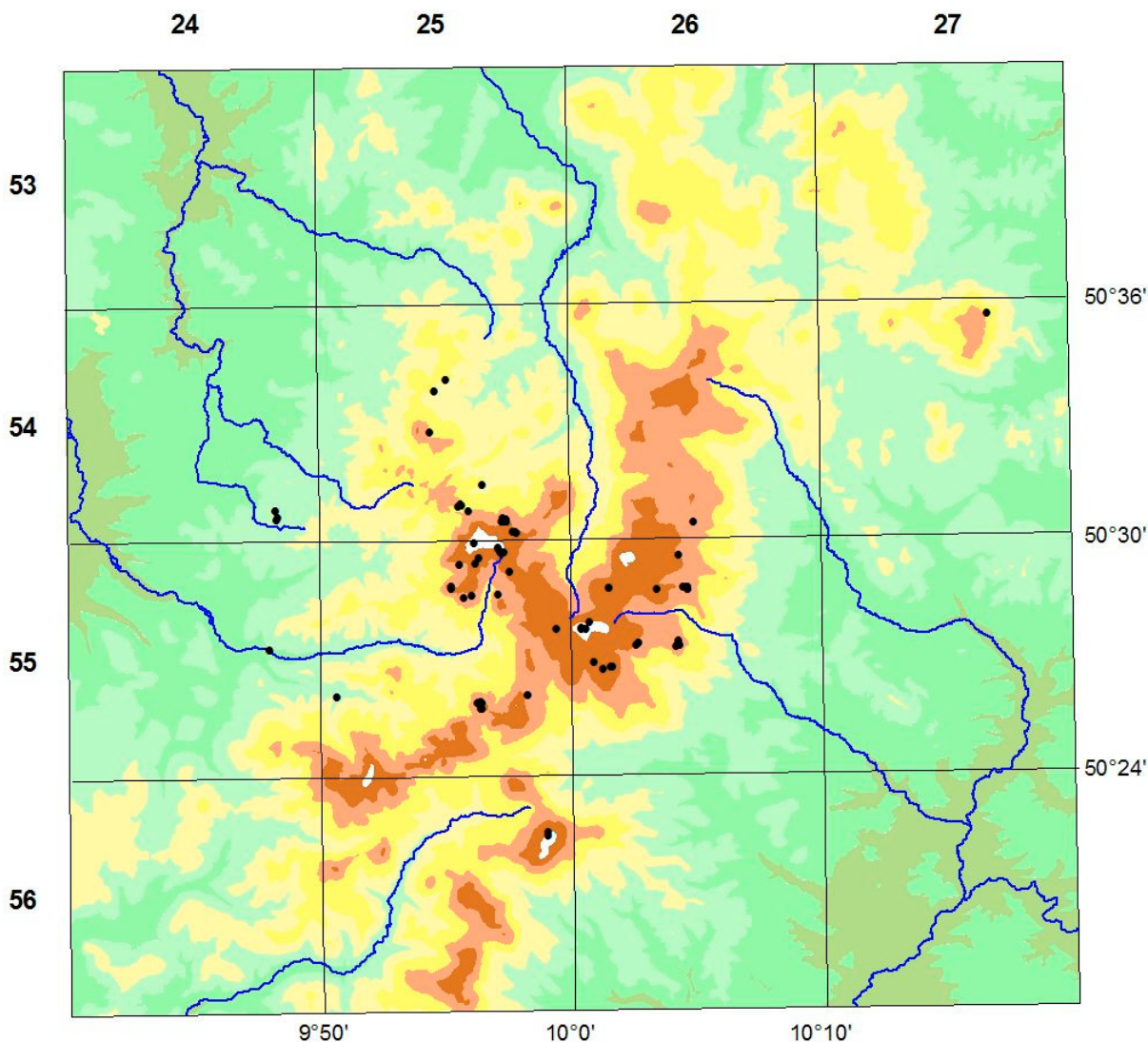


Abb. 67: Aufnahmen mit *Phyteuma orbiculare* (M. ca. 1:300.000)

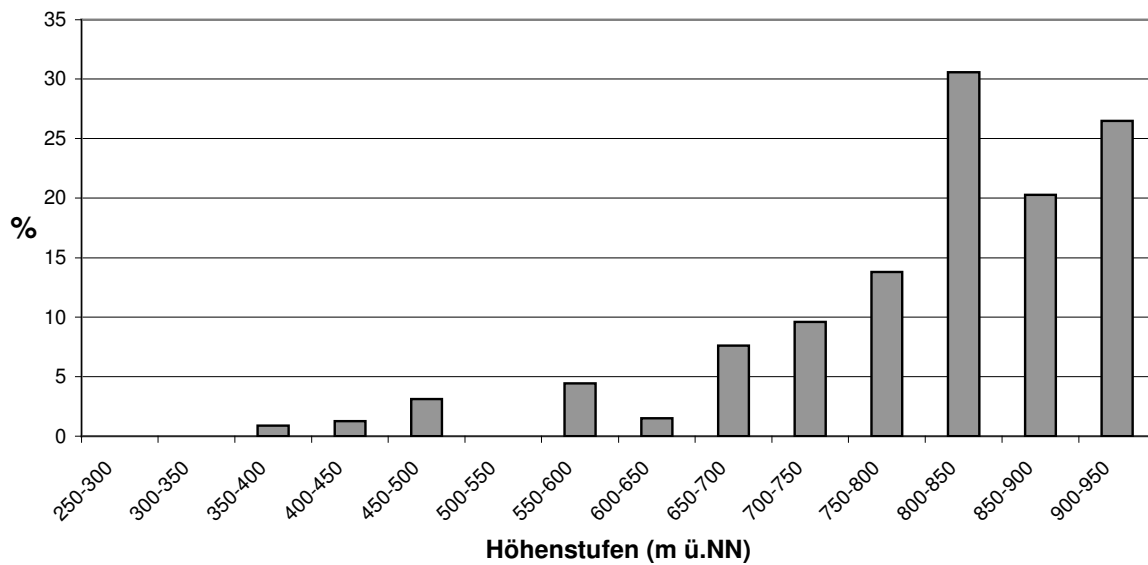


Abb. 68: Stetigkeit von *Phyteuma orbiculare* und Geländehöhen

Jahresniederschlagssummen, Jahresdurchschnittstemperaturen

Aufgrund der Höhenverbreitung der Art korrelieren die Nachweise mit hohen Niederschlagssummen. 84 der 89 Funde (94 %) stammen aus Bereichen mit jährlichen durchschnittlichen Niederschlagssummen von mehr als 900 mm.

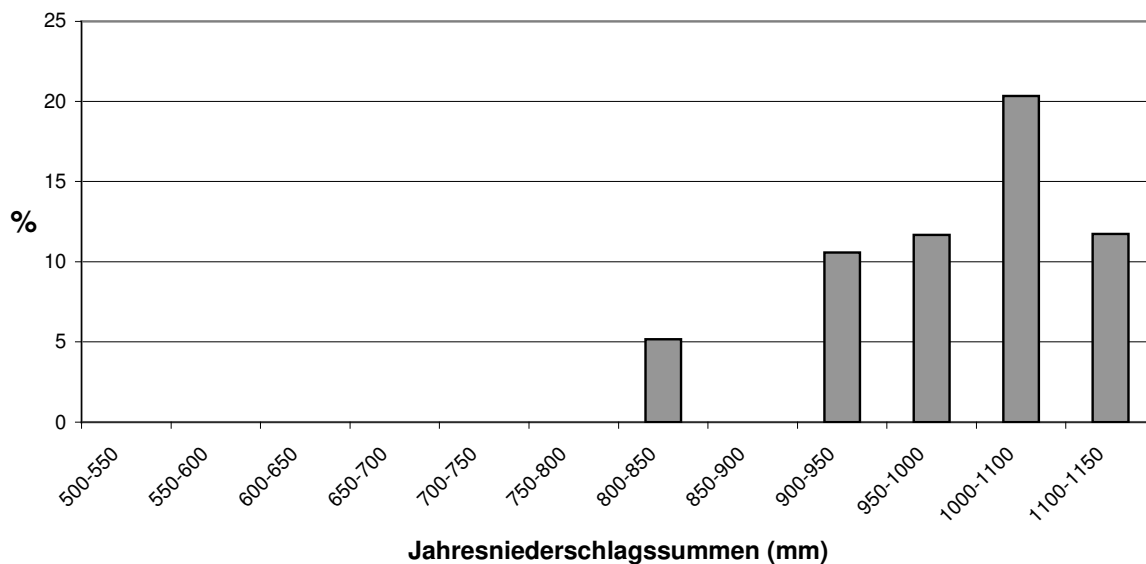


Abb. 69: Stetigkeit von *Phyteuma orbiculare* und Jahresniederschlagssummen

Noch deutlicher scheint eine Abhängigkeit zu Temperaturerscheinungen gegeben zu sein. 82 von 89 Aufnahmen (= 92 %) mit *Ph. orbiculare* wurden in Bereichen mit Jahresdurchschnittstemperaturen von 4 °C bis 6 °C erhoben.

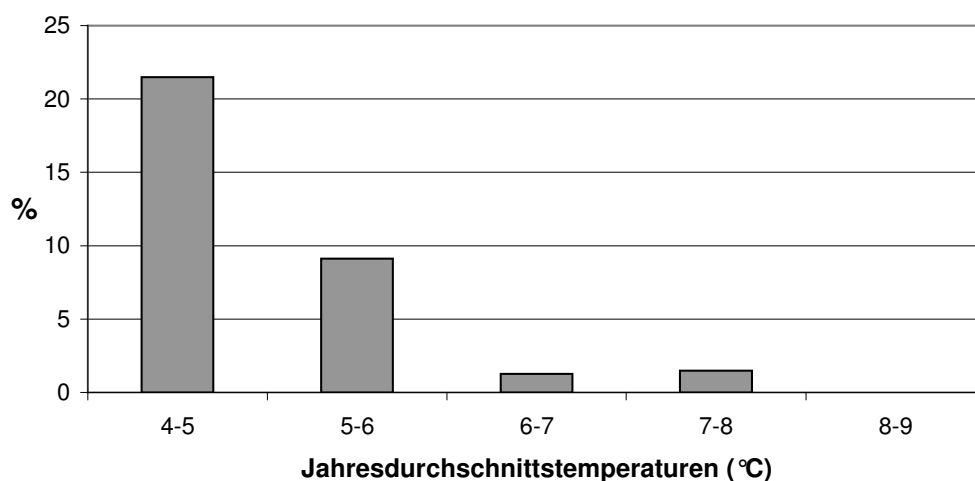


Abb. 70: Stetigkeit von *Phyteuma orbiculare* und Jahresdurchschnittstemperaturen

Ausgangsgesteine:

Zur Analyse der bevorzugt besiedelten Gesteine werden nur Aufnahmen ab einer Geländehöhe ab 455 m ü.NN berücksichtigt, da aufgrund der bekannten Höhenverbreitung der Art

tiefere Lagen kaum besiedelt werden. Die wenigen Nachweise (2) sind durch Hydrochorie bzw. einen möglichen Elevationseffekt bedingt (s.u.).

Tab. 21: Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von *Phyteuma orbiculare*

Ausgangsgestein	Anzahl der Aufnahmen	Nachweise von <i>Phyteuma orbiculare</i>	Stetigkeit von <i>Phyteuma orbiculare</i> (%)
Quartär			
Äolische Sedimente (Lehm und Löß)	36	2	6
Schuttbildungen, Rutschmassen, basaltisch	11	1	9
Schuttbildungen, Rutschmassen, kalkig	13	-	0
Ablagerungen in Talsohlen, überwiegend Auenlehm	22	2	9
Schuttkegel	13	-	0
Holozäner Schotter und Sand	1	-	(Stichprobe zu klein)
Quellmoor	1	-	(Stichprobe zu klein)
Tertiär			
Miozän, überwiegend Sande und Tone	44	2	5
Phonolith	12	-	0
Basalt	264	63	24
Trachyt	9	1	(Stichprobe zu klein)
Basaltische und phonolithische Schlotbrekzien	2	-	(Stichprobe zu klein)
Vulkaniklastite	9	3	(Stichprobe zu klein)
Trias			
Unterer Buntsandstein	2	-	(Stichprobe zu klein)
Mittlerer Buntsandstein	76	2	3
Oberer Buntsandstein	61	5	8
Übergänge Muschelkalk-Buntsandstein	3	2	(Stichprobe zu klein)
Muschelkalk	4	3	(Stichprobe zu klein)
Unterer Muschelkalk	178	3	2
Mittlerer Muschelkalk	12	-	0
Keuper	8	-	(Stichprobe zu klein)
Geologie nicht geklärt	11	-	-
Gesamt	792	89	

Die relativ und absolut meisten Nachweise liegen im Bereich von Basalt. Werden die Ergußgesteinsstandorte einschließlich der Vulkaniklastite und der basaltischen Schuttmassen berücksichtigt, liegt die Stetigkeit von *Ph. orbiculare* bei 76 % (68 Nachweise). Auffallend wenig Nachweise liegen aus den Buntsandstein- und Muschelkalkgebieten vor.

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes

Phyteuma orbiculare wird bevorzugt in den hohen und höchsten Lagen der Hohen Rhön im Bereich von Basaltgesteinen gefunden. Einige Vorposten besiedeln die tieferen Lagen der westlichen Vorländer der Vorder- und Kuppenrhön. Drei von ihnen stammen aus der Bachaue des Gichenbachs, einem Quellbach der Schmalnau, und aus der Fuldaaue. Diese vom Hauptvorkommen isolierten Nachweise sind vermutlich aus von talabwärts verdrifteten,

hydrochoren Samen aufgewachsen und bilden aufgrund des ihnen nach allgemeinen Erkenntnissen nicht zusagenden Standortes (nährstoffreicher Auenboden, Mähweidennutzung) wohl nur temporäre Vorkommen⁷⁷.

Erstaunlicherweise werden Kalkstandorte von *Ph. orbiculare*, die nach EBG. meist auf Kalk weist (Reaktionszahl = 8), auch in den höheren Lagen im Untersuchungsraum kaum besiedelt. Hingegen scheint die Art ihren Schwerpunkt im Bereich der verhagerten, sauren Basaltverwitterungsböden zu besitzen. Dieser erstaunliche Befund hatte den Verf. veranlaßt, gemeinsam mit den beiden Gutachtern der Arbeit, Prof. Dr. Mayer und Prof. Dr. Vollrath, im Juli 2005 Bodenproben im Bereich von Basalt mit Vorkommen von kalkzeigenden Arten zu entnehmen und zu untersuchen (s. Kap. 9.1). Es zeigte sich, daß trotz durchweg niedriger pH-Werte (zumeist um pH 5, z.T. niedriger) oftmals neben den zu erwartenden säureertragenden Arten auch sogenannte Kalkzeiger, u.a. *Ph. orbiculare*, auftraten.

Schon bei RAABE (1954) findet sich ein Hinweis auf das Vorkommen basiphiler Arten in Borstgrasrasen auf Basalt in der Rhön. Er führte dies auf eine geringere Degradierung des Basaltbodens bzw. eine nur geringmächtige Überlagerung des Kalkgesteins durch den Basalt zurück. BARTH (1995) fiel ebenfalls das Vorkommen etlicher Brometalia-Arten in den Borstgrasrasen der Hohen Rhön auf, und er konstatiert, daß es sich um basenreichere Standorte handele.

Diese Einschätzungen decken sich nicht mit unseren Bodenbefunden und dem bekannten ökologischen Verhalten der relevanten Arten. In fast 200 Aufnahmen, die in der Höhenamplitude der Art und im Bereich von Muschelkalk erhoben worden sind, finden sich keine Vorkommen von *Ph. orbiculare*. Ursachen für dieses Phänomen sind nicht erkennbar.

Die Aufnahmen mit *Ph. orbiculare* stammen überwiegend aus Brachen und Extensivgrünland. Die Art gilt als gering bis mäßig mahd- und weideverträglich. Gegenüber Tritt reagiert sie empfindlich (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002). Diese Eigenschaften können für den Untersuchungsraum bestätigt werden.

Hinweise auf einen möglichen Elevationseffekt

Abweichende Höhenverbreitung im Ulstertal im Vergleich zu den östlich und westlich angrenzenden Gebirgstetten:

Aus den östlichen und westlichen Abhängen zum Ulstertal liegen keine Nachweise von *Phyteuma orbiculare* vor. Ein Vergleich mit dem östlichen und westlichen Abhang zu den Vorländern ist somit nicht möglich.

Höhenverbreitung in Abhängigkeit von Mindesthöhen der Berge:

Westlich der Hauptverbreitung von *Phyteuma orbiculare* im Untersuchungsraum liegen Nachweise der Art von wesentlich tieferen Bergen bzw. Kuppen vor. Diese sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

⁷⁷ Neben Zoochorie (u.a. Verdauungsverbeitung durch Hirsche [BONN & POSCHLOD 1998]) ist nach ROTHMALER (2002) Schüttel- und Stoßausbreitung bekannt.

Tab. 22: Die niedrigsten Berge und Kuppen im Untersuchungsraum mit Nachweisen von *Phyteuma orbiculare*

Berg	Gipfelhöhe (m ü.NN)	Rechts-Hoch-Werte des Gipfels	TK 25/Quadrant	Anzahl Nachweise	niedrigster Fundpunkt (m ü.NN)
Bomberg	670	3564703 / 5604576	5425/1	1	600
Oberbernhardser Köpfe	658	3564364 / 5603620	5425/1	1	555
Feste Burg	478	3557384 / 5597453	5424/4	3	445

Die niedrigste Erhebung mit einem Nachweis von *Phyteuma orbiculare* ist die „Feste Burg“ mit 478 m ü.NN. Der tiefste Nachweis stammt von derselben Erhebung und liegt bei 445 m ü.NN⁷⁸. Ein tiefes Herabsteigen von dieser Erhebung ist nicht feststellbar. In allen Aufnahmen im Bereich aller weiteren Kuppen unterhalb dieser Mindesthöhe wurde *Ph. orbiculare* nicht nachgewiesen. Diese sind z.T. nur wenige Meter niedriger als die „Feste Burg“. Die nächst niedrigere (namenlose) Erhebung liegt ca. 1000 m nordwestlich mit einer Kuppenhöhe von 462 m. Theoretisch hätte *Ph. orbiculare* demnach einen Elevationseffekt von 462 - 445 = 17 m (Differenz aus der Höhe des nächst niedrigeren Berges, auf dem die Art nicht mehr gefunden wurde und dem niedrigsten Fundpunkt der Art⁷⁹).

Die Nachweisdichte der Art ist in der Westlichen Kuppenrhön sehr gering (sechs Nachweise) und auch höhere Erhebungen, die der Art tendenziell eher zusagen, werden hier kaum besiedelt. Die Westliche Kuppenrhön ist in diesen tiefen Lagen hügelig und von ihrem Relief her mit der Hohen Rhön und ihrer wesentlich höheren Reliefenergie nicht vergleichbar. Vor diesem Hintergrund und dem sehr geringen Wert von 17 m ist davon auszugehen, daß ein Elevationseffekt nicht vorliegt und die aufgezeigten Verhältnismäßigkeiten zufällig sind.

9.4.6 Westpraealpine Arten

Ranunculus serpens Schrank

Taxonomie:

Ranunculus serpens gehört zur *Ranunculus polyanthemos*-Gruppe, der weitere vier Sippen zugeordnet werden. Drei von ihnen - *R. nemorosus*, *R. polyanthemoides* und *R. polyanthemophyllus* - treten auch in den Aufnahmen aus dem Untersuchungsraum auf. Die morphologisch gut charakterisierten Sippen bilden häufig intermediäre Bastardpopulationen, die oft schwer voneinander zu trennen sind (HG.)⁸⁰.

Allgemeine Verbreitung:

R. serpens ist eine west- bis mitteleuropäische Gebirgspflanze mit Vorkommen in den Pyrenäen, Jura, Vogesen, Schwarzwald, Nordalpen und Alpenvorland. Isolierte Vorkommen existieren in Nordhessen und auf Korsika (NEBEL 1993). Zudem kommt die Sippe, wie im folgenden dargestellt, auch in den hohen Lagen des Rhöngebirges vor.

⁷⁸ *Phyteuma orbiculare* wurde unterhalb von 445 m in einer Aufnahme in der Fuldaaue nachgewiesen (355 m ü. NN). Diese Population ist sehr wahrscheinlich aus hydrochoren Diasporen entstanden (s. o.) und bleibt hier unberücksichtigt.

⁷⁹ nach BACKHUYS (1968)

⁸⁰ Auch im Untersuchungsraum ist nach BARTH (1995) eine intermediäre Sippe (von H. VOLLRATH) nachgewiesen worden, die zwischen *R. nemorosus* und *R. serpens* vermittelt.

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

Angaben zur früheren Verbreitung und zu Vorkommen konnten nicht gefunden werden. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß die Sippe übersehen worden ist. In älteren Florenwerken (BOTTLE 1882 und GOLDSCHMIDT 1908) werden aus der *Ranunculus polyanthemos*-Gruppe *Ranunculus nemorosus* DC. und *Ranunculus polyanthemos* L. für den Untersuchungsraum angegeben. Eine Verwechslungsmöglichkeit mit *R. polyanthemos* ist schon aufgrund der stark unterschiedlichen Blattformen kaum wahrscheinlich. Da jedoch *R. nemorosus* und *R. serpens* ohne den eingehenden Vergleich der speziellen Merkmale miteinander verwechselt werden können, ist zu vermuten, daß sich hinter dem von BOTTLE und GOLDSCHMIDT aufgeführten *R. nemorosus* auch Stücke von *R. serpens* verbergen (vgl. hierzu auch GUTERMANN 1960).

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Vorkommen von *R. serpens* sind im zentralen und nordwestlichen Teil der Hohen Rhön, in weiten Bereichen der Westlichen Kuppenrhön bis in die tieferen Vorländer im Nordwesten (Fuldaer Senke, Fulda-Haune-Tafelland) dargestellt. Aus dem Süden der Hohen Rhön (Kreuzberggruppe, Schwarze Berge) und nahezu dem gesamten östlichen und südöstlichen Vorland sind keine Vorkommen bekannt. Nur im Östlichen Rhönvorland liegen innerhalb eines Viertelquadranten Nachweise vor.

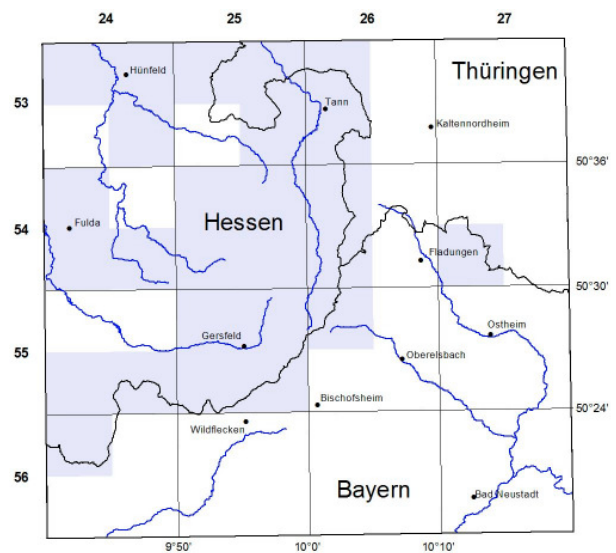


Abb. 71: Verbreitung von *Ranunculus serpens* im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)

Horizontalverbreitung:

Von den 70 Nachweisen liegen 65 in der Hohen Rhön (58 davon in der Wasserkuppenrhön) und vier in den daran angrenzenden, höchsten Lagen der Westlichen Kuppenrhön. Ein Vorkommen abseits dieses umgrenzten Raumes wurde in der Fuldaaue westlich von Gersfeld kartiert. In Aufnahmen des östlichen Gebirgstails der Hohen Rhön, der Langen Rhön und aus allen tiefer liegenden Gebirgstails kommt *R. serpens* nicht vor. Schwerpunktmäßig stammen die Funde somit aus dem westlichen Teil der Hohen Rhön.

Höhenverbreitung:

R. serpens wurde in einer Höhenamplitude zwischen 436 und 910 m ü.NN festgestellt. Die Nachweise konzentrieren sich auf die hohen Lagen etwa zwischen 650 und 900 m ü.NN. Die beiden tiefsten Funde (436 und 550 m ü.NN) liegen in der Fuldaaue bei Gersfeld und westlich davon.

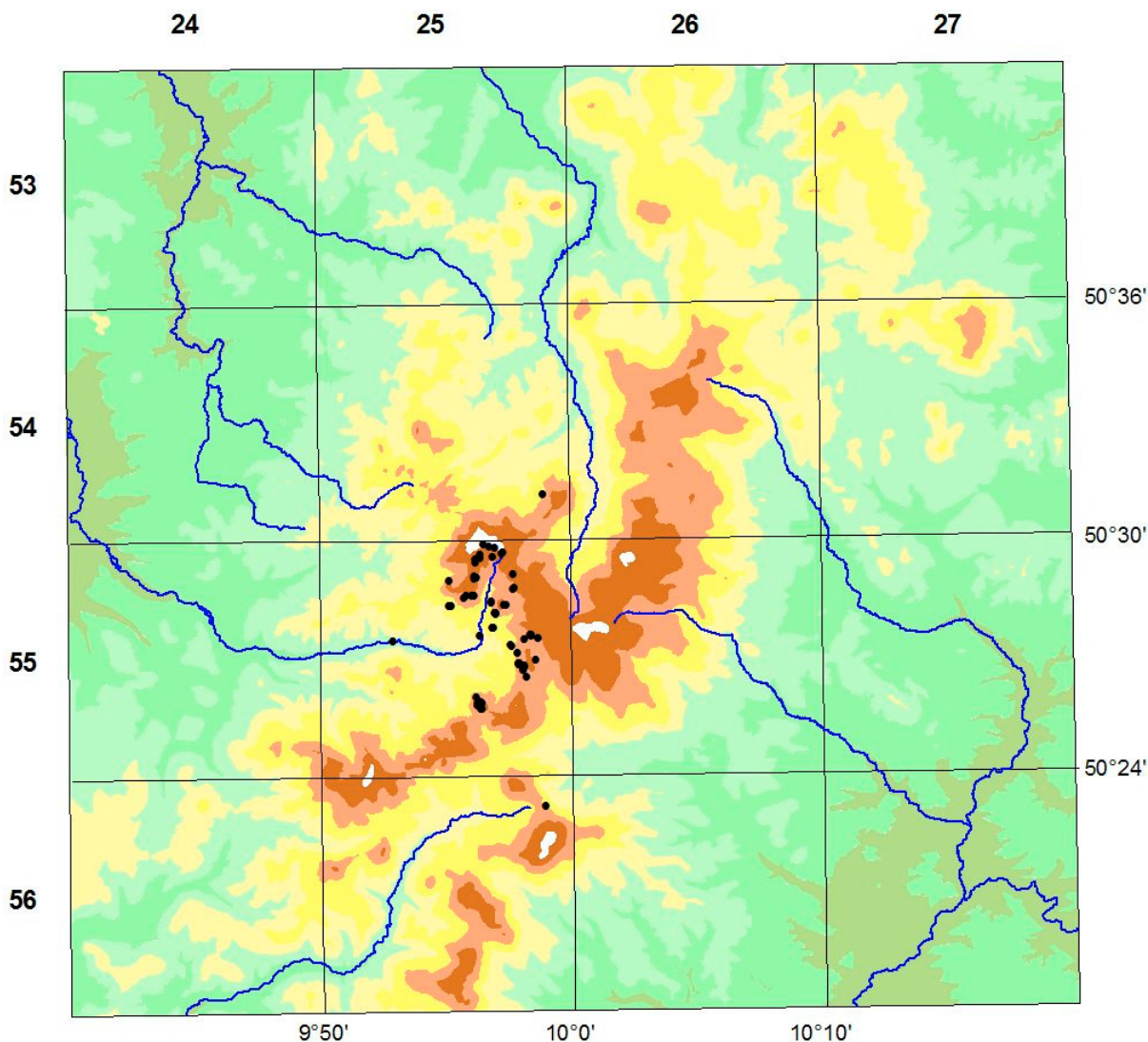


Abb. 72: Aufnahmen mit *Ranunculus serpens* (M. ca. 1:300.000)

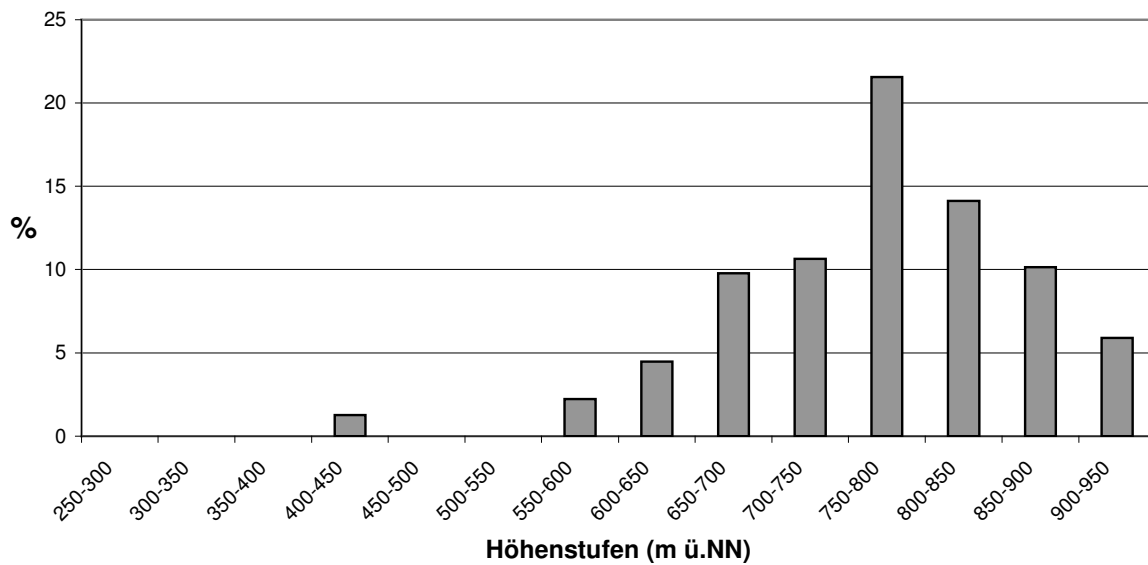


Abb. 73: Stetigkeit von *Ranunculus serpens* und Geländehöhen

In Abb. 73 wird die deutliche Konzentration von *R. serpens* in den Hochlagen deutlich. Die Stetigkeit nimmt demnach bis 800 m ü.NN zu und fällt zu den höchsten Lagen hin wieder leicht ab. Aus tieferen Bereichen unterhalb von 600 m ü.NN liegen nur zwei Nachweise vor.

Ausgangsgesteine⁸¹:

Tab. 23: Ausgangsgesteine und Nachweise von *Ranunculus serpens*

Ausgangsgestein	Anzahl der Aufnahmen	Nachweise von <i>Ranunculus serpens</i>
Quartär		
Äolische Sedimente (Lehm und Löß)	25	-
Schuttbildungen, Rutschmassen, basaltisch	11	-
Schuttbildungen, Rutschmassen, kalkig	1	-
Ablagerungen in Talsohlen, überwiegend Auenlehm	3	2
Schuttkegel	13	2
Quellmoor	1	-
Tertiär		
Miozän, überwiegend Sande und Tone	44	7
Phonolith	7	1
Basalt	264	37
Trachyt	9	-
Vulkaniklastite	9	-
Trias		
Unterer Buntsandstein	2	-
Mittlerer Buntsandstein	38	4
Oberer Buntsandstein	58	11
Übergänge Muschelkalk-Buntsandstein	3	1
Muschelkalk	4	-
Unterer Muschelkalk	52	2
Mittlerer Muschelkalk	2	-
Keuper	1	-
Geologie nicht geklärt	9	3
Gesamt	556	70

Die meisten Aufnahmen mit Vorkommen von *R. serpens* liegen im Bereich von basen- und nährstoffarmen Buntsandstein und Basaltgesteinen sowie miozänen Sanden und Tonen. In Aufnahmen aus Muschelkalkgebieten liegen nur zwei Nachweise vor.

⁸¹ *Ranunculus serpens* kommt mit Ausnahme zweier Funde aus der Fuldaaue (436 und 550 m ü.NN) erst ab Geländehöhen von 600 m ü.NN vor. Daher wurden zur Analyse der bevorzugt besiedelten bzw. gemiedenen Gesteine zum Vergleich nur Aufnahmen ab 600 m ü.NN berücksichtigt. Stetigkeiten zu den besiedelten Gesteinen werden nicht aufgeführt, da von der Sippe nur 70 Nachweise vorliegen und die Gesteine in den hohen Lagen sehr unterschiedliche Flächenanteile stellen. Folglich sind die Aufnahmen bezüglich des Anstehenden sehr ungleich verteilt und die Stetigkeitswerte wenig aussagekräftig.

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes

Ranunculus serpens ist im Grünland des Untersuchungsraumes typisch für die aus Buntsandstein und Ergußgesteinen hervorgegangenen Böden der höheren Lagen ab ca. 650 m ü.NN. Die Sippe ist in ihrer Verbreitung im Grünland, aber auch in ihrer allgemeinen Verbreitung im Untersuchungsraum, auffallend westlich ausgerichtet (s. Abb. 71 und 72). Dieser Befund steht im Einklang mit der Einschätzung von EGB., wonach *R. serpens* eine deutliche ozeanische Ausrichtung (Kontinentalitätszahl 3 = ozeanisch bis subozeanisch) hat. Dies ist vermutlich auch die Ursache, warum *R. serpens* nicht im Bereich der Muschelkalkstandorte der höheren Lagen zu finden ist. Diese nämlich sind weit überwiegend auf die östliche Abdachung (Ostabfall der Langen Rhön) beschränkt. Da *R. serpens* als indifferent hinsichtlich des Boden-pH gilt (EGB.), scheint das Fehlen in den entsprechenden Aufnahmen somit primär mit der geringen Kontinentalität der Art zusammenzuhängen.

Abseits des gut umrissenen Hauptvorkommens liegen zwei Nachweise aus der Fuldaaue vor. Aufgrund der großen Lücke zum Hauptvorkommen und der wesentlich tieferen Lage der Funde (s.o.) ist davon auszugehen, daß diese Vorkommen aus fluviatil verdriftetem und angeschwemmtem Diasporenmaterial von Populationen höherer Lagen entstanden sind.

Für *R. serpens* werden auch in neuerer Literatur als Lebensräume übereinstimmend montane, hochmontane und subalpine Bergwälder und Gebüsche angegeben (z.B. OBERDORFER 2000, ROTHMALER 2002, BFN⁸²). In Tabellen neuerer Arbeiten über Grünland tritt die Sippe nicht auf, wie z.B. ARENS & NEFF (1997), BORNHOLDT et al. (2000) (beide Arbeiten über Grünland der Hohen Rhön) und HUNDT (2001) (Wiesen Mitteldeutschlands mit Thüringer Wald) darlegen. MEIEROTT (2001) hält die zahlreichen Angaben von RÜHL (1974) (zit. nach MEIEROTT l.c.⁸³) für *R. nemorosus*. Nach Prof. Dr. VOLLRATH (mdl. Mitt. Nov. 2005) handelt es sich bei einigen der fraglichen Sippen im Grünland um Übergänge zwischen *R. nemorosus* und *R. serpens*, so z.B. unterhalb der Fuldaquelle an der Wasserkuppe. Die dargelegten Unklarheiten machen deutlich, daß hier noch Klärungsbedarf besteht; auf die Sippe sollte in Zukunft vor allem im Grünland höherer Lagen geachtet werden.

Hinweise auf einen möglichen Elevationseffekt

Abweichende Höhenverbreitung im Ulstertal im Vergleich zu den östlich und westlich angrenzenden Gebirgstellen:

Aus den östlichen und westlichen Abfällen zum Ulstertal und aus dem Ulstertal selber liegen keine Nachweise von *R. serpens* vor. Ein Vergleich mit dem Abfall zur Westlichen Kuppenrhön ist daher nicht möglich.

Höhenverbreitung in Abhängigkeit von Mindesthöhen der Berge:

An der westlichen Nachweisgrenze von *R. serpens* liegen im Vergleich zum Zentrum der Nachweise wesentlich tiefere Fundpunkte der Art vor⁸⁴. Die Nachweise und die entsprechenden Berge bzw. Kuppen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

⁸² Datenbank der Gefäßpflanzen der Zentralstelle für Phytodiversität am Bundesamt für Naturschutz, Stand 12/2004. Abrufbar im Internet unter <http://www.floraweb.de>.

⁸³ Die Arbeit ist im Literaturverzeichnis von MEIEROTT (2001) nicht aufgeführt.

⁸⁴ Die beiden Nachweise in der Fuldaaue bleiben unberücksichtigt, da sie vermutlich aus angeschwemmten Diasporen stammen (s.o.).

Tab. 24: Die niedrigsten Berge und Kuppen im Untersuchungsraum mit Nachweisen von *Ranunculus serpens*

Berg	Gipfelhöhe (m ü.NN)	Rechts-Hoch-Werte des Gipfels	TK 25/Quadrant	Anzahl Nachweise	niedrigster Fundpunkt (m ü.NN)
Eube	847	3566340 / 5594261	5525/2	11	645
Feldberg	815	3567587 / 5593336	5525/2	10	605
Steinküppel	796	3568939 / 5591006	5525/2	3	656
Kesselstein	799	3568982 / 5590414	5525/4	12	720

Der niedrigste Berg mit einem Nachweis von *R. serpens* ist der Steinküppel mit 796 m ü.NN. Der tiefste Nachweis stammt vom Feldberg (815 m ü.NN) und liegt bei 605 m ü.NN.

In allen Aufnahmen im Bereich aller weiteren Berge und Kuppen unterhalb dieser Mindesthöhe wurde *R. serpens* nicht nachgewiesen. Der nächst niedrigere Berg ohne Nachweis von *R. serpens* ist der Weiherberg (TK 5425/4) mit einer Gipfelhöhe von 785 m.

Der Elevationseffekt würde für *R. serpens* demnach $785\text{ m} - 605\text{ m} = 180\text{ m}$ betragen (Differenz aus der Höhe des nächst niedrigeren Berges, auf dem die Art nicht mehr gefunden wurde und dem niedrigsten Fundpunkt der Art).

Es ist davon auszugehen, daß *R. serpens* im Untersuchungsraum auch Laubmischwälder höherer und tieferer Lagen besiedelt. Hierüber liegen jedoch keine Erkenntnisse vor. In den Länderatlanten sind im Nordwesten Vorkommen dargestellt, die deutlich unterhalb der unteren Nachweisgrenze im Grünland des Untersuchungsraumes liegen. Ein möglicher Elevationseffekt hätte daher nur Bedeutung für die Vegetationsformation Grünland.

Zur Ökologie der Sippe im Grünland ist der Wissensstand bisher mangelhaft, entsprechende Untersuchungen liegen kaum vor. Die hier versuchte ökologische Charakterisierung kann nur ein kleiner Beitrag zu einer noch ausstehenden umfassenderen Bearbeitung sein.

Aufgrund der dargelegten Defizite können Aussagen zu einem möglichen Elevationseffekt nicht mit der erforderlichen Sicherheit gemacht werden, auch wenn dieser nach der Definition von VAN STEENIS (1961) im Grünland des Untersuchungsraumes theoretisch vorliegt.

9.4.7 Praealpid-nordische / nordisch(subozeanisch)-praealpidische Arten

Trollius europaeus L.

Taxonomie:

Von *T. europaeus* werden keine Subspezies oder Kleinarten unterschieden. Die Art ist unkritisch.

Allgemeine Verbreitung:

Die eurosibirische Art kommt in Mittel-, Nord- und Osteuropa vor, in Südeuropa nur in den nördlicheren Gebieten der montanen und subalpinen Stufe. Im Osten reichen die Vorkommen bis zum Ob und den arktischen Küsten Russlands. Im Westen ist *T. europaeus* bis in die Alpen, Jura und Schwarzwald verbreitet (HG., NEBEL 1993).

Innerhalb Deutschlands konzentrieren sich die Vorkommen auf die Mittelgebirge und die Alpen. Ein weiterer Verbreitungsschwerpunkt ist das Nordostdeutsche Tiefland (HAEUPLER & SCHÖNFELDER l.c., BENKERT et al. l.c., BfN).

Durch Deutschland verläuft die nordwestliche Verbreitungsgrenze etwa auf der Linie Hunsrück-Westerwald-Siegen-Lippe-Hannover (HG.).

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

Nach GOLDSCHMIDT (1908) war *T. europaeus* im Rhöngebirge weder häufig noch gemein. Als Wuchsorte nennt er Talwiesen der mittleren Ulster, Auen und Waldwiesen der Hügellregion sowie Matten der Bergregion.

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Vorkommen der Art sind in den Länderatlanten im gesamten Untersuchungsraum bis auf die tieferen Lagen im Südosten und im Westen sowie Teile des walddominierten Naturraums Brückenauer Kuppenrhön dargestellt.

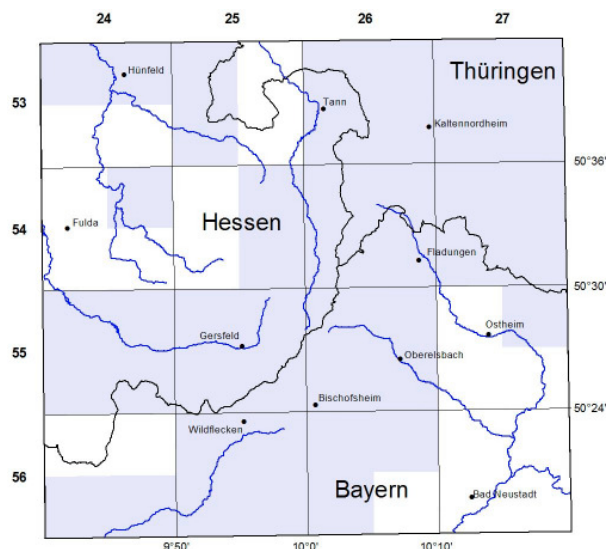


Abb. 74: Verbreitung von *Trollius europaeus* im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)

Horizontalverbreitung:

Von den 74 Nachweisen liegen 69 in der Hohen Rhön (vor allem Wasserkuppen- und Lange Rhön) und fünf in der Vorder- und Kuppenrhön (vier in der Westlichen Kuppenrhön, einer im Vorland der Westlichen Kuppenrhön).

Die Nachweise sind somit deutlich auf die Hohe Rhön konzentriert. In den tieferen Lagen der westlichen Vorländer und im gesamten östlichen Vorland finden sich keine Nachweise.

Höhenverbreitung:

T. europaeus wurde in einer Höhenamplitude zwischen (338) 605 und 920 m ü.NN festgestellt. Die Nachweise sind mit wenigen Ausnahmen auf die hohen und höchsten Lagen ab etwa 600 m ü.NN beschränkt. Der tiefste Fundpunkt liegt mit 338 m ü.NN weit unterhalb der hauptsächlichen Höhenverbreitung in der Fuldaaue bei Schmalnau (5524/2).

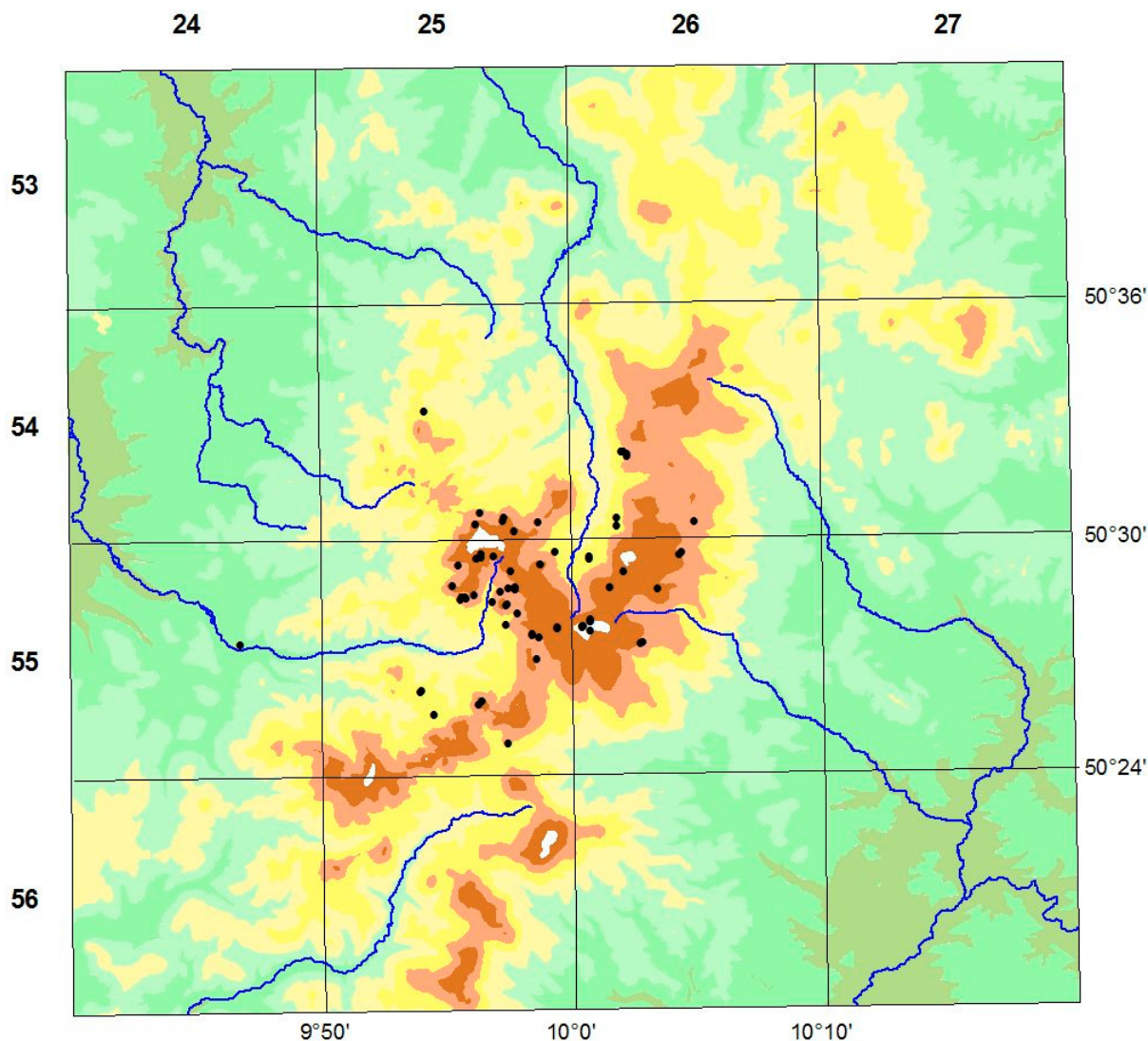


Abb. 75: Aufnahmen mit *Trollius europaeus* (M. ca. 1:300.000)

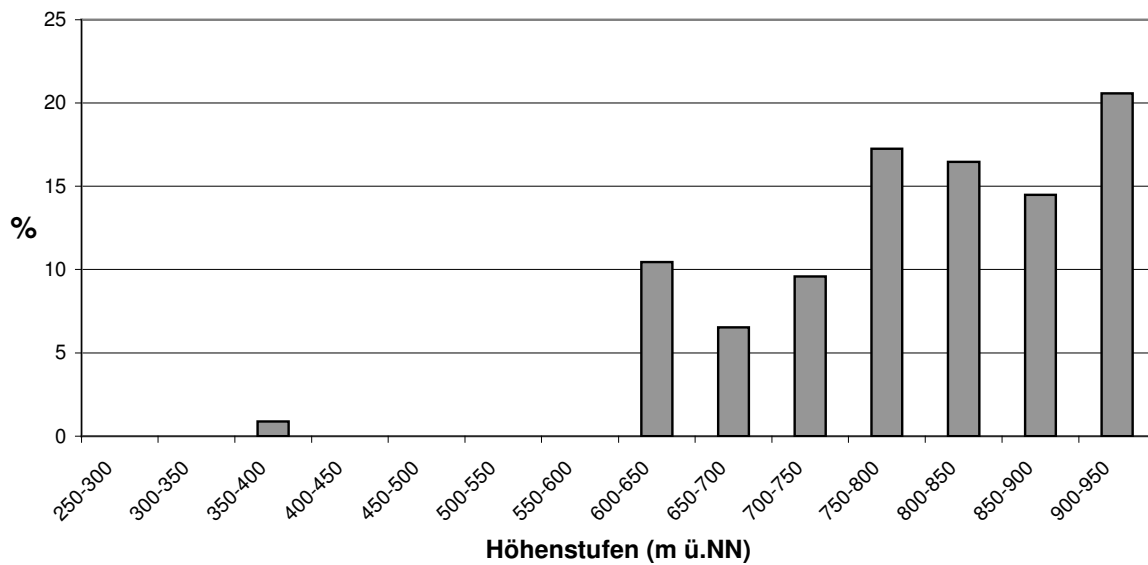


Abb. 76: Stetigkeit von *Trollius europaeus* und Geländehöhen

T. europaeus kommt im Grünland des Untersuchungsraumes mit einer Ausnahme erst in Lagen über 600 m ü.NN vor. Dabei ist tendenziell eine - wenn auch geringe - Zunahme der Stetigkeit mit zunehmenden Geländehöhen zu erkennen.

Ausgangsgesteine⁸⁵:

Tab. 25: Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von *Trollius europaeus*

Ausgangsgestein	Anzahl der Aufnahmen	Nachweise von <i>Trollius europaeus</i>	Stetigkeit von <i>Trollius europaeus</i> (%)
Quartär			
Äolische Sedimente (Lehm und Löß)	25	1	4
Schuttbildungen, Rutschmassen, basaltisch	11	1	9
Schuttbildungen, Rutschmassen, kalkig	1	-	(Stichprobe zu klein)
Ablagerungen in Talsohlen, überwiegend Auenlehm	3	-	(Stichprobe zu klein)
Schuttkegel	13	1	8
Quellmoor	1	-	(Stichprobe zu klein)
Tertiär			
Miozän, überwiegend Sande und Tone	44	6	14
Phonolith	7	-	(Stichprobe zu klein)
Basalt	264	45	17
Trachyt	9	1	(Stichprobe zu klein)
Vulkaniklastite	9	1	(Stichprobe zu klein)
Trias			
Unterer Buntsandstein	2	1	(Stichprobe zu klein)
Mittlerer Buntsandstein	38	7	18
Oberer Buntsandstein	58	9	16
Übergänge Muschelkalk-Buntsandstein	3	-	(Stichprobe zu klein)
Muschelkalk	4	-	(Stichprobe zu klein)
Unterer Muschelkalk	52	-	0
Mittlerer Muschelkalk	2	-	(Stichprobe zu klein)
Keuper	1	-	(Stichprobe zu klein)
Geologie nicht geklärt	9	-	-
Gesamt	556	73	

Fast 90 % der Nachweise stammen aus Buntsandstein- und Basaltgebieten. Auch die Stetigkeiten sind hier am höchsten. In Aufnahmen, die im Bereich von Muschelkalk erhoben wurden, liegen keine Nachweise vor.

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes

T. europaeus kommt bis auf eine Ausnahme ausschließlich in Lagen über 600 m ü.NN und hauptsächlich auf Basalt- und Buntsandsteinböden vor. Die Art gilt als Feuchtezeiger und ist

⁸⁵ Da *Trollius europaeus* mit Ausnahme eines isolierten Fundes bei 338 m ü.NN erst ab Geländehöhen von 600 m ü.NN vorkommt, wurden zur Analyse der bevorzugt besiedelten bzw. gemiedenen Gesteine zum Vergleich nur Aufnahmen ab 600 m ü.NN berücksichtigt.

typisch für Calthion-, Molinion-, Filipendulion- und Trisetion-Gesellschaften. Aus diesem Grund werden die durchlässigen Kalkstandorte, die im Untersuchungsraum bei Grünlandnutzung zumeist von Mesobromion-Gesellschaften eingenommen werden, völlig gemieden.

T. europaeus gilt als Kühlezeiger (Temperaturzahl nach EBG. 3) mit deutlichem Schwerpunkt in kalten Lagen. Vor der Intensivierung der Grünlandnutzung wurden aber auch die den Mittelgebirgen vorgelagerten tieferen Lagen besiedelt. Dies ist anhand der in den zugrunde liegenden Verbreitungsatlanen dargestellten ehemaligen Vorkommen deutlich zu erkennen. Nach NEBEL (1996) lagen die tiefsten Vorkommen in Baden-Württemberg um 1909 bei 200 bis 220 m ü.NN, um 1920 bei ca. 300 m ü.NN und um 1950 etwa bei 350 m ü.NN. 1986 gab es in Baden-Württemberg nur noch einen einzigen bekannten Fund unter 400 m ü.NN.

Ursache für den Rückgang in den tieferen Lagen ist die Intensivierung der Grünlandnutzung. Hiervon ist *T. europaeus* besonders betroffen. Als nordisch-praealpine Art ist sie in den Randbereichen ihres Areals, das sind innerhalb Deutschlands die an die höheren Mittelgebirgslagen grenzenden kollinen Lagen und die an den nordöstlichen Verbreitungsraum sich anschließenden Tieflagen, besonders empfindlich gegenüber negativen Standortveränderungen. Zudem unterlagen gerade diese Landschaften einer besonderen Grünlandintensivierung, die immer mit Flächenentwässerung einher ging. Als hygrophile Offenlandart, die zudem überaus empfindlich gegenüber Viehtritt ist (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002) hatte *T. europaeus* besonders unter der Grünlandintensivierung zu leiden.

Die aufgezeigte Entwicklung kann auch für den Untersuchungsraum angenommen werden. Die tieferen Lagen werden wesentlich intensiver genutzt, während die hochgelegenen, von Triseteten und Nardeten eingenommenen Flächen aufgrund von Naturschutzbestimmungen großflächig extensiviert wurden bzw. wegen der geringen Nutzbarkeit seit Jahrhunderten extensiv genutzt werden (s. a. Kap. 3.7.2). Als Wuchsorte der Trollblume im Untersuchungsraum nennt GOLDSCHMIDT (1908) neben Wiesen der Hügel- und Bergregion auch Talwiesen. Dies kann aktuell nicht mehr bestätigt werden. Der fast völlige Rückgang in den tieferen Lagen muß auf die Intensivierung der Grünlandbewirtschaftung zurückgeführt werden.

Insofern ist das Fehlen in den Lagen unterhalb von 600 m ü.NN nutzungsbedingt, auch wenn die Art aufgrund ihrer pflanzengeographischen Hauptverbreitung wärmere Lagen meidet.

Hinweise auf einen möglichen Elevationseffekt

Abweichende Höhenverbreitung im Ulstertal im Vergleich zu den östlich und westlich angrenzenden Gebirgstteilen:

Im Bereich der Gipfel- und Kuppenlagen der Wasserkuppen- und Langen Rhön sowie der Abhänge zum Ulstertal und zu den östlichen Gebirgstteilen (Ostabfall der Langen Rhön) und westlichen Gebirgstteilen (Westliche Kuppenrhön) liegen 65 Nachweise von *Trollius europaeus* vor.

Die fünf tiefsten Fundpunkte liegen im Ulstertal zwischen 632 und 657 m ü.NN (Ø 648), im Bereich des östlichen Abfalls zwischen 770 und 790 m ü.NN (Ø 782) und am westlichen Abfall zwischen 690 und 740 m ü.NN (Ø 722 m). Demnach reichen die Nachweise von *Trollius europaeus* im Ulstertal durchschnittlich 134 m tiefer als am Ostabfall und 74 m tiefer als am Westhang.

Die Analyse von Aufnahmen aus tieferen Lagen des östlichen und westlichen Abfalls ohne Nachweise von *T. europaeus* hat ergeben, daß die hier herrschenden Standortverhältnisse *T. europaeus* nicht grundsätzlich ausschließen. Allerdings weisen die tiefen Aufnahmen im Ulstertal eine höhere durchschnittliche Feuchtezahl gem. EGB. auf als Aufnahmen aus tieferen Lagen des östlichen und westlichen Abfalls ohne Nachweise von *T. europaeus*.

Die auffallend tiefere Verbreitung im Ulstertal im Vergleich zu den östlichen und westlichen Abfällen hängt somit auch oder vor allem mit dem Bodenwasserhaushalt zusammen. Daher

wäre ein möglicher Elevationseffekt durch die erhöhte Bodenfeuchte im Ulstertal positiv beeinflusst.

Höhenverbreitung in Abhängigkeit von Mindesthöhen der Berge:

Es konnten keine Anzeichen dafür gefunden werden, daß *Trollius europaeus* nur auf Bergen vorkommt, die eine bestimmte minimale Gipfelhöhe haben. Ein Elevationseffekt konnte somit nicht belegt werden.

Geranium sylvaticum L.

Taxonomie:

Geranium sylvaticum ist sehr vielgestaltig, und es sind verschiedenen Formen und Varietäten beschrieben worden. Über Korrelationen zwischen einzelnen Merkmalen und der Verbreitung etwaiger Rassen in Mitteleuropa liegen gleichwohl nur ungenügende Erkenntnisse vor (HG.). Die beschriebenen Formen und Varietäten haben überdies keine taxonomische Bedeutung.

Allgemeine Verbreitung:

G. sylvaticum besiedelt mittel- und nordeurasische Gebirge. Die nördlichsten Vorkommen reichen bis Island, Norwegen, Russland und Sibirien. Im Osten erstreckt sich die Verbreitung bis zum Jenissei, im Südwesten bis zu den Pyrenäen und den spanischen Gebirgen. Im Süden und Südosten liegen die entferntesten Vorkommen in Armenien, im nördlichen Kleinasien, den Alpen und Apenninen (HG.)

Innerhalb Deutschlands konzentrieren sich die Vorkommen auf die hohen Lagen der Mittelgebirge und die Alpen.

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

GOLDSCHMIDT (1908) nennt als Wuchsorte der Art, die er als „weder häufig noch gemein“ bezeichnet, Waldwiesen der Hügelregion und Laubwälder der Hügel- und Bergregion.

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Vorkommen der Art sind in allen höheren Lagen ab ca. 350 m ü.NN mit Ausnahme von Teilen der Brückenauer Kuppenrhön dargestellt. In den tieferliegenden Einzugsgebieten von Fulda und Haune (Fulda-Haune-Tafelland), Ulster (Ulstertal nordwestlich von Tann) sowie Streu und Saale (Grabfeld) fehlt die Art.

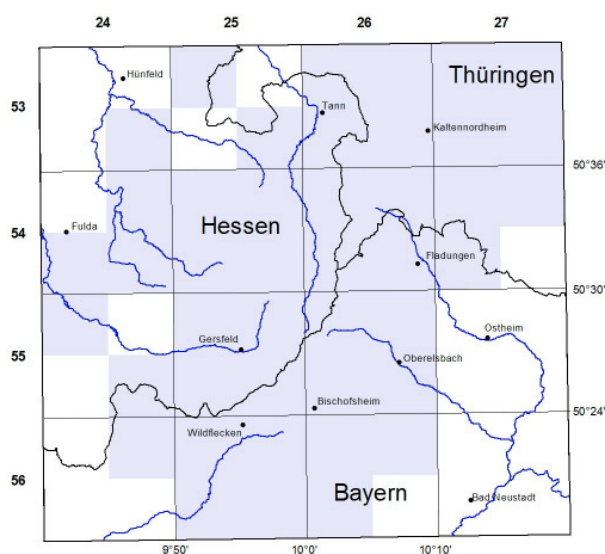


Abb. 77: Verbreitung von *Geranium sylvaticum* im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)

Horizontalverbreitung:

Geranium sylvaticum kommt fast ausschließlich in Aufnahmen aus den westlichen Gebirgstteilen der Hohen Rhön und solchen der Westlichen Kuppenrhön vor. Drei isolierte Nachweise befinden sich im oberen Haunetal östlich von Dietershausen (TK 5424/4). Aus der Langen Rhön und dem gesamten östlichen und südöstlichen Vorland finden sich in den Aufnahmen keine Nachweise.

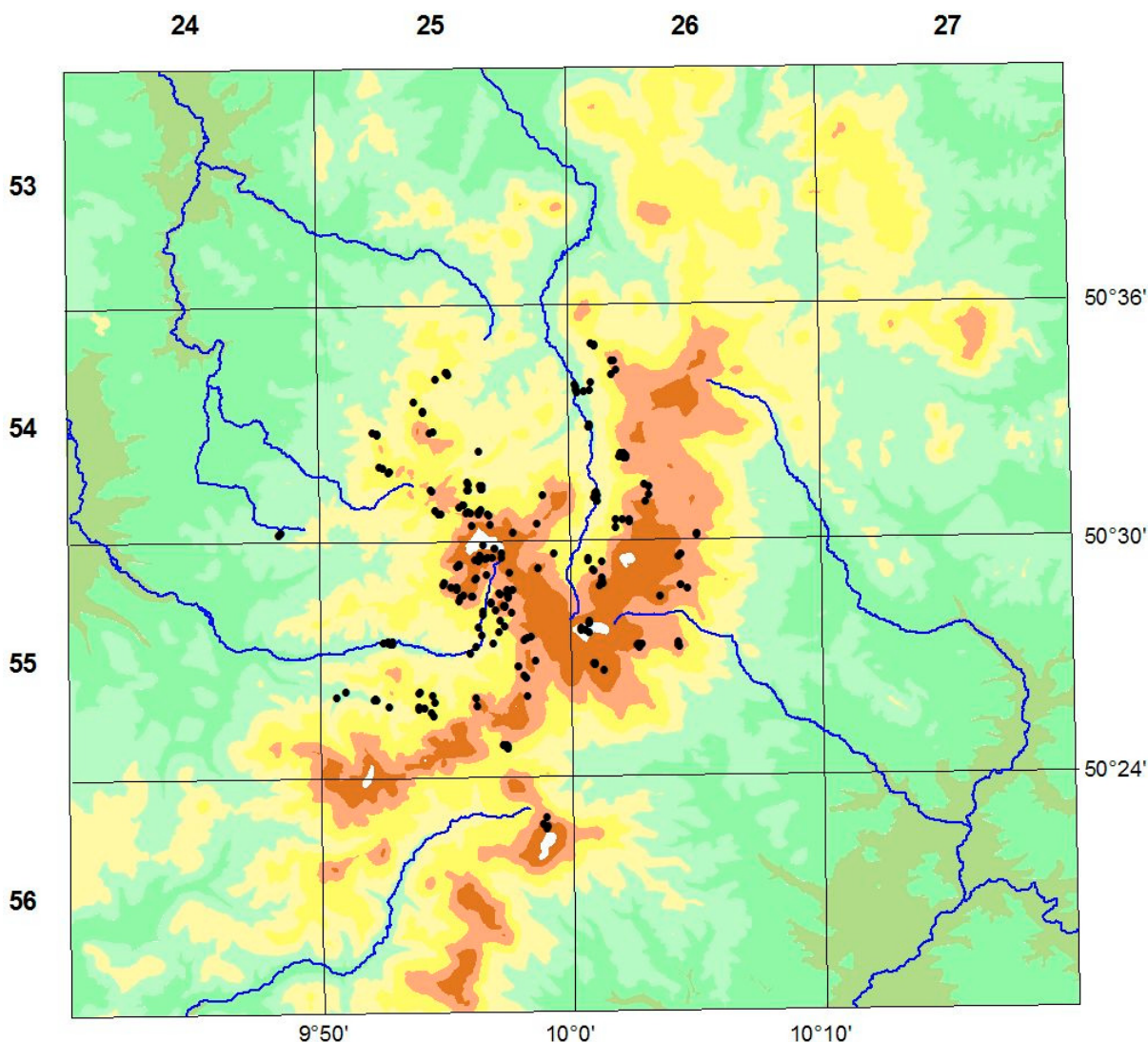


Abb. 78: Aufnahmen mit *Geranium sylvaticum* (M. ca. 1:300.000)

Höhenverbreitung:

Geranium sylvaticum wurde zwischen 425 und 920 m ü.NN festgestellt. Etwa 80 % aller Nachweise beziehen sich auf die Höhenamplitude zwischen 600 und 900 m ü.NN. Die 19 tiefsten Funde (zwischen 425 und 569 m ü.NN) liegen in der Aue des Gichenbachs (südlicher Quellbach der Schmalnau bei Gichenbach; TK 5525/3), im oberen Haunetal (s.o.), im Ulstertal zwischen Thaiden und Hilders (TK 5426/1) und in der Fuldaaue zwischen Gersfeld und Hettenhausen (5525/1).

Die Stetigkeiten zu den Geländehöhen nehmen bis ca. 600 m ü.NN zu, bleiben bis etwa 800 m ü.NN bei ungefähr 40 % und gehen zu den höchsten Erhebungen wieder zurück.

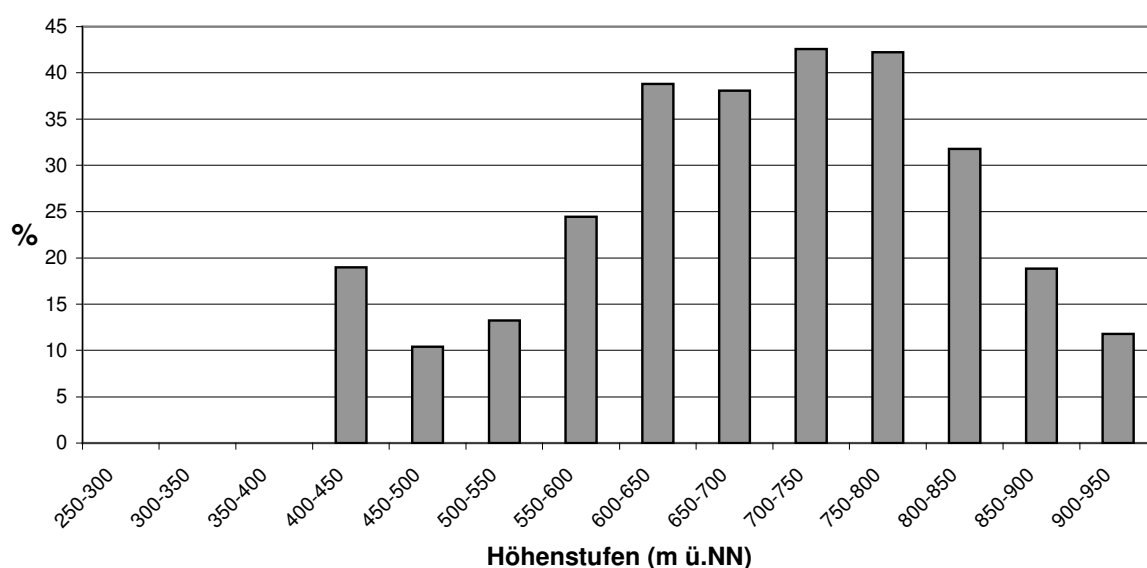


Abb. 79: Stetigkeit von *Geranium sylvaticum* und Geländehöhen

Ausgangsgesteine⁸⁶:

G. sylvaticum wurde im Bereich von Gesteinen nachgewiesen, aus denen sich sowohl nährstoffarme (Buntsandsteinböden, verhärtete Basaltverwitterungsböden) wie -reiche Böden (Böden aus äolischen Sedimenten, Auenböden) entwickelt haben. Muschelkalkstandorte hingegen werden weitestgehend gemieden (ein Nachweis in 157 Aufnahmen).

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes

Geranium sylvaticum besiedelt im Grünland des Untersuchungsraumes bevorzugt nährstoffarme wie -reiche, kalkarme Böden höherer Lagen zwischen 600 und 900 m ü.NN. Allgemein werden frische bis feuchte, nährstoff- und basenreiche Grünlandstandorte (Wiesen) und Staudenfluren als Lebensräume angegeben (z.B. DEMUTH 1992a). SUCK & GUTSCHE (1994) machen jedoch darauf aufmerksam, daß es sich bei dem montanen Geranio-Trisetetum der Hohen Rhön, in welchem *G. sylvaticum* steter Begleiter ist, um einen insgesamt ausgesprochen mageren Wiesentypus handelt. Diese Einschätzung kann auch durch die in der vorliegenden Arbeit ausgewerteten Daten bestätigt werden.

Das Fehlen in den Muschelkalkgebieten hängt offenbar weniger mit dem Boden-pH als vielmehr mit dem Bodenwasserhaushalt der Kalkrendzinen in Verbindung mit der östlichen und südöstlichen Verbreitung dieser Böden zusammen. Die nordischsubalpide Hauptverbreitung von *G. sylvaticum* ist atlantisch beeinflusst. Da die Niederschläge im Bereich der Muschelkalkstandorte am Ostabfall der Langen Rhön (Muschelkalk steht im Westen der Hochlagen kaum an) im Vergleich zur Langen Rhön und Wasserkuppenrhön bereits geringer ausfallen, sind die Böden in Anbetracht ihres geringen Wasserhaltevermögens für *G. sylvaticum* kaum besiedelbar.

⁸⁶ *Geranium sylvaticum* kommt mit Ausnahme der tiefen Funde aus den Bachauen erst ab Geländehöhen von ca. 475 m ü.NN vor. Daher wurden zur Analyse der bevorzugt besiedelten bzw. gemiedenen Gesteine zum Vergleich nur Aufnahmen ab 475 m ü.NN berücksichtigt.

Tab. 26: Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von *Geranium sylvaticum*

Ausgangsgestein	Anzahl der Aufnahmen	Nachweise von <i>Geranium sylvaticum</i>	Stetigkeit von <i>Geranium sylvaticum</i> (%)
Quartär			
Äolische Sedimente (Lehm und Löß)	35	23	66
Schuttbildungen, Rutschmassen, basaltisch	11	7	64
Schuttbildungen, Rutschmassen, kalkig	1	-	(Stichprobe zu klein)
Ablagerungen in Talsohlen, überwiegend Auenlehm	13	9	69
Schuttkegel	13	2	15
Holozäner Schotter und Sand	1	1	(Stichprobe zu klein)
Quellmoor	1	-	(Stichprobe zu klein)
Tertiär			
Miozän, überwiegend Sande und Tone	44	20	45
Phonolith	10	3	30
Basalt	264	87	33
Trachyt	9	4	(Stichprobe zu klein)
Vulkaniklastite	9	1	(Stichprobe zu klein)
Trias			
Unterer Buntsandstein	2	1	(Stichprobe zu klein)
Mittlerer Buntsandstein	65	35	54
Oberer Buntsandstein	58	26	45
Übergänge Muschelkalk-Buntsandstein	3	-	(Stichprobe zu klein)
Muschelkalk	4	-	(Stichprobe zu klein)
Unterer Muschelkalk	141	1	1
Mittlerer Muschelkalk	11	-	0
Keuper	1	-	(Stichprobe zu klein)
Geologie nicht geklärt	11	2	-
Gesamt	707	222	

Am meisten ursprünglich ist die Art in den subalpinen Hochstaudenwiesen (HG.). Von hier hat sich *G. sylvaticum* in tiefere Lagen ausgebreitet. Ursachen für die Ausbreitung waren die Rodung der Wälder und die Anlage von Dauergrünland im Mittelalter. Ausbreitungswege waren vermutlich die Fluß- und Bachtäler, deren Wälder als erstes gerodet wurden. Die tiefsten Nachweise im Untersuchungsraum liegen in den Bachtälern von Fulda, Ulster, Haune und Gichenbach auf Flächen, die vom jährlichen Hochwasser erfaßt werden. Die Vermutung liegt daher nahe, daß die Art fluviatil verdriftet wird. Eine Ausbreitung von hier in angrenzendes Grünland abseits der Bachtäler ist nicht zu beobachten.

Für die Besiedlung der Bachtäler der tieferen Lagen im Untersuchungsraum kommt ein weiterer Aspekt hinzu. Im Bereich der oberen Fulda (und somit im Untersuchungsraum) waren nach Darstellung bei BÖHM (1990) Wässerwiesen angelegt⁸⁷. Diese noch im 20. Jahrhundert weit verbreitete Bewirtschaftungsform brachte überaus nährstoffreiche Grünlandstandorte hervor, was mit einer drastischen Veränderung der Vegetation einher ging (BONN &

⁸⁷ Auch in den Auen von Gichenbach, Haune und Ulster ist von ehemaligen Wässerwiesen auszugehen (kleinere Bachtäler sind aus Maßstabsgründen bei BÖHM (l.c.) nicht dargestellt).

POSCHLOD 1998). Besonders gefördert wurden stickstoffzeigende, hochwüchsige Arten. Charakteristisch im Bereich von bewässerten Bergwiesen im Schwarzwald waren nach BAUR (1950) *Bistorta officinalis*, *Geranium sylvaticum*⁸⁸, *Trollius europaeus* und *Rumex acetosa*. Bis auf *T. europaeus* treten diese Arten überwiegend gemeinsam auch in den bezeichneten Aufnahmen der tieferen Bachtäler im Untersuchungsraum auf.

Für die tieferen Vorkommen in Bachtälern des Untersuchungsraumes sind somit Ausbreitungs- und Nutzungsaspekte ursächlich.

Hinweise auf einen möglichen Elevationseffekt

Abweichende Höhenverbreitung im Ulstertal im Vergleich zu den östlich und westlich angrenzenden Gebirgstteilen:

Die tiefen Vorkommen von *G. sylvaticum* im Ulstertal haben ihre Ursache, wie dargelegt, im Ausbreitungsverhalten der Art und in der ehemaligen Wässerwiesennutzung. Die Vorkommen zum östlichen Abfall bleiben auf die Hohe Rhön beschränkt und erreichen die Lange Rhön mit ihrer deutlichen Abdachung zum östlichen Vorland nicht. Dies hat klimatische und edaphische Gründe. Die Vorkommen am westlichen Abhang reichen im Vergleich zum östlichen in tiefere Lagen des Vorlandes (Westliche Kuppenrhön). Bleiben die Vorkommen in den jährlich überschwemmten Auenbereichen von Ulstertal und den Tälern von Fulda, Haune und Gichenbach unberücksichtigt, ist ein tieferes Hinabsteigen ins Ulstertal im Vergleich zu dem östlichen und westlichen Abfall nicht erkennbar. Ein Elevationseffekt besteht nicht.

Höhenverbreitung in Abhängigkeit von Mindesthöhen der Berge:

Es konnten keine Anzeichen dafür gefunden werden, daß *Geranium sylvaticum* nur auf Bergen vorkommt, die eine bestimmte minimale Gipfelhöhe haben.

Crepis mollis (Jacq.) Aschers.

Taxonomie:

Crepis mollis gliedert sich in ssp. *mollis* und ssp. *succisifolia* (All.) Jav. Die verbreitete Sippe höherer Berglagen ist ssp. *mollis*, während ssp. *succisifolia* selten ist und offenbar mehr in Quellfluren, feuchten Gebüschern oder an Bachufern vorkommt (OBD.). Die Unterarten sind bei den Aufnahmen nicht unterschieden worden. Sehr wahrscheinlich handelt es sich jeweils um ssp. *mollis*, da ssp. *succisifolia* wesentlich seltener ist und die von ihr potentiell besiedelten Biotope (s.o.) nicht untersucht worden sind.

Allgemeine Verbreitung:

Der Verbreitungsschwerpunkt von *Crepis mollis* liegt in Zentraleuropa mit Schottland und England, Französischem Zentralmassiv und Pyrenäen sowie in Osteuropa (WÖRZ 1996).

Innerhalb Deutschlands beschränken sich die Vorkommen auf die höheren Mittelgebirge und die Alpen (HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988, BENKERT et al. 1996, BfN).

⁸⁸ Während auch Hg. die starke Förderung von *G. sylvaticum* durch hohe Düngegaben herausstreicht und die Art noch 1937 sogar als „lästiges Unkraut“ in subalpinen Wiesen und Weiden bezeichnet und eine „Bekämpfung“ empfiehlt, weisen SUCK & GUTSCHE (1994) auf die starke Rückläufigkeit des Geranio-Trisetetum in der Hohen Rhön hin.

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

GOLDSCHMIDT (1908) führt *Crepis mollis* als Art der „Sumpfwiesen und Wiesenmoore“ mittlerer und oberer Lagen des Rhöngebirges auf. Sie wird unter denjenigen Arten geführt, die damals als „nicht gemein“ bzw. „nicht häufig“ galten. BORNMÜLLER (1920) bezeichnet die Art als „überall gemein“.

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Vorkommen von *Crepis mollis* sind in den Länderatlanten nur in Quadranten höherer Lagen (ab ca. 500 m ü.NN) dargestellt. In weiten Bereichen im Südosten und Nordwesten fehlt die Art.

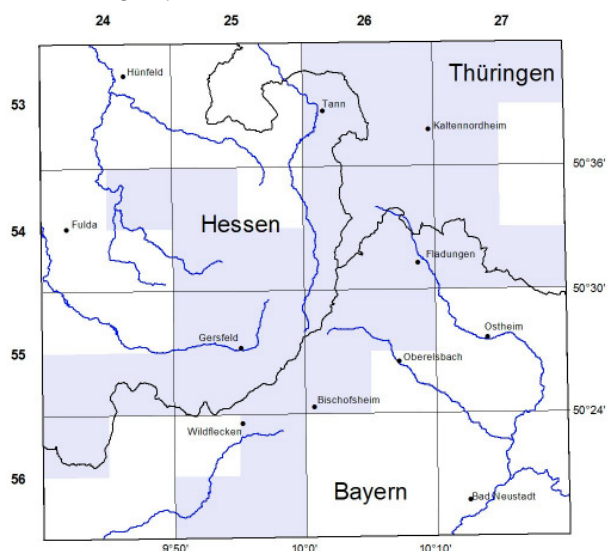


Abb. 80: Verbreitung von *Crepis mollis* im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)

Horizontalverbreitung:

Von den 162 Nachweisen liegen 137 in der Hohen Rhön und 25 in der Vorder- und Kuppenrhön (24 in der Westlichen Kuppenrhön, einer im Vorland der Westlichen Kuppenrhön).

Die Nachweise sind somit deutlich auf die Hohe Rhön und die daran angrenzenden höheren Lagen der westlichen Vorländer konzentriert. In den tieferen Lagen der westlichen Vorländer und dem gesamten östlichen Vorland finden sich keine Nachweise.

Höhenverbreitung:

Crepis mollis wurde in einer Höhenamplitude zwischen 350 und 920 m ü.NN festgestellt, wobei eine deutliche Konzentration in den höchsten Lagen erkennbar ist. Die sechs tiefsten Nachweise (zwischen 350 und 425 m ü.NN) liegen in der Fuldaaue etwa zwischen Gersfeld und Schmalnau.

Bis ca. 550 m ü.NN kommt *Crepis mollis* in durchschnittlich ca. 2 %, ab 750 m ü.NN in durchschnittlich etwa 35 % der Aufnahmen vor. Wie erwartet, besteht eine signifikante Korrelation zwischen steigender Geländehöhe und Zunahme der Stetigkeit.

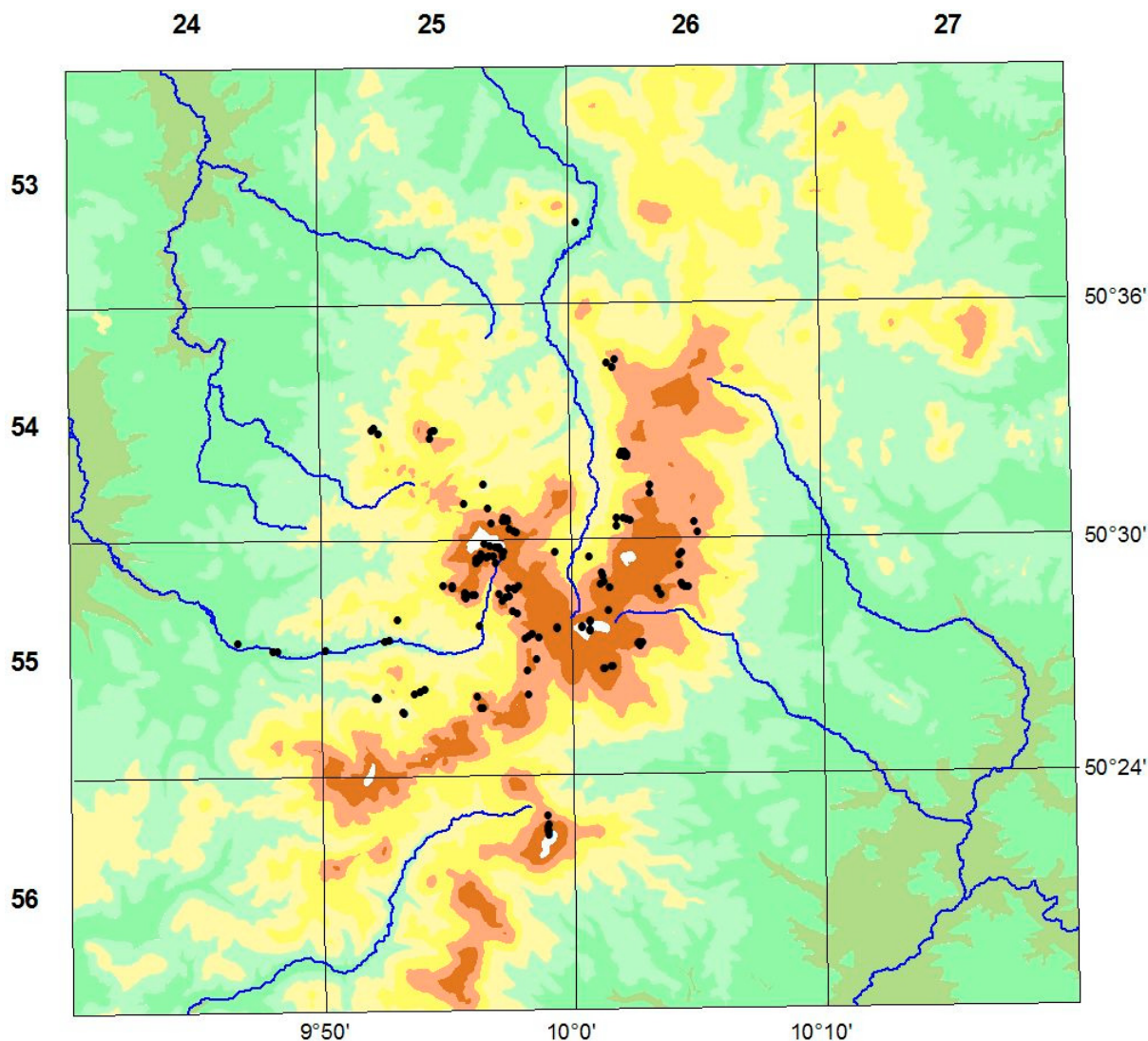


Abb. 81: Aufnahmen mit *Crepis mollis* (M. ca. 1:300.000)

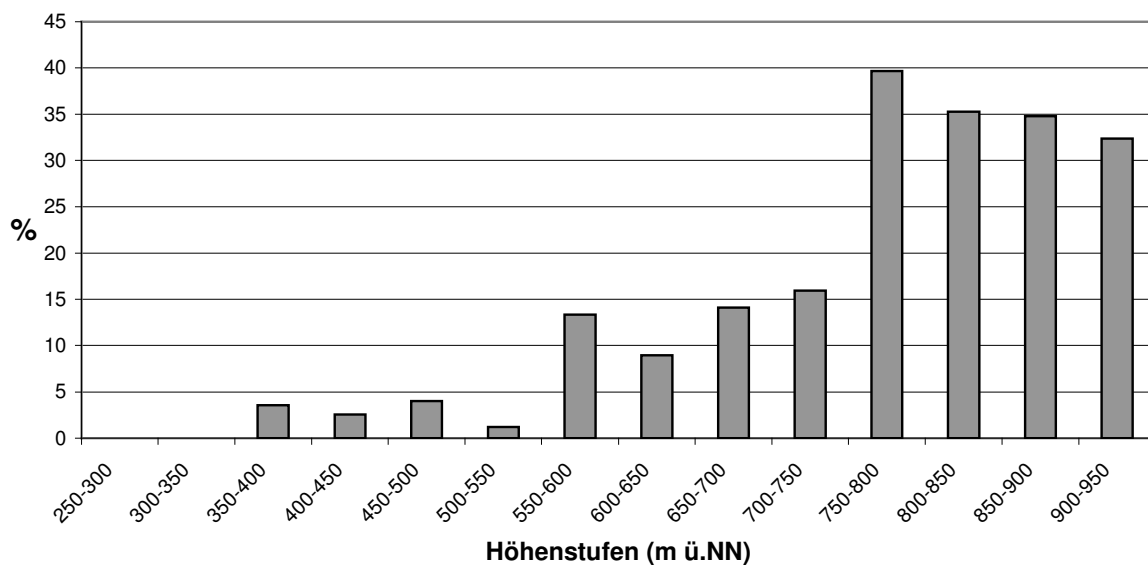


Abb. 82: Stetigkeit von *Crepis mollis* und Geländehöhen

Jahresniederschlagssummen, Jahresdurchschnittstemperaturen

Da die Temperaturen mit zunehmender Meereshöhe fallen und die Niederschläge zunehmen, gehen die Nachweise von *Crepis mollis* mit hohen Jahresniederschlagssummen und geringen Jahresdurchschnittstemperaturen einher.

145 der 162 Nachweise (= 90 %) stammen aus Aufnahmen, die im Bereich von Jahresniederschlagssummen von mehr als 950 mm erhoben worden sind. In Aufnahmen im Bereich von Jahresniederschlagssummen von weniger als 750 mm taucht die Art nicht auf.

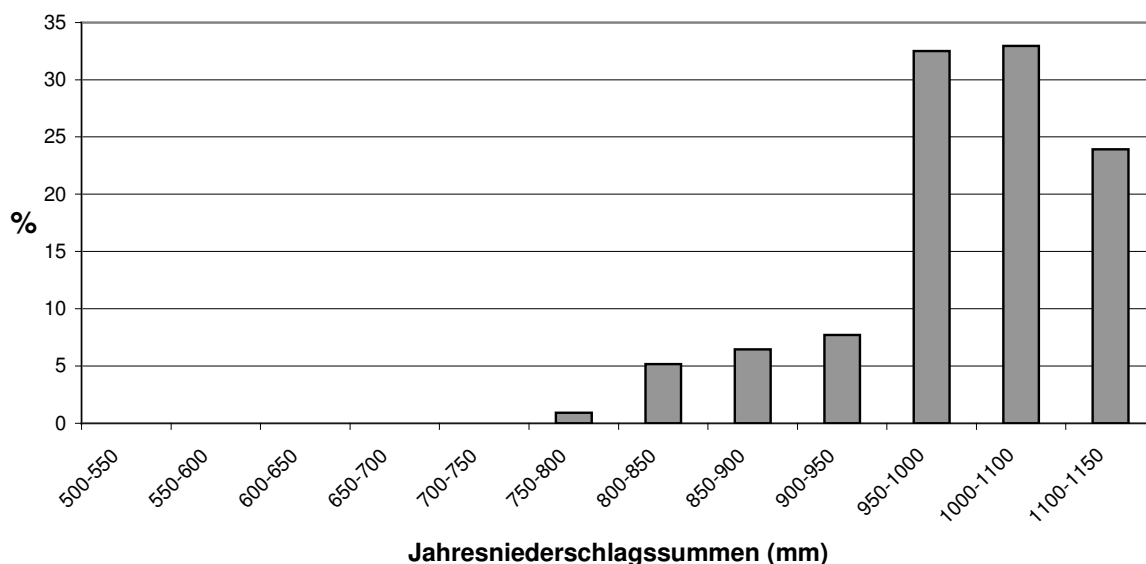


Abb. 83: Stetigkeit von *Crepis mollis* und Jahresniederschlagssummen

Eine noch deutlichere Tendenz zeigt sich bei den Jahresdurchschnittstemperaturen. Mehr als 96 % der Nachweise stammen aus kühlen bis kalten Lagen mit Jahresdurchschnittstemperaturen von 4 °C bis 6 °C. Wärmere Bereiche werden weitgehend gemieden.

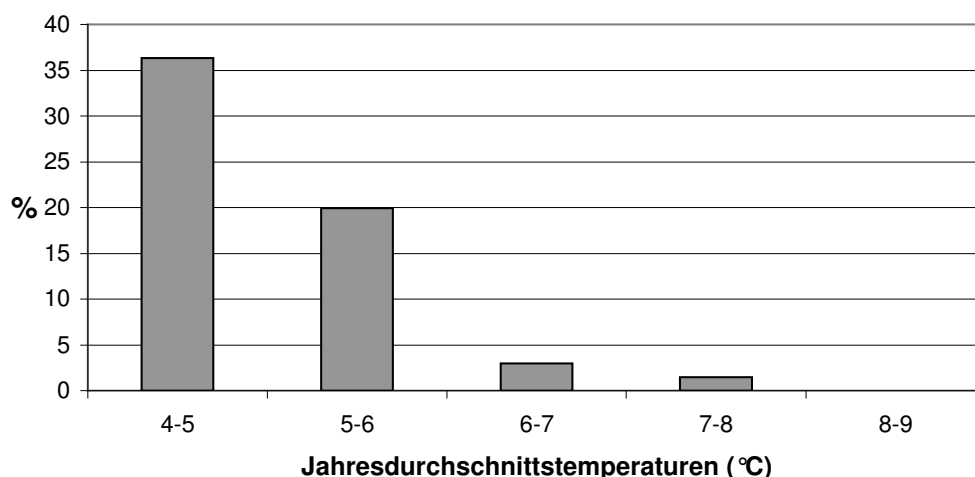


Abb. 84: Stetigkeit von *Crepis mollis* und Jahresdurchschnittstemperaturen

Ausgangsgesteine:

Da *Crepis mollis* als praealpid-nordisches Geoelement seinen Schwerpunkt in Mitteleuropa in höheren Lagen hat und tiefere - wie auch im Untersuchungsraum zu beobachten - kaum besiedelt, wird bei der Ermittlung der bevorzugt besiedelten Gesteine nur das Aufnahmematerial der höheren Lagen (ab 550 m ü.NN) ausgewertet.

Tab. 27: Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von *Crepis mollis*

Ausgangsgestein	Anzahl der Aufnahmen	Nachweise von <i>Crepis mollis</i>	Stetigkeit von <i>Crepis mollis</i> (%)
Quartär			
Äolische Sedimente (Lehm und Löß)	35	8	23
Schuttbildungen, Rutschmassen, basaltisch	11	2	18
Schuttbildungen, Rutschmassen, kalkig	1	-	(Stichprobe zu klein)
Ablagerungen in Talsohlen, überwiegend Auenlehm	7	1	(Stichprobe zu klein)
Schuttkegel	13	2	15
Quellmoor	1	-	(Stichprobe zu klein)
Tertiär			
Miozän, überwiegend Sande und Tone	44	18	41
Phonolith	7	3	(Stichprobe zu klein)
Basalt	264	92	35
Trachyt	9	-	(Stichprobe zu klein)
Vulkaniklastite	9	2	(Stichprobe zu klein)
Trias			
Unterer Buntsandstein	2	-	(Stichprobe zu klein)
Mittlerer Buntsandstein	47	11	23
Oberer Buntsandstein	58	10	17
Übergänge Muschelkalk-Buntsandstein	3	1	(Stichprobe zu klein)
Muschelkalk	4	-	(Stichprobe zu klein)
Unterer Muschelkalk	68	-	0
Mittlerer Muschelkalk	7	-	(Stichprobe zu klein)
Keuper	1	-	(Stichprobe zu klein)
Geologie nicht geklärt	11	1	9
Gesamt	602	151	

Crepis mollis besiedelt schwerpunktmäßig die kalkarmen bis kalkfreien, aus Basalt, Buntsandstein, Miozän und äolischen Sedimenten hervorgegangenen, mäßig nährstoffreichen Böden. In Aufnahmen im Bereich von Kalkgestein kommt die Art nicht vor.

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes

Crepis mollis ist als praealpid-nordische Art an geringe Jahresdurchschnittstemperaturen gebunden. Dies wird auch an den Stetigkeiten deutlich (Abb. 84). Demnach korreliert das Vorkommen der Art auch im Untersuchungsraum signifikant mit niedrigen Temperaturen. Die deutliche Zunahme der Stetigkeiten mit steigender Geländehöhe und steigenden Jahresniederschlagssummen hingegen ist nicht ursächlich, sondern hängt mit der generellen Zunahme

me der Niederschläge und der Abnahme der Durchschnittstemperaturen mit steigender Höhenlage zusammen.

Auffällig sind die Vorkommen in der Fuldaaue westlich von Gersfeld. Es handelt sich um die tiefsten Nachweise im Untersuchungsraum (zwischen 350 und 425 m ü.NN), die zudem abseits des Verbreitungskerns in der Hohen Rhön liegen. *Crepis mollis* verbreitet sich vornehmlich anemochor (ROTHMALER 2002). Doch die isolierten Nachweise in der Fuldaaue lassen die Annahme zu, daß Diasporen von Populationen höherer Lagen mit der Fulda talabwärts verdriftet werden, und es zu - möglicherweise nur kurzzeitigen - Ansiedelungen kommt⁸⁹.

Im Untersuchungsraum kommt die Art vorzugsweise auf basenarmen, mäßig nährstoffreichen Böden vor; kalkreiche Standorte hingegen werden offenbar kaum besiedelt. In allen Aufnahmen (insgesamt 80) oberhalb von 550 m ü.NN im Bereich von Kalkgestein wurde kein Nachweis erbracht. *C. mollis* gilt nach EBG. als Mäßigsäurezeiger, der auf stark sauren wie neutralen bis alkalischen Böden selten ist (Reaktionszahl = 5). Zudem zeigt er mäßig stickstoffreiche Standorte an (Stickstoffzahl = 5). Diese Charakterisierung kann somit auch für den Untersuchungsraum bestätigt werden.

Hinweise auf einen möglichen Elevationseffekt

Abweichende Höhenverbreitung im Ulstertal im Vergleich zu den östlich und westlich angrenzenden Gebirgstteilen:

Im Bereich der Gipfel- und Kuppenlagen der Wasserkuppen- und Langen Rhön sowie der Abfälle zum Ulstertal und zu den östlichen Gebirgstteilen (Ostabfall der Langen Rhön) und westlichen Gebirgstteilen (Westliche Kuppenrhön) liegen 152 Nachweise von *Crepis mollis* vor.

Die fünf tiefsten Fundpunkte liegen im Ulstertal zwischen 632 und 674 m ü.NN (Ø 653 m), im Bereich des östlichen Abfalls zwischen 745 und 810 m ü.NN (Ø 778 m) und im Bereich des westlichen Abhangs zwischen 570 und 744 m ü.NN (Ø 681 m). Demnach reichen die Nachweise von *Crepis mollis* im Ulstertal durchschnittlich fast 100 m tiefer als am Ostabfall und fast 30 m tiefer als am Westabfall.

In tieferen Lagen des östlichen und westlichen Abfalls liegen Aufnahmen ohne Nachweise von *Crepis mollis* vor, die bezüglich der vorliegenden geologischen und der anzunehmenden Bodenverhältnisse sowie der Artenzusammensetzungen *C. mollis* nicht ausschließen.

Dies läßt die Einschätzung zu, daß *Crepis mollis* von den Gipfel- und Kuppenlagen der Wasserkuppen- und Langen Rhön allgemein tiefer in das Ulstertal hinabsteigt, als dies im Bereich der östlichen und westlichen Abhänge zur Westlichen Kuppenrhön und zum Ostabfall der Langen Rhön der Fall ist.

Höhenverbreitung in Abhängigkeit von Mindesthöhen der Berge:

Crepis mollis besiedelt, wie oben dargelegt, vornehmlich die höchsten Lagen im Untersuchungsraum. Da im folgenden die Voraussetzungen für das weite Herabsteigen von möglichst niedrigem Gipfelniveau aufgezeigt werden sollen, werden die Vorkommen der höchsten Lagen hier nicht analysiert.

In der folgenden Tabelle sind die niedrigsten Berge mit Nachweisen von *Crepis mollis* dargestellt.

⁸⁹ Der niedrigste Fundort der Art liegt beispielsweise in Baden-Württemberg bei 480 m ü.NN (WÖRZ 1996). Auch dies kann ein Indiz dafür sein, daß es sich um temporäre, wenn auch wahrscheinlich wiederkehrende Ansiedlungsversuche handelt.

Tab. 28: Die niedrigsten Berge und Kuppen im Untersuchungsraum mit Nachweisen von *Crepis mollis*

Berg	Gipfelhöhe (m ü.NN)	Rechts-Hoch-Werte des Gipfels	TK 25/Quadrant	Anzahl Nachweise	niedrigster Fundpunkt (m ü.NN)
Stellberg	727	3562041 / 5600618	5525/3	3	550
Kleiner Nallenberg	704	3562546 / 5589139	5525/3	6	477
Bodenhofküppel	686	3562814 / 5592483	5525/1	1	681

Der niedrigste Berg mit einem Nachweis von *Crepis mollis* ist der Bodenhofküppel mit 686 m ü.NN. Der tiefste Nachweis stammt vom Kleinen Nallenberg (Gipfelhöhe 704 m) und liegt bei 477 m ü.NN⁹⁰.

In allen Aufnahmen im Bereich aller weiteren Berge unterhalb dieser Mindesthöhe wurde *Crepis mollis* nicht nachgewiesen. Dabei handelt es sich auch um solche Standorte, die von den vorliegenden geologischen Verhältnissen und den anzunehmenden Bodeneigenschaften her potentiell von *Crepis mollis* besiedelt werden. Dies wurde auch anhand der Artensammensetzungen der betreffenden Aufnahmen verifiziert. Der nächst niedrigere Berg ohne Nachweis von *C. mollis* ist der Bomberg (TK 5425/1) mit einer Gipfelhöhe von 670 m ü.NN.

Der Elevationseffekt beträgt demnach für *C. mollis* 670 m - 477 m = 193 m (Differenz aus der Höhe des nächst niedrigeren Berges, auf dem die Art nicht mehr gefunden wurde und dem niedrigsten Fundpunkt der Art).

Fazit: Nach den vorliegenden Daten steigt *C. mollis* tiefer in das Ulstertal hinab als dies an den östlichen und westlichen Abfällen zu beobachten ist. Zudem kommt *C. mollis* nur auf Bergen vor, die eine bestimmte Gipfelhöhe nicht unterschreiten. In beiderlei Hinsicht liegen somit Anzeichen für einen Elevationseffekt vor.

9.4.8 Submediterran-praealpine Arten

Ranunculus nemorosus DC.

Taxonomie:

Ranunculus nemorosus gehört zur *Ranunculus polyanthemos*-Gruppe, der weitere vier Sippen zugeordnet werden (s. a. *R. serpens* in Kap. 9.4.6).

Allgemeine Verbreitung:

Ranunculus nemorosus kommt in fast ganz Europa vor (nördlich bis nach Dänemark, südwärts bis Mittelspanien, Süditalien und Griechenland, im Osten verläuft die Grenze durch Polen und die Ukraine [Verlauf noch unklar]) (NEBEL 1993).

Angaben zur früheren Verbreitung im Bereich des Untersuchungsraumes:

GOLDSCHMIDT (1908) gibt die Sippe für die Laubwälder des Hügel- und Berglandes auf Muschelkalk und Basalt an. Hinter *R. nemorosus* verbirgt sich wahrscheinlich auch *Ranunculus serpens* Schrank, der von GOLDSCHMIDT nicht genannt wird, dessen damaliges Vorkommen jedoch anzunehmen ist (s.a. Anmerkung bei *R. serpens*).

⁹⁰ *Crepis mollis* taucht unterhalb von 477 m in sechs Aufnahmen aus der Fuldaaue auf. Diese Populationen sind sehr wahrscheinlich aus verdrifteten Diasporen entstanden und bleiben hier unberücksichtigt.

Verbreitung im Untersuchungsraum:

Darstellung in den Länderatlanten (Bayern, Hessen, Thüringen):

Das Vorkommen der Sippe ist in weiten Bereichen des Untersuchungsraumes belegt. Das Verbreitungszentrum befindet sich in der Hohen Rhön; abseits davon liegen aus dem Südosten, Norden und Westen Nachweise vor. Die tiefsten Vorkommen finden sich ganz im Südosten im Quadranten 5627/4. Die geringsten Höhen bewegen sich hier ca. zwischen 250 und 380 m ü.NN.

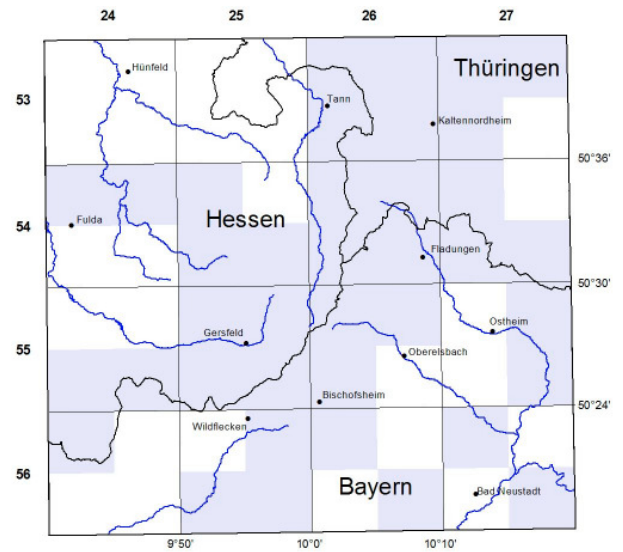


Abb. 85: Verbreitung von *Ranunculus nemorosus* im Untersuchungsraum nach Darstellung in den Länderatlanten (By, He, Th)

Horizontalverbreitung:

Die Nachweise sind deutlich auf die Hohe Rhön (insbesondere Wasserkuppen- und Lange Rhön) konzentriert. Nur drei der 123 Vorkommen wurden in der Westlichen Kuppenrhön kartiert.

Höhenverbreitung:

Ranunculus nemorosus wurde in Höhen zwischen 576 und 923 m ü.NN gefunden. Bis auf wenige Ausnahmen (sechs Nachweise = 5 %) beschränken sich die Funde auf Lagen oberhalb von 700 m ü.NN. In fast der Hälfte aller Aufnahmen über 800 m ü.NN ist die Sippe vertreten.

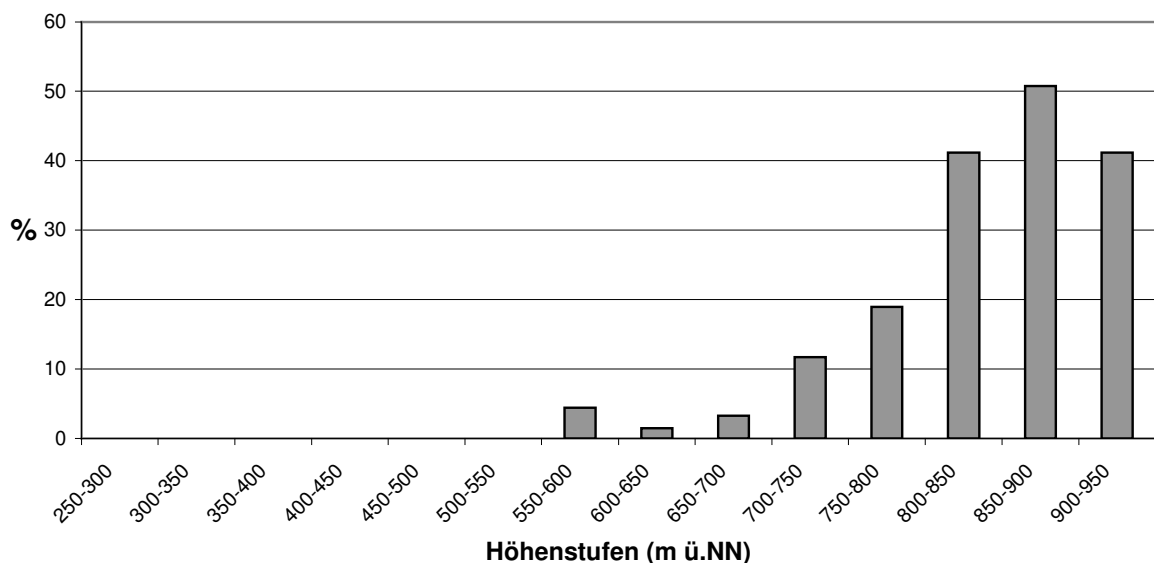


Abb. 86: Stetigkeit von *Ranunculus nemorosus* und Geländehöhen

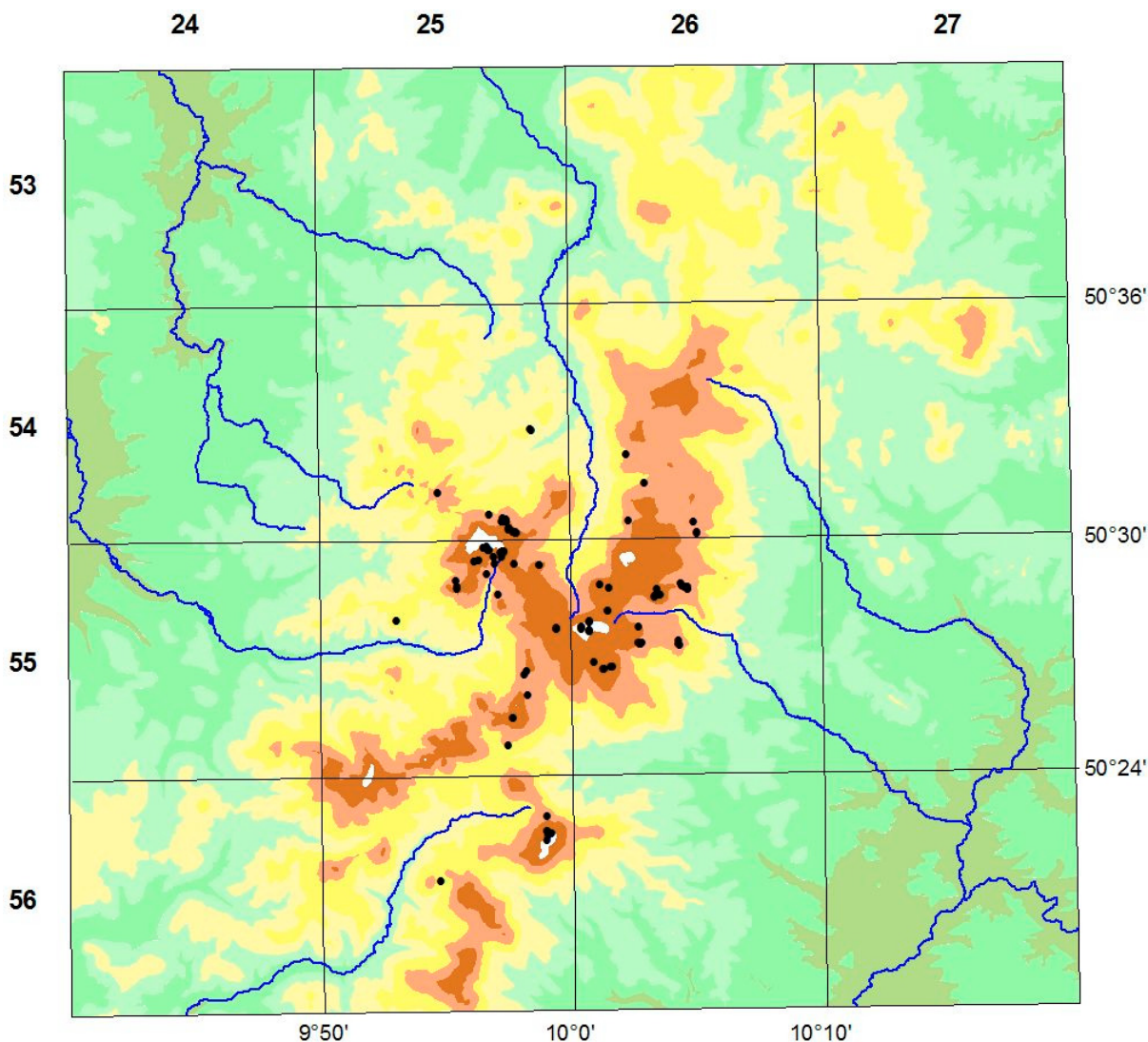


Abb. 87: Aufnahmen mit *Ranunculus nemorosus* (M. ca. 1:300.000)

Ausgangsgesteine⁹¹:

Absolut und relativ liegen die meisten Vorkommen im Bereich von Basaltgestein. Berücksichtigt man die Ergußgesteine und ihre Schuttbildungen in ihrer Gesamtheit, sind 107 der 123 Aufnahmen mit *Ranunculus nemorosus* hier erhoben worden. In Aufnahmen aus Muschelkalk- und Buntsandsteingebieten tritt die Sippe kaum auf.

Ökologisches Verhalten im Grünland des Untersuchungsraumes

Ranunculus nemorosus ist im Grünland des Untersuchungsraumes typisch für die aus Ergußgesteinen hervorgegangenen Böden der hohen Lagen ab ca. 700 m ü.NN.

Die Sippe hat jedoch keine allgemeine untere Höhenbegrenzung. Im Untersuchungsraum finden sich nach Darstellung in den Länderatlanten Vorkommen auch in Quadranten, deren maximale Geländehöhen unterhalb von 400 m ü.NN liegen. Nach NEBEL (1993) reichen die Vorkommen in der Oberrheinebene bis auf 100 m ü.NN herab.

⁹¹ Da *Ranunculus nemorosus* erst ab Geländehöhen von ca. 700 m ü. NN vorkommt, wurden zur Analyse der bevorzugt besiedelten bzw. gemiedenen Gesteine zum Vergleich nur Aufnahmen ab 700 m ü. NN berücksichtigt.

Tab. 29: Ausgangsgesteine und Nachweise / Stetigkeit von *Ranunculus nemorosus*

Ausgangsgestein	Anzahl der Aufnahmen	Nachweise von <i>Ranunculus nemorosus</i>	Stetigkeit von <i>Ranunculus nemorosus</i> (%)
Quartär			
Äolische Sedimente (Lehm und Löß)	6	2	(Stichprobe zu klein)
Schuttbildungen, Rutschmassen, basaltisch	10	2	20
Schuttbildungen, Rutschmassen, kalkig	1	-	(Stichprobe zu klein)
Schuttkegel	4	1	(Stichprobe zu klein)
Tertiär			
Miozän, überwiegend Sande und Tone	34	10	29
Phonolith	5	3	(Stichprobe zu klein)
Basalt	256	92	36
Trachyt	2	1	(Stichprobe zu klein)
Vulkaniklastite	9	9	(Stichprobe zu klein)
Trias			
Unterer Buntsandstein	1	-	(Stichprobe zu klein)
Mittlerer Buntsandstein	8	-	(Stichprobe zu klein)
Oberer Buntsandstein	30	3	10
Übergänge Muschelkalk-Buntsandstein	3	-	(Stichprobe zu klein)
Unterer Muschelkalk	25	-	0
Geologie nicht geklärt	4	-	-
Gesamt	398	123	

Die Sippe ist nach OBD. typisch für krautreiche Eichen- und Buchen-Mischwälder sowie für magere Gebirgswiesen und -weiden. Nach HG. kommt *R. nemorosus* in tiefen Lagen im Carpinion, Ulmion oder Fagion vor, in höheren Lagen gern in Magerrasen oder Fettwiesen.

Diese unterschiedliche Höhenverbreitung je nach Vegetationsformation scheint auch im Untersuchungsraum und zwar in deutlicher Ausprägung vorzuliegen. Im Grünland bleibt die Sippe, wie die Nachweise aus den Aufnahmen zeigen, mehr oder weniger auf die hohen Lagen beschränkt. Die Darstellungen in den Verbreitungsatlant, insbesondere im Thüringen-Atlas, weisen darüber hinaus wesentlich tiefere Vorkommen aus. GOLDSCHMIDT (1908) nennt neben Laubwäldern der Bergregion auch solche der Hügelregion als typische Wuchsorte im Rhöngebirge. Angaben über die Verbreitung innerhalb des Grünlandes macht er allerdings nicht.

Hinsichtlich des Bodenstickstoffgehaltes verhält sich *R. nemorosus* indifferent und gilt als Mäßigsäure- bis Schwachsäure-/Schwachbasenzeiger (EBG.). Dieses Verhalten kann für den Untersuchungsraum nur teilweise bestätigt werden. Wie unsere Boden-pH-Messungen im Juli 2005 ergeben haben, sind die an verschiedenen Stellen im Bereich der Hohen Rhön untersuchten, aus Basalt hervorgegangenen Böden als sauer bis stark sauer anzusprechen (vgl. Kap. 9.1). Diese Böden scheinen jedoch bevorzugt besiedelt zu werden. Das weitgehende Fehlen im Bereich von Buntsandstein und Muschelkalk hingegen steht nicht im Einklang mit der Reaktionszahl nach EBG. und den Angaben bei OBD.

Hinweise auf einen möglichen Elevationseffekt

Abweichende Höhenverbreitung im Ulstertal im Vergleich zu den östlich und westlich angrenzenden Gebirgstteilen:

Aus den östlichen und westlichen Abfällen zum Ulstertal liegen nur drei Nachweise von *R. nemorosus* vor. Ein Vergleich mit dem östlichen und dem westlichen Abfall zu den Vorländern ist aufgrund der wenigen Daten nicht möglich.

Höhenverbreitung in Abhängigkeit von Mindesthöhen der Berge:

Südlich und nordwestlich der Hauptverbreitung von *R. nemorosus* im Untersuchungsraum liegen wesentlich tiefere Nachweise der Art vor. Diese und die entsprechenden Berge bzw. Kuppen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tab. 30: Die niedrigsten Berge und Kuppen im Untersuchungsraum mit Nachweisen von *Ranunculus nemorosus*

Berg	Gipfelhöhe (m ü.NN)	Rechts-Hoch-Werte des Gipfels	TK 25/Quadrant	Anzahl Nachweise	niedrigster Fundpunkt (m ü.NN)
Bodenhofküppel	686	3562815 / 5592483	5525/1	1	681
Tannenfels	669	3568579 / 5601376	5425/2	2	576
Lösershag	765	3564319 / 5580204	5625/1	1	640
Rockenstein	776	3568022 / 5587034	5525/3	1	674

Der niedrigste Berg mit einem Nachweis von *R. nemorosus* ist der Tannenfels mit 669 m ü.NN. Der tiefste Nachweis stammt von demselben Berg und liegt bei 576 m ü.NN.

In allen Aufnahmen im Bereich aller weiteren Berge und Kuppen unterhalb dieser Mindesthöhe wurde *R. nemorosus* nicht nachgewiesen. Der nächst niedrigere Berg ohne Vorkommen von *R. nemorosus* ist der Bomberg mit einer Gipfelhöhe von 670 m ü.NN (TK 5425/1). Der Elevationseffekt würde für *R. nemorosus* demnach $670 \text{ m} - 576 \text{ m} = 94 \text{ m}$ betragen (Differenz aus der Höhe des nächst niedrigeren Berges, auf dem die Art nicht mehr gefunden wurde und dem niedrigsten Fundpunkt der Art).

R. nemorosus besiedelt im Untersuchungsraum Laubmischwälder auch unterhalb der unteren Höhengrenze, die im Bereich von Grünland anhand des Aufnahmematerials festgestellt worden ist. Ein möglicher Elevationseffekt hat daher nur Bedeutung für die Vegetationsformation Grünland. Um diesen mit ausreichender Sicherheit annehmen oder auszuschließen zu können, sind weitere Untersuchungen hinsichtlich einer allgemein festzustellenden unterschiedlichen Höhenverbreitung in Abhängigkeit der Vegetationsformation erforderlich.

9.4.9 Erklärung des Elevationseffektes

Die Entdeckung und Erklärung des Elevationseffektes gehen auf VAN STEENIS (1961, 1962) zurück. Ihm fiel auf, daß insbesondere die untere Verbreitungsgrenze von bestimmten Gebirgs-Pflanzenarten auf Sumatra keineswegs mit topographischen Höhenlinien zusammenfällt. Es verhielt sich vielmehr so, daß die untere Verbreitungsgrenze in Abhängigkeit der Gipfelhöhe der entsprechenden Berge stark unterschiedlich war. Tendenziell reichten die Vorkommen um so tiefer hinab, je höher die Berge waren.

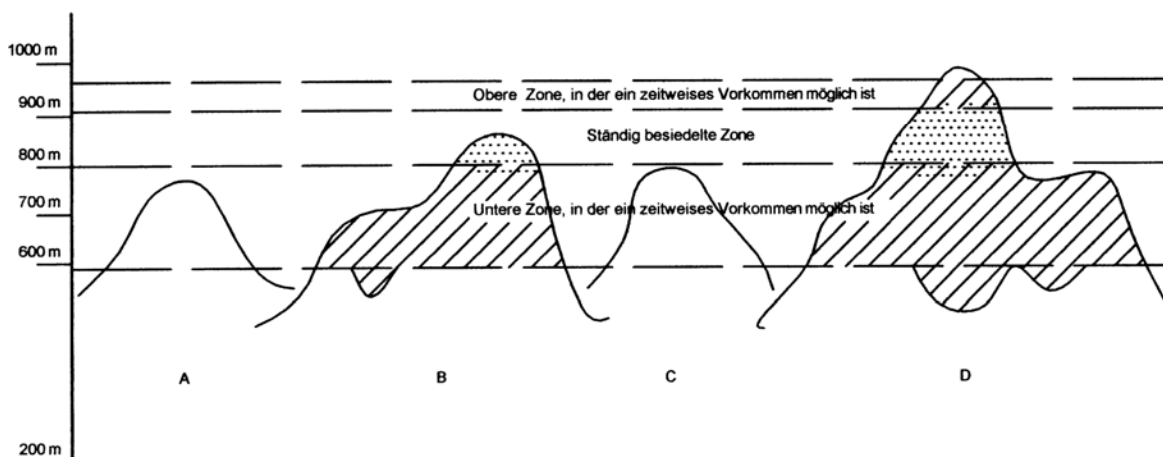


Abb. 88: Schematische Darstellung zur Erklärung des Elevationseffektes (nach VAN STEENIS 1962, verändert)⁹²

VAN STEENIS stellte fest, daß die entsprechenden Arten einen bestimmten Höhenbereich ständig besiedeln, von dem aus eine permanente Abwärtsbewegungen von Diasporen erfolgt. Dort, wo die Choren auf ihnen zusagende Standorte treffen, siedeln sie sich an und bilden kurzzeitige Populationen aus zumeist wenigen Individuen, die oft steril bleiben. Diese untere Zone mit zeitweiligen Vorkommen ist auf ständigen Diasporenantransport von der dauernd besiedelten Zone angewiesen. Daraus ist zu schließen, daß sich diese tiefen und temporären Vorkommen außerhalb des „normalen“ Höhenbereichs ansiedeln.

Auf niedrigeren Bergen, die unterhalb der ständig besiedelten Höhenzone einer bestimmten Art liegen, kommt die Art nicht vor, und es können folglich keine Choren herabtransportiert werden, die für eine zeitweilige, aber wiederkehrende Besiedlung sorgen könnten.

Dies ist die Erklärung, warum bestimmte Gebirgs-Pflanzenarten nur auf Bergen vorkommen, die eine bestimmte Mindesthöhe aufweisen, von diesen aber tief hinabreichen können.

9.4.10 Resümee

Die einzige Art, bei der wahrscheinlich ein Elevationseffekt vorliegt, ist *Crepis mollis*. Die Nachweise reichen im Ulstertal durchschnittlich fast 100 m tiefer als am Ostabfall und fast 30 m tiefer als am Westabfall zu den Vorländern. Zudem kommt *C. mollis* nur auf Bergen vor, die eine bestimmte Gipfelhöhe, nämlich 686 m ü.NN, nicht unterschreiten. Der Elevationseffekt beträgt 193 m.

Das weitgehende Fehlen dieses Effektes bei weiteren Gebirgs-Arten scheint verschiedene Ursachen zu haben. Diese werden nachfolgend skizziert.

Höhenentwicklung, Reliefenergie:

Im Bereich des Untersuchungsraumes betragen die Höhenunterschiede maximal 700 m (Höhenamplitude zwischen 250 und 950 m ü.NN). In den Schweizer Alpen, wo BACKHUYS (1968) den Elevationseffekt eindrucksvoll bei einer ganzen Reihe von Arten belegen konnte, haben die tiefsten Lagen eine Meereshöhe von ca. 1.000 m, während die höchsten Berg-

⁹² Die Zeichnung wurde freundlicherweise von Dipl.-Ing. Heike Humbach, Osnabrück, angefertigt.

gipfel bis etwa 4.000 m hinauf ragen. Aufgrund dieses bedeutend größeren Höhenunterschiedes machen sich Elevationseffekte generell deutlicher bemerkbar. BACKHUYS (l.c.) ermittelte Elevationseffekte etwa zwischen 500 und 800 m, z.T. sogar bis über 1.500 m. Den niedrigsten Elevationseffekt hatte *Chamorchis alpinus* (L.) mit 250 m.

Die Rhön war als Mittelgebirge eine bedeutend längere Zeit Denudations- und Erosionsvorgängen ausgesetzt als die erdgeschichtlich jungen Schweizer Alpen. Daher ist die Reliefenergie im Rhöngebirge im Vergleich zu den Schweizer Alpen wesentlich geringer. Der häufig der Schwerkraft folgende Diasporetransport unterliegt im Rhöngebirge daher einem höheren Gravitationswiderstand, so daß Abtransport und Ansiedelungen in tiefere(n) Lagen erschwert sind.

Gesteinsunterlage:

Die Gesteine sind im Untersuchungsraum sehr unterschiedlich verteilt. Die ausgehagerten, nährstoffarmen und sauren Basaltverwitterungsböden z.B. nehmen die höchsten Lagen ein, während die aus Muschelkalk hervorgegangenen Böden vor allem in tiefen Lagen im Südosten und Osten verbreitet sind. Die in der kollinen Stufe oftmals aufgedüngten Buntsandsteinböden bedecken großflächig den Westen des Untersuchungsraumes. Aufgrund dieser Ausgangssituation ist mit einem Herabsteigen von Armut- und Säurezeigern wie z.B. *Poa chaixii* kaum zu rechnen, da in tieferen Lagen edaphische Gegebenheiten eine Besiedlung - wenigstens im Grünland - weitgehend verhindern⁹³.

Vorkommen in unterschiedlichen Vegetationsformationen:

Neben Grünland ist als weitere Hauptvegetationsformation im Untersuchungsraum Wald verbreitet. Einige der Arten mit möglichem Elevationseffekt besiedeln sowohl Wald als auch Grünland (*Ranunculus serpens*, *R. nemorosus*, *Poa chaixii*). Während sie im Grünland des Untersuchungsraumes weitgehend auf die hohen Lagen beschränkt bleiben, kommen sie in Wäldern auch in tieferen Lagen vor. Ein Elevationseffekt, sofern er erkennbar wäre, hätte keine allgemeine Bedeutung und könnte nur auf das Grünland bezogen werden. Dies ist durch die Definition des Elevationseffektes jedoch nicht abgedeckt.

Nutzungseinflüsse:

Naturschutzfachlich begründete Zweckbestimmungen, insbesondere extensive Grünlandnutzung, beziehen sich auf die höchsten Lagen des Rhöngebirges. Dies hat die Ansiedelung und Ausbreitung montan und hochmontan verbreiteter, konkurrenzschwacher Arten gefördert. Die tieferen Lagen werden oftmals überaus intensiv genutzt, so daß solche Arten hier sehr selten bzw. ausgeschlossen sind. Die Beschränkung bzw. Konzentration dieser Arten auf höhere Lagen ist demnach (auch) nutzungsbedingt. Ansiedlungen in tieferen Lagen hätten ihre Ursachen möglicherweise in extensiveren Nutzungsformen in bestimmten Bereichen und nicht in dem Vermögen der Arten, von Bergen mit einer bestimmten minimalen Gipfelhöhe herabzusteigen.

Auch scheinen ehemalige Grünland-Nutzungsformen noch heute Auswirkungen auf die Verbreitung von Arten zu haben. So fielen besonders die Vorkommen von *Geranium sylvaticum* in der Ulsteraue auf, die in wesentlich tiefere Lagen reichen als Vorkommen der Art an den östlichen und westlichen Abfällen zu den Vorländern. Dieser Befund, der sich aufgrund des oftmals dominanten Auftretens der Art auch im Gelände deutlich wiederfinden läßt, hatte zunächst auf einen möglichen Elevationseffekt schließen lassen. Die tiefen Vorkommen in der Ulsteraue haben ihre Ursache aber vermutlich in der einstigen Wässerwiesennutzung, durch welche die Art besonders gefördert wurde.

⁹³ Die oftmals sehr enge Bindung verschiedener Grünlandarten an bestimmte Bodenfaktoren wurde erst durch die Auswertung der Daten offenbar und wurde in ihrer Deutlichkeit z.T. nicht erwartet.

Geringe Nachweisdichte:

Eine ganze Reihe präalpider Arten konnte hinsichtlich eines Elevationseffektes nicht ausgewertet werden, da von ihnen nur sehr wenige Nachweise vorliegen.

9.4.11 Schluß

Nach den in der vorliegenden Arbeit gewonnenen Erkenntnissen deutet vieles darauf hin, daß Gebirge, die von Arten mit nachweisbarem Elevationseffekt besiedelt werden, bestimmte Voraussetzungen aufweisen müssen. Wesentlich scheint neben einer möglichst großen Höhenamplitude eine hohe Reliefenergie zu sein. Zudem ist mit dem Auftreten der zur Rede stehenden Arten umso mehr zu rechnen, je höher die Gebirge sind, da dann vermehrt Arten mit einer unteren Wuchsgrenze erwartet werden können. Auch ist in diesem Fall von einer tendenziell größeren Verbreitung der Arten und folglich von signifikanteren Verbreitungsmustern auszugehen. Weiterhin ist eine in allen Höhenstufen einheitliche Nutzung und vergleichbare edaphische Bedingungen förderlich.

Diese Voraussetzungen sind im Rhöngebirge nur teilweise gegeben, so daß der Elevationseffekt bei den meisten Arten nicht nachweisbar ist.

10 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird der Frage nachgegangen, ob sich im Rhöngebirge, welches innerhalb der mitteldeutschen Mittelgebirgslandschaft liegt, der Elevationseffekt nachweisen läßt oder nicht.

Als Elevationseffekt wird in der Geobotanik das Phänomen bezeichnet, daß montan und alpin verbreitete Pflanzen im Zentrum eines Gebirgsareals stärker agglomeriert sind und tiefer herabreichen als an den Gebirgsrändern. Dieser Effekt umschreibt zudem die Erscheinung, daß einige Arten dieser Gruppe nur auf Bergen oder Bergkomplexen vorkommen, die eine bestimmte minimale Gipfelhöhe haben, von diesen Bergen jedoch tief in die Täler hinabsteigen können. Auf Bergen, die niedriger als die minimale Gipfelhöhe, jedoch höher als der niedrigste Fundort sind, kommen diese Pflanzen nicht vor.

Weiterhin wird die Verbreitung vor allem spezieller Goelemente benachbarter Florenggebiete - im wesentlichen praealpid, subkontinental und submediterranean verbreitete Arten - dargestellt und analysiert.

Die Auswertung basiert auf der Analyse eines 33.000 Datensätze umfassenden Datenbestandes. Dieser Datenbestand wurde aus 1.079 pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen und verschiedenen, flächenhaft vorliegenden Standortdaten aus dem Untersuchungsraum generiert.

Zusammenfassend lassen sich folgende Ergebnisse festhalten:

1. Die einzige Art mit wahrscheinlichem Elevationseffekt ist *Crepis mollis*. Die Nachweise reichen im Ulstertal durchschnittlich fast 100 m tiefer als am Ostabfall und fast 30 m tiefer als am Westabfall zu den Vorländern. Zudem kommt *C. mollis* nur auf Bergen vor, die eine bestimmte Gipfelhöhe, nämlich 686 m ü.NN, nicht unterschreiten. Der Elevationseffekt beträgt 193 m.
2. Bei allen weiteren Arten, die für einen Elevationseffekt vom Grundsatz her in Frage kommen, konnte dieser nicht nachgewiesen werden. Folgende Ursachen sind hierfür wahrscheinlich:
 - Das Rhöngebirge hat im Vergleich zu Gebirgen, in denen der Elevationseffekt bereits nachgewiesen worden ist, eine geringe Höhenamplitude und eine geringe Reliefenergie.
 - Die Gesteine sind sehr heterogen verteilt.
 - Die Höhenverbreitung einiger der relevanten Arten innerhalb der besiedelten Vegetationsformationen (Grünland, Wald) ist auffallend unterschiedlich.
 - Die Nutzungsintensitäten sind ungleich verteilt (tendenziell Intensivnutzung in den tieferen Lagen und Extensivnutzung in den hohen Lagen).
 - Von einem Großteil der fraglichen Arten liegen nur wenige Nachweise vor.
3. Für viele der näher untersuchten Arten konnte eine enge Bindung an bestimmte Standortfaktoren bzw. -faktorenkomplexe belegt werden, die in dieser Deutlichkeit z.T. nicht erwartet wurden.
4. In fast allen Bestandsaufnahmen oberhalb von 700 m im Bereich der nährstoffarmen, sauren Basaltverwitterungsböden kommen neben acidophilen auch basiphile Arten vor. Die beiden Artengruppen haben jedoch nach allgemeinen Erkenntnissen ihren Schwerpunkt entweder in basiphytischen oder acidophytischen Magerrasen. Dieses schwerpunktmäßige Vorkommen ist so eindeutig belegt, daß eine Differenzierung auf Klassenebene vorgenommen wurde und allgemein anerkannt ist. Exemplarische Bodenuntersuchungen im Juli 2005 durch die Gutachter dieser Arbeit und den Verf. haben an allen Standorten ein niedriges Boden-pH belegt. Warum auf sauren bis stark sauren Basaltstandorten neben Säurezeigern auch Kalkzeiger in z.T. gleicher Artenzahl vorkommen, konnte nicht geklärt werden.

11 Quellen

11.1 Zitierte Literatur

- ARENS, R. & R. NEFF (1997): Versuch zur Erhaltung von Extensivgrünland: Rotes Moor/Rhön. - Angewandte Landschaftsökologie Heft 13, 176 Seiten. (Veröff. Bundesamt f. Natursch. Bonn-Bad Godesberg.
- ARENS, R. (1984): Änderung der Bodennutzung im hohen Mittelgebirge am Beispiel der Gemarkung Wüstensachsen (Hochrhön). - Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. Vorträge zur Jahrestagung 1984. Bad Hersfeld.
- ARZT, T. (1951): Die Windverhältnisse in der Rhön unter besonderer Berücksichtigung der Ausnutzbarkeit des Windes als Energiequelle. - Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone Nr. 21. Bad Kissingen.
- ASCHERSON, P. & P. GRAEBNER (1898-1938): Synopsis der mitteleuropäischen Flora, Bd. I-XII. Leipzig, Berlin.
- BACKER, C. A. & D. F. VAN SLOOTEN (1924): Geïllustreerd Handboek der Javaansche Theomkruiden. S. 119.
- BACKHUYS, W. (1968): Der Elevations-Effekt bei einigen Alpenpflanzen der Schweiz. - Blumea, Vol. XVI (2), 272-320. Leiden, Niederlande.
- BARTH, U. (1995): Beitrag zur Kenntnis des Grünlandes in der Hochrhön. - Beitr. Naturkde. Osthess. 31, 69-98.
- BAUR, K. (1955): Wässerwiesen und Magerrasen im nördlichen Schwarzwald. - Jahresh. Ver. vaterl. Naturkde. in Württ. 109, 144-148.
- BEUTLER, A. (1992): Die Großtierfauna Mitteleuropas und ihr Einfluß auf die Landschaft. - Landschaftsökologie (Festschrift für Prof. Haber), 49-69. Weihenstephan.
- BILDSTEIN, K. (1938): Der Dr.-Hellmuth-Plan. - Raumordnung und Raumforschung 2, 46-53.
- BIRKENBACH, E. J. (1953): Die hessischen Rhönhuten und die Möglichkeiten zu ihrer Verbesserung. Dissertation, Gießen.
- BLEIBAUM, I. (1953): Studien zur Meteorologie der südlichen Rhön. - Ber. Dt. Wetterdienst Nr. 4. Bad Kissingen.
- BÖHM, H. (1990): Die Wiesenbewässerung in Mitteleuropa 1937. Anmerkungen zu einer Karte von C. Troll. - Erdkunde 44 (1), 1-10.
- BOHN, U. (1981): Die Vegetation der Hohen Rhön - Gesellschaftsinventar, Bewertung, aktuelle Gefährdung, Erhaltungsmaßnahmen. - Natur und Landschaft 56 (10), 350-359.
- BOHN, U. (1996): Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland M. 1:200.000 - Potentielle natürliche Vegetation - Blatt CC 5518 Fulda. - Schrft.r. für Vegetationskde. 2. Aufl., Heft 15. Bonn-Bad Godesberg.
- BONN, S. & P. POSCHLOD (1998): Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas. - Quelle & Meyer, Wiesbaden.
- BORNHOLDT, G.; BRAUN, H. & J. C. KRESS (2000): Erfolgskontrollen im abgeschlossenen Naturschutzgroßprojekt „Hohe Rhön / Lange Rhön“. - Angew. Landschaftsökol. 30, 1-261. Bonn-Bad Godesberg.
- BORNMÜLLER, J. (1920): Zur Flora der Rhön. - Rep. spec. nov. reg. veget. 16, 380-384. Dahlem-Berlin.
- BOTTLER, M. (1882): Exkursionsflora von Unterfranken. 208 S. Bad Kissingen.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie, 3. Aufl. - Springer, Wien u. New York.
- BRIEMLE, G. & H. ELLENBERG (1994): Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen. - Natur und Landschaft 69 (4), 139-147.
- BRIEMLE, G. & M. ELSÄßER (1992): Die Grenzen der Grünland-Extensivierung. - Natursch. u. Landschaftsplanung 5/92, 196-197.
- BRIEMLE, G.; NITSCHKE, S. & L. NITSCHKE (2002): Nutzwertzahlen für Gefäßpflanzen des Grünlandes. - Schrft.r. für Vegetationskde. 38, 203-225. Bonn.
- BÜCKING, H. (1909): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen 1:25.000, Blatt 5325 Spahl. (Hrsg.: Königl. Preuß. Geol. Landesamt, Berlin).
- BÜCKING, H. (1916): Geologischer Führer durch die Rhön. - Sammlung Geologischer Führer 21.

- BUHL, A.; KNAPP, H. D. & H. MEUSEL (1974): Verbreitungskarten hercynischer Leitpflanzen. 14. Reihe. - *Hercynia N.F.* 11 (2/3), 89-171.
- CIUTURA, M. (2001): GIS-gestützte Ableitung einer synthetischen Bodenkarte für den bayerischen Teil des Biosphärenreservates Rhön. - Diplom-Arbeit am Institut für Geographie an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (unveröff.).
- CONERT, H. J. (2000): Pareys Gräserbuch. Parey, Berlin.
- DEMUTH, S. (1992a): Geraniaceae - Storchschnabelgewächse. - Sebald, O.; Seybold, S. & G. Philippi (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Bd. 4, 168-191. Ulmer, Stuttgart.
- DEMUTH, S. (1992b): Liliaceae - Leingewächse. - Sebald, O.; Seybold, S. & G. Philippi (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Bd. 4, 156-168. Ulmer, Stuttgart.
- DER RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (1992): Richtlinie 92 / 43 / EWG (= Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie). - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 206/7.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hrsg.) (1950): Klimaatlas von Hessen. - Frankfurt a. M.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hrsg.) (1952): Klimaatlas von Bayern. - Zentralamt Bad Kissingen.
- DIERSCHKE, H. (1973): Exkursionen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft in der Rhön. - *Mitt. flor.-soziol. AG N.F.* 21, 284-289.
- DIERSCHKE, H. & G. BRIEMLE (2002): Kulturgrasland. - Pott, R. (Hrsg.): Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht. Ulmer, Stuttgart.
- DIETRICH, B. (1914): Zur Morphologie der Rhön. - *Jahresber. Schles. Ges. vaterl. Kultur* 92, 1-68.
- DIETRICH, B. (1918): Zur Landeskunde der Rhön: Das Klima des Rhöngebirges. *Wirtschaftsgeographie der Rhön. - Jahresber. Schles. Ges. vaterl. Kultur* 96, 1-49.
- DRUDE, O. (1902): Der hercynische Florenbezirk. Grundzüge der Pflanzenverbreitung im mitteldeutschen Berg- und Hügelland vom Harz bis zur Rhön. - Wilhelm Engelmann, Leipzig. 671 S. + 1 Karte.
- EHRENDORFER, F. (Hrsg.) (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas, 2. Aufl. - Stuttgart.
- ELLENBERG, H. (1974 u. 1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 1. u. 2. Aufl. - *Scripta Geobotanica*. Göttingen.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. - 5. Aufl. Ulmer, Stuttgart. 1095 S.
- ELLENBERG, H.; WEBER, E. H.; DÜLL, R.; WIRTH, V.; WERNER, W. & D. PAULIßEN (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. - *Scripta Geobotanica XVIII*. Göttingen.
- FRANZ, G. (1961): Der Dreißigjährige Krieg und das deutsche Volk. Untersuchungen zur Bevölkerungs- und Agrargeschichte. 3. Aufl. Stuttgart.
- FRITZE, C. (1938): Die Landwirtschaft in der bayrischen Rhön. - *Raumforschung und Raumordnung* 2.
- FUKAREK, F.; KNAPP, H. D.; RAUSCHERT, S. & E. WEINERT (1978): Karten der Pflanzenverbreitung in der DDR. - *Hercynia N.F.* 15 (3), 229-320.
- GEHRLICHER, E. (1941): Untersuchungen über die natürliche Futtergrundlage in der Rhön. *Diss. Jena*.
- GEIER, M.; KOLB, K.-H. & K. H. SPITZL (1998): Naturschutzgroßprojekt Hohe Rhön / Lange Rhön, Bayern. - *Natur u. Landschaft* 73 (7/8), 341-349.
- GOLDSCHMIDT, M. (1902-1915): Die Flora des Rhöngebirges I.-VIII. - *Verh. phys.-med. Ges. Würzburg N.F.* 34:343-355; 35:313-335; 37:209-234; 38:135-154; 39:263-290; 41:151-170; 42:109-125; 43:151-170. Würzburg.
- GOLDSCHMIDT, M. (1908): Einführung in die Flora und Vegetation des Rhöngebirges. - *Festschr. Silb. Jubelf. Verb. Dt. Tour.-Ver. Fulda*.
- GOLDSCHMIDT, M. (1911): Was lehren uns die von der Landwirtschaftskammer Kassel durchgeführten Düngungsversuche auf der Hohen Rhön?. - *Deutsche Landwirtschaftliche Presse* 38, 575 - 577.
- GOLDSCHMIDT, M. (1915): Die Flora des Rhöngebirges I (2. Aufl.). - *Verh. phys.-med. Ges. Würzburg N.F.* 43, 151-170.
- GREBE, R. (Bearb.) (1988): Pflege- und Entwicklungsplan Lange Rhön. Schlussbericht. - RDN Reproduktion Nürnberg.
- GROSSMANN, A. & P. SCHMIDT (1972): Notizen über Thymus in der Rhön. - *Ber. Bay. Bot. Ges.* 43, 21-24.
- GROSSMANN, A. (1967): Bemerkenswerte Pflanzenfunde in der Rhön und im Fuldaer Gebiet. - *Abh. Naturw. Ver. Würzburg* 8, 29-36.

- GROSSMANN, A. (1969): Zur Geschichte der botanischen Erforschung der Rhön. - Beitr. Naturkde. Osthessen 1, 19-47.
- GROSSMANN, A. (1970a): Die Orchideen der Rhön. - Beitr. Naturkde. Osthessen 3, 3-46.
- GROSSMANN, A. (1970b): Neue Beiträge zur Flora der Rhön und des Fuldaer Landes. - Abh. Naturw. Ver. Würzburg 11, 43-56.
- GROSSMANN, A. (1970c): Zweiter Nachtrag zur botanischen Bibliographie der Rhön. - Beitr. Naturkde. Osthessens 2, 11-13.
- GROSSMANN, A. (1971a): Das Vorkommen von Helleborus-Arten in der Rhön. - Hess. Flor. Brf. 20 (231), 13-20.
- GROSSMANN, A. (1971b): Dritter Nachtrag zur Botanischen Bibliographie der Rhön. - Beitr. Naturkde. Osthessen 4, 61-64.
- GROSSMANN, A. (1974): Vierter Nachtrag zur botanischen Bibliographie der Rhön. - Beitr. Naturkde. Osthessen 7/8, 117-120
- GROSSMANN, A. (1977 und 1978): Die Lilienartigen (Liliiflorae) der Rhön. Vorarbeiten zu einer "Neuen Flora der Rhön" II. - Beitr. Naturkde. Osthessen 11/12, 171-184 und 13/14, 11-43.
- GROSSMANN, A. (1980): Die Phrygische Flockenblume (*Centaurea phrygia* L.) nicht in der Rhön. - Hess. Flor. Brf. 29 (3), 41-43.
- GUTERMANN, W. (1960): Ein verkannter und übersehener Hahnenfuß in Bayern. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 33, 23-26.
- HAEFKE, F. (1959): Physische Geographie Deutschlands. - VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften. Berlin. 357 S.
- HAEUPLER, H. & P. SCHÖNFELDER (1988): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. Ulmer, Stuttgart.
- HAEUPLER, H. (1974): Statistische Auswertung von Punktrasterkarten der Gefäßpflanzenflora Süd-Niedersachsens. - Scripta Geobotanica VIII, 1-141. Goltze, Göttingen.
- HAEUPLER, H.; JAGEL, A. & W. SCHUMACHER (2003): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen. - LÖBF (Hrsg.), Recklinghausen.
- HAMMER-JOHNE, B. (1973): Grundlagenuntersuchungen zur Erhaltung des Grünlandes auf der Hochrhönfläche. - Diss. TU München, Fakult. f. Landwirtsch. u. Gartenb.
- HARTUNG, W. (1912): Das Rhöngebirge nach Entstehung und Oberflächengestalt. - Marburg.
- HAUSCHILD, G. (1942): Die Böden im Kreise Hünfeld/Rhön. - Diss. Marburg.
- HEPP, E. (1954 und 1956): Neue Beobachtungen über die Phanerogamen- und Gefäßkryptogamenflora von Bayern VIII/1 und VIII/2. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 30, 37-64 und 31, 24-53.
- HERR, L. (1971): Das Klima des Landkreises Fulda. - Stieler, E. (Hrsg.): Der Landkreis Fulda, 27-32. K. Theiss-Verlag, Stuttgart - Aachen.
- HOFMANN, G. (1964): Die Höhenstufengliederung in den Wäldern des nordöstlichen Rhönvorlandes. - Archiv für Naturschutz 4, 191-206.
- HUNDT, R. (2001): Ökologisch-botanische Untersuchungen an den Mitteldeutschen Wiesengesellschaften unter besonderer Berücksichtigung ihres Wasserhaushaltes und ihrer Veränderung durch die Intensivbewirtschaftung im Rahmen der Großflächenproduktion. - Mitteilung aus dem Biosphärenreservat Rhön/Thüringen, 3. Monographie. Wehry-Druck, Untermaßfeld.
- KAISER, E. (1960): Beiträge zur Vegetationskunde der thüringischen Rhön. - Mitt. Thür. Bot. Ges. 2 (1), 151-175. Jena.
- KALHEBER, H. (1974): Zum Vorkommen von *Alchemilla glomerulans* BUSER in der Rhön. - Beitr. Naturkde. Osthessen 7/8, 107-115.
- KALHEBER, H. (1979): Zur Verbreitung der Alchemillen in Hessen und seinen Randgebieten. - Jb. nass. Ver. Naturkunde 104, 41-117. Wiesbaden.
- KIES, E. (1969): Die Verbreitung einiger montaner Pflanzen in Nordbayern. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 41, 51-53. München.
- KLAPP, E. (1929): Thüringische Rhönhuten. - Wiss. Arch. für Landwirtsch., Abt. A, Heft 4, 704-786. Berlin.
- KLAPP, E. (1951): Borstgrasheiden der Mittelgebirge. - Zeitschr. für Acker- und Pflanzenbau 93, 400-444.

- KLAPP, E. & A. STÄHLIN (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes. Stuttgart.
- KLAUSING, O. (1974): Die Naturräume Hessens. - Schr.-R. Hess. Landesanst. für Umwelt. Wiesbaden.
- KLEINSTEUBER, A. (1996): Lamiaceae - Lippenblütler. - Sebald, O.; Seybold, S.; Philippi, G. & A. Wörz (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Bd. 5, 131-233. - Ulmer, Stuttgart.
- KNAPP, R. (1951a): Über die Vegetation auf Phonolith-Fels an der Milseburg (Rhön). - Lauterbacher Sammlungen, Beih. 6, 21-24. Lauterbach/Hessen.
- KNAPP, R. (1951b): Über Pflanzengesellschaften der Wiesen im Vogelsberge. - Lauterbacher Sammlungen, Heft 6, 1-8.
- KNAPP, R. (1951c): Über den Einfluß der Höhenlage und des Klimas auf die Artenzusammensetzung von Wiesen im mittleren Deutschland. - Lauterbacher Sammlungen, Heft 6, 9-18.
- KNAPP, R. (1965): Vegetation und Flora der Milseburg in der Rhön. - Hess. Flor. Brf. 14 (157), 1-5.
- KNAPP, R. (1967): Die Vegetation des Landes Hessen. - Ber. Oberhess. Ges. Natur- u. Heilkde., N.F., Naturw. Abt. 35, 93-148. Gießen.
- KNAPP, R. (1969): Kalkvegetation in tiefen Lagen der Rhön und ihrem Vorland. - Hess. Flor. Brf. 18 (206), 5-14.
- KNAPP, R. (1977): Die Pflanzenwelt der Rhön unter besondere Berücksichtigung der Naturpark-Gebiete. - Parzeller & Co., Fulda.
- KNEITZ, G. (1961): Geographische Charakteristik der Rhön. - Abh. Naturw. Ver. Würzburg 2 (1), 5-11. Würzburg.
- KORSCH, H. (1992): Bericht über das dritte Kartierungstreffen thüringischer Floristen. - Inform. zur floristischen Kartierung in Thüringen 3, 2-8.
- KORSCH, H. (1995): Kleiner Beitrag zur Flora von Thüringen (2). - Inform. florist. Kartierung Thüringen 9, 9-12. Jena.
- KORSCH, H.; WESTHUS, W. & H.-J. ZÜNDORF (2002): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Thüringens. - Weissdorn-Verlag, Jena.
- KREUTZ, W. (1943): Agrarmeteorologische Forschungen auf der Hohen Rhön. - Ber. Oberhess. Ges. Natur- u. Heilkde. N.F., Naturw. Abt. 20, 26-84.
- KÜSTER, H. (1996): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen als Grundlagen des Naturschutzes. - Natur- und Kulturlandschaft 1, 34-36. Höxter.
- LAEMMLEN, M. (1970): Der geologische Wanderpfad an der Wasserkuppe. - Beitr. Naturkde. Osthessen 3, 47-56.
- LAEMMLEN, M. (1971): Der geologische Lehrpfad an der Wasserkuppe. - Verl. Parzeller & Co., Fulda.
- LAEMMLEN, M. (1972): Die 48 Tafeln des geologischen Wanderpfades an der Wasserkuppe / Rhön. - Beitr. Naturkde. Osthessen 4, 65-115. Fulda.
- LANGE, D. (1996): *Carlina L.* 1753. - Sebald, O.; Seybold, S.; Philippi, G. & A. Wörz (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Bd. 6, 222-228. - Ulmer, Stuttgart.
- LANGE, U. (1989): Zur botanischen Schutzwürdigkeit der Eube und des Hünkelhäuptchens (Wasserkuppenrhön). - Beitr. Naturkde. Osthessen 25, 3-29.
- LANGE, U. (1994): Zwei Fundorte von *Linum tenuifolium* L. im Bereich der Westlichen Kuppenrhön (MTB 5325/3). - Hess. Flor. Brf. 43 (3), 42-45.
- LANGE, U. (1998): Kalkmagerrasen der Rhön - Geobotanische Untersuchung als Grundlage für eine länderübergreifende Naturschutzarbeit. - Diss. an der math.-naturwiss. Fak. (FB Biol.) d. Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (Micro-Fich-Version). 444 S.
- LANGE, U. (2001): Kalkmagerrasen der Rhön. - Beitr. Naturkde. in Osthess. 36, 5-181.
- LICHT, T. (1992): Das Biosphärenreservat Rhön. - Natursch. und Landschaftsplanung 2/92, 49-53.
- LUDWIG, W. (1997): Zur Flora der Rhön und einiger Randgebiete - Teil 1. - Hess. Flor. Brf. 46 (4), 51-64.
- LUDWIG, W. (1998): Zur Flora der Rhön und einiger Randgebiete - Teil 2. - Hess. Flor. Brf. 47 (1), 6-18.
- MEIEROTT, L. (1986): Neues und Bemerkenswertes zur Flora Unterfrankens. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 57, 81-94.
- MEIEROTT, L. (1989): Zur Flora des Dammersfeldes (Rhön). - Schriftenreihe Institut Naturschutz Darmstadt 12 (4), 10-11.

- MEIEROTT, L. (2001): Kleines Handbuch zur Flora Unterfrankens. - Eigenverl., Würzburg.
- MEINUNGER, L. (1992): Florenatlas der Moose und Gefäßpflanzen des Thüringer Waldes, der Rhön und angrenzender Gebiete. - Hausknechtia, Beih. 3.
- MENGE, H. (1981): Langenscheidts Grundwörterbuch Lateinisch, 21. Aufl. Berlin.
- MENSCHING, H. (1957): Geomorphologie der Hohen Rhön und ihres südlichen Vorlandes. - Würzburger Geogr. Arbeiten, Heft 4/5.
- MENSCHING, H. (1960): Periglazial-Morphologie und quartäre Entwicklungsgeschichte der Hohen Rhön und ihres östlichen Vorlandes. - Würzburger Geographische Arbeiten, Heft 7.
- MEUSEL, H. (1943): Vergleichende Arealkunde (2 Bände). Berlin.
- MEUSEL, H. & E. JÄGER (Hrsg.) (1992): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Bd. 3 (2 Bände), 333 und 270 S. - Jena, Gustav Fischer.
- MEUSEL, H.; JÄGER, E. & E. WEINERT (1965): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Bd. 1 (2 Bände). - Jena, Gustav Fischer.
- MEUSEL, H.; JÄGER, E.; RAUSCHERT, S. & E. WEINERT (1978): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Bd. 2 (2 Bände). - Gustav Fischer, Jena.
- MEUSEL, H. U. K. WERNER (1962): Über die Gliederung von *Carlina acaulis* L. und *Carlina vulgaris* L. - Wiss. Z. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, Math.-Naturw. Reihe 11, 279-292. Halle.
- MÖLTER, M. (1964): Links und rechts der Hochrhönstraße. - Parzeller & Co, Fulda. 48 S.
- MÜTTERLEIN, J. (1998): Vegetationskundliche und tierökologische Untersuchungen mit einer Analyse der Landschaftsentwicklung im Naturschutzgebiet „Gagelstrauchfläche bei Räderloh“. - unveröff. Diplomarbeit an der UNI Kassel, Studienbereich I - Architektur, Stadtplanung, Landschaftsplanung.
- NEBEL, M. (1993): Ranunculaceae - Hahnenfußgewächse. - Sebald, O.; Seybold, S. & G. Philippi (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Bd. 1, 235-322. Ulmer, Stuttgart.
- NÖHLING, N. (1998): *Poa* L. 1753. - Sebald, O.; Seybold, S.; Philippi, G. & A. Wörz (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Bd. 7, 446-469. Ulmer, Stuttgart.
- OBERDORFER, E. (1990): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete, 6. Aufl. - Ulmer, Stuttgart.
- OBERDORFER, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete, 8. Aufl. - Ulmer, Stuttgart.
- OESTEREICH, J. (1919): Die arme Rhön. Ein Kultur- und Sittenbild aus den letzten 100 Jahren vor dem Kriege. Hamburg.
- OVERBECK, F. (1928): Studien zur postglazialen Waldgeschichte der Rhön. - Zeitschr. für Botanik 20, 154-206.
- OVERBECK, F. (1952): Das Große Moor bei Gifhorn im Wechsel hydrokliner und xerokliner Phasen der nordwestdeutschen Hochmoorentwicklung. - Schr. Wirtsch.-wiss. Ges. z. Stud. Nieders. N.F. 41, 1-63.
- OVERBECK, F. (1975): Botanisch-geologische Moorkunde. Münster.
- PASSARGE, S. (1933): Landschaftskundliche Charakteristik der Rhön im Bereich der Meßtschblätter Kleinsassen, Gersfeld, Hilders und Sondheim, sowie ihre Bedeutung für die geologische Landesaufnahme. - Mitt. Geogr. Ges. Hamburg 43, 163-266.
- PETSCHENING, M. (Bearb.) (1971): Der kleine Stowasser. Lateinisch-deutsches Wörterbuch. - G. Freytag, München.
- PHILIPP, C. (1995): Die Grünlandgesellschaften an der Westabdachung der Rhön in Abhängigkeit von geologischem Untergrund, Höhenlage und Nutzung. - Dipl.-Arb. an der GH Kassel, FB 13.
- PHILIPPI, G. (1992): Apiaceae - Doldengewächse. - Sebald, O.; Seybold, S. & G. Philippi (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Bd. 4, 221-334. Ulmer, Stuttgart.
- PLANUNGSBÜRO GREBE (Bearb.) (1994): Biosphärenreservat Rhön - Rahmenkonzept für Schutz, Pflege und Entwicklung. - Gutachten im Auftrag des Bay. Staatsmin. für Landesentw. und Umweltfragen. München.
- PLANUNGSBÜRO GREBE (Bearb.) (1998): Pflege- und Entwicklungsplan Lange Rhön. Schlußbericht. Nürnberg.
- PUFFE, D. (1974): Der Einfluß verschiedener Faktoren auf die Humusgehalte von Böden unter Grünland der Rhön. - Mitt. d. Dt. Bodenkdl. Ges. 18, 266-271.

- QUINGER, B. (1993): Polygonaceae - Knöterichgewächse. - Sebald, O.; Seybold, S. & G. Philippi (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Bd. 1, 514-576. Ulmer, Stuttgart.
- QUINGER, B.; BIEDERMANN, E. & M. FIEGLE (1991): Naturschutzwert und Pflegemodellfunktion einiger Schafhutungen Südwest-Thüringens. Muschelkalk- und Zechstein-Schafweiden in Rhön und Thüringer Wald. - Natursch. und Landschaftsplanung 23 (6), 220-228.
- RAABE, E. W. (1954): Der Nardusrasen der Rhön. - Hess. Flor. Brf. 3 (33), 3-4.
- RAABE, E. W. (1955): Teucrium chamaedrys in der Rhön. - Hess. Flor. Brf. 4 (48), 3-4.
- RAABE, E. W. (1956): Höhengrenzen von Pflanzen in der Rhön. - Hess. Flor. Brf. 5 (53), 1-2.
- RAU, D.; SCHRAMM, H. & J. WUNDERLICH (1995): Die Bodenformen Thüringens. - Geowiss. Mitt. von Thüringen, Beiheft 3. Weimar.
- RECHINGER, K. H. (1941): Morphographische Studie über Teucrium Sect. Chamaedrys. - Bot. Arch. 42, 335-420. Leipzig.
- RÖLL, W. (1966): Die kulturlandschaftliche Entwicklung des Fuldaer Landes seit der Frühzeit. - Gießener Geograph. Schriften, Heft 9 (Geograph. Inst. Just.-Lieb. Univ. Gießen).
- RÖLL, W. (1969): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 126 Fulda. - Bundesforsch.anst. für Landeskde. und Raumord. Selbstverl., Bad Godesberg.
- ROSENBAUER, A. (1996): Campanulaceae - Glockenblumengewächse. - Sebald, O.; Seybold, S.; Philippi, G. & A. Wörz (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Bd. 5, 417-449. Ulmer, Stuttgart.
- ROTHMALER, W. (Begr.) (1994): Exkursionsflora von Deutschland, Bd. 4. Gefäßpflanzen: Kritischer Band. 8. Aufl. - G. Fischer, Jena, Stuttgart.
- ROTHMALER, W. (Begr.) (2002): Exkursionsflora von Deutschland, Bd. 4. Gefäßpflanzen: Kritischer Band. 9. Aufl. - G. Fischer, Jena, Stuttgart.
- RUTTE, E. (1974): Hundert Hinweise zur Geologie der Rhön. - Delp Verlag, München.
- RUTTE, E. (1995): Mainfranken und Rhön. - Sammlung Geologischer Führer, Bd. 74. Berlin.
- SCHENK, W. (1992): Strukturverbessernde Programme für die Bayerische Rhön im 19. und 20. Jahrhundert - zur Kontinuität von Planungsideen. - Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Stuttgart.
- SCHIRMER, A. (1992): Das bioklimatische Potential der Rhön. - Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Saarbrücken.
- SCHNEIDER, U. (1999): Life-Projekt Rhön im Biosphärenreservat Rhön. - Jahrbuch Naturschutz in Hessen 4, 80-84.
- SCHÖNFELDER, P. & A. BRESINSKY (1990): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. - Ulmer, Stuttgart.
- SCHÖNFELDER, P. (1970): Südwestliche Einstrahlungen in der Flora und Vegetation Nordbayerns. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 42, 17-100. München.
- SCHÖNHALS, E. (1954): Die Böden Hessens und ihre Nutzung. - Abh. des hess. Landesamt. für Bodenforschung 2, 1-288. Wiesbaden.
- SCHUBERT, R. (1973): Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teils der DDR. VI. Acidophile Zwergstrauchheiden. - Hercynia N.F. 10, 101-110.
- SCHUCHT, E. (1941): Über die Basalt- und Buntsandsteinböden der Rhön. - Landwirtsch. Jahrbücher 90, 978-1019. Berlin.
- SCHWAAR, J. (1988): Nacheiszeitliche Waldentwicklung in der Lüneburger Heide. - Jb. Naturwiss. Ver. Fstm. Lüneburg 38, 25-46.
- SCHWABE, A. (1990a): Syndynamische Prozesse in Borstgrasrasen - Reaktionsmuster von Brachen nach erneuter Rinderbeweidung und Lebensrhythmus von Arnica montana L. - Carolea 48, 45-68. Karlsruhe.
- SCHWENZER, B. (1968): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 140 Schweinfurt. - Bundesforsch.anst. für Landeskde. und Raumord. Selbstverl., Bad Godesberg.
- SEEBACH, Ch. Frhr. v. (1970): Die hessische Rhön. - Allgem. Forstzeitschrift 25, 860-862.
- SEGHAS, K. (1962): Wiederfund von Scheuchzeria in der Hohen Rhön. - Hess. Flor. Brf. 11 (123), 12.
- SELLE, W. (1959): Beiträge zur Siedlungs- und Vegetationsgeschichte in Niedersachsen. - Ber. Naturhist. Ges. 104, 60-78.

- SEYBOLD, S. (1993): Caryophyllaceae - Nelkengewächse. - Sebald, O.; Seybold, S. & G. Philippi (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Bd. 1, 368-466. Ulmer, Stuttgart.
- SEYBOLD, S. (1998): Sesleria Scopoli 1760. - Sebald, O.; Seybold, S.; Philippi, G. & A. Wörz (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Bd. 7, 381-383. Ulmer, Stuttgart.
- SIEDENTOP, J. (1929): Das Rhöngebirge. - Mitt. der Geograph. Ges. München, Bd. 22, Heft 1.
- SOBOTH, E. (1938): Boden und Landschaft im Kreis Hünfeld. - Hessenland 49, 255-265. Marburg/Lahn.
- SPEIDEL, B. (1952): Die Abhängigkeit der wichtigsten Grünlandgräser von der Höhenlage und der Bodenreaktion in Hessen. - Das Grünland - Beilage der Zeitschrift: Der Tierzüchter 1, 42-45.
- SPEIDEL, B. (1972): Das Wirtschaftsgrünland der Rhön. - Ber. Naturw. Ges. Bayreuth XIV, 201-240.
- STEENIS, C. G. G. J. v. (1961): An attempt towards an explanation of the effect of mountain mass elevation. - Proc. Kon. Akad. Wet. Amsterdam, C 64, 435-442.
- STEENIS, C. G. G. J. v. (1962): Die Gebirgsflora der malesischen Tropen. - Endeavour 21, 183-193.
- STIELER, E. (Hrsg.) (1971): Der Landkreis Fulda. K. Theiss-Verlag, Stuttgart - Aachen.
- STOLZENBURG, H.-J. (1989): Grünlandwirtschaft und Naturschutz in der Hessischen Rhön. - Notizbuch der Kasseler Schule 13, 295 S. + Materialband. - Diss. FB. 13 UNI GH Kassel.
- STOLZENBURG, H.-J. (1991): Die Vegetation als Indiz der Landschaftsgeschichte - die intensivere Nutzung von Mittelgebirgsgrünland und deren Auswirkungen am Beispiel Gersfeld (Rhön). - Beitr. Naturk. Osthessen 27, 3-16.
- SUCK, R. & H. GUTSCHE (1994): Das Geranio-Trisetetum Knapp 51 – eine stark rückläufige Futterwiesengesellschaft. – Hoppea. Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 55, 23-36.
- VOGGESBERGER, M. (1998): Anthoxanthum L. 1753. - Sebald, O.; Seybold, S.; Philippi, G. & A. Wörz (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Bd. 7, 268-273. Ulmer, Stuttgart.
- VOLLRATH, H. (1976): Die Temperatur am Alpennordrand und in den Variskischen Mittelgebirgen als ein Faktor für Grünlandanteil und -ertrag. - Mitt. naturwiss. Arbeitskr. Kempten (Allgäu) 20 (1), 1-58.
- VOLLRATH, H. (1978): Die Anomalie der Lufttemperatur im Umkreis von Fichtelgebirge und Vogtland. - Ber. Naturw. Ges. Bayreuth XVI, 289-308.
- VOLLRATH, H. (1994): Vegetationskundlich-landschaftsökologisches Gutachten für den Bereich der Versuchsbohrungen der Gas- und Wasserversorgung Fulda GmbH in der Fundaue bei Schmalnau-Hettenhausen. - Gutachten im Auftrag der Gas- und Wasserversorgung Fulda GmbH (unveröff.).
- WALTER, H. (1949): Einführung in die Phytologie - III Grundlagen der Pflanzenverbreitung; I. Teil: Standortslehre. - Ulmer, Stuttgart.
- WALTER, H. (1954): Grundlagen der Pflanzenverbreitung. II. Teil - Arealkunde. Stuttgart.
- WILMANN, O. (1998): Ökologische Pflanzensoziologie. Eine Einführung in die Vegetation Mitteleuropas. - 6. Auf. Quelle & Meyer, Wiesbaden.
- WILMANN, W. & B. SPEIDEL (1954): Vegetationsverhältnisse des Dauergrünlandes im Gebiet der Wasserkuppe (Grünlandkartierung im Rahmen des ERP-Grünlandförderungsprogramms 1951/53). - Landwirtschaft - Angewandte Wissenschaft, Nr. 21.
- WISSKIRCHEN, R. & H. HAUPLER (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. - Ulmer, Stuttgart.
- WÖRZ, A. (1996): Crepis L. 1753. - Sebald, O.; Seybold, S.; Philippi, G. & A. Wörz (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Bd. 6, 375-393. Ulmer, Stuttgart.

11.2 Weiterführende Literatur

- ARENS, R. (1989): Versuche zur Erhaltung und Wiederherstellung von Extensivwiesen. - Telma, Beiheft 2. Hannover.
- BALTISBERGER, M. (1980): Die Artengruppe des Ranunculus polyanthemos L. in Europa. - Ber. Schweiz. Bot. Ges. 1980 (3/4), 143-188. Zürich.
- BALTISBERGER, M. & H. E. HESS (1986): Zur Verbreitung von Ranunculus polyanthemoides BOREAU und R. nemorosus DC. - Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 87, 79-90. Zürich.

- BARTH, U.; FRISCH, A.; GREGOR, T. & E. SCHÄFER (1996): Zum Vorkommen der Drüsigen Fetthenne (*Sedum villosum* L.) in Hessen und der bayerischen Rhön. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 66/67, 55-68.
- BARTH, U. & T. GREGOR (1996): Exkursionen der Botanischen Instituts der Universität Kiel 1954 und 1956 in die Rhön. - Beitr. Naturk. Osthessen 32, 37-72.
- BARTH, U.; GREGOR, T. & E. PLOSS (1996): Das Herbarium ARNOLD im Rhönmuseum Fladungen. - Beitr. Naturk. Osthessen 32, 101-114.
- BARWINEK, H. (1966): Verbreitungskarten von Waldpflanzen des Triashügellandes zwischen Thüringer Wald und Rhön. - Wiss. Z. Univ. Halle, math.-naturw. Reihe 15 (5), 782-794.
- BERTSCH, K. (1951): Kritische Pflanzen unserer Flora. - Jahresh. Ver. vaterl. Naturkde. in Württ. 106, 46-68. Stuttgart.
- BOEKER, P. (1957): Basenversorgung und Humusgehalte von Böden der Pflanzengesellschaften des Grünlandes. - Decheniana Beih. 4, 101 S.
- BOHN, U. (1989): Beobachtungen zur spontanen Grünlandregeneration und Vegetationssukzession auf Fichtenräumflächen. - Telma, Beiheft 2, 197-214.
- BOHN, U. & W. LOHMEYER (1990): Über natürliche Vorkommen der Bergweidenröschen-Ruprechtskraut-Saumgesellschaft und das soziologische Verhalten von *Cynoglossum germanicum* Jacq. in der Rhön. - Tuexenia 10, 137-145.
- BORGHOLTE, H. (1971): Der Stoppelsberg im Kreis Schlüchtern. - Rhönwacht 1971 (1), 12-13. Fulda.
- BORNHOLD, D.; KIRCHNER, C. & M. LÖHR-BÖGER (1996): Zum Zustand der Kalkmagerrasen im Raum Schlüchtern. - Mitteilungsblatt Naturkundestelle Main-Kinzig-Kreis 8 (1), 1-14. Gelnhausen.
- BORNHOLDT, G.; BRENNER, U.; HAMM, S.; KRESS, J. C.; LOTZ, A. & A. MALTEN (1997): Zoologische Untersuchungen zur Grünlandpflege am Beispiel von Borstgrasrasen und Goldhaferwiesen in der Hohen Rhön. - Natur und Landschaft 72 (6), 275-281.
- BRIEMLE, G. (1992): Methodik der quantitativen Vegetationsaufnahme im Grünland. - Natursch. und Landschaftsplanung 1/92, 31-34.
- BRIEMLE, G.; EICKHOFF, D. & R. WOLF (1991): Mindestpflege und Mindestnutzung unterschiedlicher Grünlandtypen aus landschaftsökologischer und landeskultureller Sicht. Praktische Anleitung zur Erkennung, Nutzung und Pflege von Grünlandgesellschaften. - Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 60, Karlsruhe.
- BRUELHEIDE, H.; HEHLGANS, F.; BERGNER, W. & U. WEGENER (1997): Bergwiesen im Harz - aktueller Zustand, Ziele des Naturschutzes und Erhaltungsmaßnahmen. - Ber. Naturhist. Ges. Hannover 139, 177-200.
- BÜCKING, H. (1911): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen 1:25.000, Blätter 5525 Gersfeld, 5425 Kleinsassen, 5325 Spahl. (Hrsg.: Königl. Preuß. Geol. Landesamt, Berlin).
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.) (1997): Biosphärenreservate. - Dokumentation Natur und Landschaft, Sonderheft 26 (= Bibliographie 72). Bonn-Bad Godesberg.
- DEHLER, J.; VON DROSTE, B.; JORDAN, J.; TÖPFER, K.; SIECKMANN, H. & O. ZEITLER (1992): Perspektiven für die Rhön, Gründung des Biosphärenreservates Rhön durch die UNESCO, Ansprachen und Dokumente. - Reihe Biosphärenreservat Rhön. Frankfurt 1992.
- DIERSCHKE, H. (1981): Syntaxonomische Gliederung der Bergwiesen Mitteleuropas (Polygono-Trisetion). - Ber. Int. Symp. der Int. Vereinig. für Verget.kde., 311-341. Rinteln.
- DIETZEN, W.; KOLB, K.-H.; SALOMON, J. & K. H. SPITZEL (1992): Errichtung und Sicherung schutzwürdiger Teile von Natur und Landschaft mit repräsentativer Bedeutung, Projekt Hohe Rhön / Lange Rhön. - Natur und Landschaft 67 (7/8), 371-379.
- EICHLER, J.; GRADMANN, R. & W. MEIGEN (1926): Ergebnisse der pflanzengeographischen Durchforschung von Württemberg, Baden und Hohenzollern. - Beil. zu Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Württ. Jg. 1926, 389-454.
- ERDMANN, K.-H. & J. NAUBER (1990): Biosphärenreservate - Ein zentrales Element des UNESCO-Programms "Der Mensch in der Biosphäre" (MAB). - Natur und Landschaft 65 (10), 479-483.
- FISCHER, H. (1933): Verbiß-Fichten in der Rhön. - Natur u. Museum Bd. 63, 404-407. Frankfurt a. M.
- FRANKE, E. (1935): Bergnamen in der Vorderrhön. - Rhönwacht 1935 (1/2), S. 4-5.
- FUCHS, F. (1973): Die Rhön - Wandlung eines Mittelgebirgsraumes. - Marburger Geographische Schriften 60, 305-325. Marburg.
- GAUHL, F. (1996): Die Entwicklung des Roten Moores in der Rhön. - Telma 26, 15-26.

- GERSTBERGER, P.; HORBACH, H.-D. & W. WURZEL (1996): Taxonomie, Verbreitung und Ökologie von *Poa supina* SCHRADER in Nordost-Bayern. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 66/67, 47-54.
- GIES, T. (1972): Vegetation und Ökologie des Schwarzen Moores (Rhön). – Diss. Bot. 20, 1-184 + Anhang. - Verlag Cramer, Lehre.
- GÖSSMANN, A.; RYSY, W. & W. WUCHERPFENNIG (1986): Verbreitungsübersicht der heimischen Orchideen in Bayern. - Ber. Arbeitskr. Heimische Orchideen, Beiheft 1. München.
- GREGOR, T. (2001): Acidophile schafschwengelreiche Magerrasen im osthessischen Buntsandsteingebiet. - Botanik und Naturschutz in Hessen 13, 5-19.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1985): Über einige torfbildende Pflanzengesellschaften der Vergangenheit in der Rhön und auf dem Vogelsberg. - Tuexenia 5, 191-206.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1996): Moore in der Rhön als Beispiele für Entstehung, Entwicklung und Ausbildungsformen von Mooren und Ihre Probleme heute. - Beitr. Naturkde. Osthessen 32, 73-99.
- GÜNTHER, K.-F. (1985): Bericht über die Exkursionen der Thüringischen Botanischen Gesellschaft im Jahre 1984. - Haussknechtia 2, 75-76. Jena.
- HAAS, T. (1925): Die Bergnamen der Rhön. - Fuldaer Geschichtsblätter 1925, 1-16; 25-31.
- HALFMANN, J. (1991): Die Struktur der Vegetation auf periglazialen Basaltblockhalden des Hessischen Berglandes. Bryophytenvegetation und Waldgesellschaften: Morphologisch-anatomische Merkmale, Fortpflanzung u. Ausbreitung. - Diss. Bot. 168.
- HARTMANN, K.-F. & K. SCHNELLE (1970): Klimagrundlagen natürlicher Waldstufen und ihrer Waldgesellschaften in deutschen Mittelgebirgen. - Stuttgart.
- HEß, O. (1939): Untersuchungen über den Humuszustand der Rhönböden. - Diss. Jena.
- HILGENBERG, G. (1928): Grundlegende Schriften über die Rhön. - Hessenland 1928, 20-22.
- HIRSCH, L. (1937): Tertiärgeologische Untersuchungen in der Rhön. - Zeitschrift für Raumforschung und Raumordnung. Würzburg 1938.
- HÜGIN, G. unter Mitarbeit von W. SCHUMACHER (1995): Höhengrenzen von Ruderal- und Segetalpflanzen in den rheinisch-hessischen Mittelgebirgen (Eifel, Rhön, Rothaargebirge, Vogelsberg, Westerwald). - Decheniana 148, 68-77.
- HUNDT, R. (1964): Die Bergwiesen des Harzes, Thüringer Waldes und Erzgebirges. - Pflanzensoziologie Bd. 16, Jena.
- JÄGER, A.-F. (1803): Briefe aus der Hohen Rhöne Frankens. Arnstadt und Rudolstadt. - Reprint Sondheim v. d. Rhön, 1978.
- JANßEN, A. & M. KRAFT (1999): Strauchkartierung in der Rhön. - Jahrbuch Naturschutz in Hessen 4, 97-101.
- JESTÄDT, A. (1932): Zur Agrargeschichte des Fuldaer Landes im 18. Jahrhundert. - Fuldaer Geschichts-Blätter, Jg. XXV, 1-12, 37-48, 59-64, 72-77. Fulda.
- KARG, S. (1959): Die Bärwurz in der Rhön. - Hess. Flor. Brf. 8 (85), 2.
- KEILHACK, K. & K. RUDOLPH (1929): Naturgeschichte des Roten und Schwarzen Moores in der Rhön und Gutachten über die Beschaffenheit der Moorläger des Roten Moores. - Veröff. d. Zentralst. f. Balneologie N.F. (9), 65-92. Berlin.
- KERRMANN, K. (1934): Thüringer Wald und thüringische Rhön. - Berlin 1934.
- KERRMANN, K. & W. WILMANN (1934): Die landwirtschaftlichen Verhältnisse in der thüringischen Rhön unter besonderer Berücksichtigung einer besseren Nutzung der Hutungen. - Arbeiten aus der Anstalt f. landw. Betriebslehre der Univ. Jena, Heft 1. Weimar.
- KINDINGER, W. (1942): Beiträge zur Entwicklung der Kulturlandschaft in der zentralen Rhön vom Dreißigjährigen Krieg bis 1933. - Fränkische Studien N.F. 4. Würzburg.
- KLAPP, E. (1965): Grünlandvegetation und Standort. - Berlin und Hamburg.
- KLAPP, E. (1971): Wiesen und Weiden. 4. Aufl. - Berlin und Hamburg.
- KNAPP, R. (1946): Die Wiesen- und Weidegesellschaften der Umgebung von Halle (Saale) und ihre landwirtschaftliche Bedeutung. 1 + 2. Heidelberg.
- KNAPP, R. (1978): Trockenrasen und Therophyten-Fluren auf Kalk-, Sand-, Grus- und Schwermetall-Böden im mittleren Hessen. - Oberhessische Naturwiss. Zeitschrift. 44, 71-91.
- KNAPP, H. D.; RAUSCHERT, S & E. WEINERT (1978): Karten der Pflanzenverbreitung im Herzynischen Florengebiet. 1. Serie. - Hercynia N.F. 15 (4), 321-398.

- KOCH, J. (1955): Der Bärlapp *Lycopodium issleri* ROUY auch in der Rhön. - Hess. Flor. Brf. 4 (43), 2-3.
- KOLB, K.-H.; SPITZLE, K. H. & W. DIETZEN (1993): Strukturierung von jährlich gemähten Mittelgebirgswiesen durch Brachestreifen als neues Pflegekonzept in den Naturschutzgebieten der Hohen Rhön / Langen Rhön. - Artenschutzreport 3, 21-22.
- KORNECK, D. (1983): Floristische Beobachtungen in Oberhessen und Nachbargebieten. - Hess. Flor. Brf. 32 (3), 47-52.
- KREUTER, J. & E. MÜNDEL (1969): *Anacamptis pyramidalis* (L.) RICH. in Hessen. - Ein Fund bei Steinau (Kreis Schlüchtern). - Hess. Flor. Brf. 18 (204), 3-4.
- KÜMPEL, H. (1996): Die wildwachsenden Orchideen der Rhön. Lebensweise, Verbreitung, Gefährdung, Schutz. - Jena 1996.
- LANGE, U. (1988): Vorkommen von *Anacamptis pyramidalis* (L.) RICH. bei Hofaschenbach (MTB 5325/31). - Hess. Flor. Brf. 37 (3), 46-47.
- LENSKI, I. & W. LUDWIG (1964): *Poa supina* und *Poa annua* x *supina* in Hessen. - Hess. Flor. Brf. 13 (154), 41-49.
- LIPSER, H. (1960): Eine schöne Wacholderheide in der Rhön. - Hess. Flor. Brf. 9 (102), 21-24.
- LOB, R. (1971): Die Wüstungen der bayerischen Rhön und des nordwestlichen Grabfeldes und ihre Bedeutung für die Periodisierung der Naturlandschaftsgeschichte. Würzburg.
- LOHMEYER, W. & U. BOHN (1972): Karpatenbirkenwälder als kennzeichnende Gehölzgesellschaften der Hohen Rhön und ihre Schutzwürdigkeit. - Natur und Landschaft, 47 (7), 196 - 200.
- LOHMEYER, W. & U. BOHN (1973): Wildsträucher-Sproßkolonien (Polycormone) und ihre Bedeutung für die Vegetationsentwicklung auf brachgefallenem Grünland. - Natur u. Landschaft 48 (3), 75-79.
- LOHMEYER, W. & U. BOHN (1974): Solitär bäume im Bereich des extensiv genutzten Grünlandes der Hohen Rhön. - Natur u. Landschaft, 49 (9), 248-252.
- LUDWIG, W. (1954): Über ein wenig bekanntes Rispengras: *Poa remota* FORS. - Hess. Flor. Brf. 3 (32), 1-2.
- LUTTE, W. (1919): Die landwirtschaftlichen Betriebsverhältnisse in der Rhön, besonders in den Kreisen Fulda, Hünfeld und Gersfeld. - Phil. Diss. UNI Gießen 1919.
- MARTEN, S. (1986): Die Waldgesellschaften des Dreienbergs (Nördl. Kuppenrhön) in Abhängigkeit von den natürlichen Standortfaktoren. - Beitr. Naturk. Osthessen 22, 41-103.
- MATTERN, G. (1989): Botanische Eindrücke der Rhön-Exkursion. Zur Sommerfart der Pollichia-Kreisgruppe Donnersberg in die Rhön 30. 06. - 03. 07. 1989. - Pollichia-Kurier 5 (3), 76-78. - Bad Dürkheim.
- MEINUNGER, L. (1973): Zur Flora von Südthüringen (7. Beitrag). - Wiss. Zeitschr. Univ. Halle, math.-naturw. Reihe 22 (6), 36-39.
- MEUSEL, H. & A. KÄSTNER (1990): Übersicht zur systematischen Gliederung der Gattung *Carlina*. - Feddes Repertorium 83, 213-232. Berlin.
- MOTZKA, R. (1968a): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25.000, Blatt Nr. 5324 Hünfeld. 2. Aufl. Wiesbaden. - Hess. Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden (Hrsg.).
- MOTZKA, R. (1968b): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25.000, Blatt 5324 Spahl. - Hess. Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden (Hrsg.).
- NATHAN, H. (1935): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000 Blatt Bischofsheim. - Geol. Landesuntersuchungen am Bayerischen Oberbergamt.
- NAWRATH, S. (2000): *Rhinanthus glacialis* in Hessen mit Hinweisen auf brauchbare Bestimmungsmerkmale der in Hessen heimischen Arten. - Schriftenr. Umweltamt Wissenschaftsstadt Darmstadt 16 (3), 36.
- PRALLE, L. (1958): Die hessische Rhön. Geschichte der Wald- und Kulturlandschaft. - Hessischer Forstverein, Jahresberichte 1958, 14-20. Frankfurt a. M.
- REHDER, E. (1941): Landwirtschaftsgeographische Untersuchungen in der kurhessischen Rhön auf phänologischer Grundlage. - Der hessische Raum, Heft 3. Marburg.
- REIMERS, H. (1924): Die Vegetation der Rhönmoore. - Rep. Spec. Nov. Regn. Veget. Beih. 26, 21-55.
- REINFELD, U. (1977): Landschaftsentwicklungsplan Naturpark Hessische Rhön. - Schriftenr. Institut für Naturschutz XI, 2. Darmstadt.

- RHÖNKLUB e. V. (Hrsg.) (1997): Schneiders Rhönführer (Bearb.: G. Kramm und Mitarbeiter). 24. Aufl. Parzeller & Co, Fulda.
- RÖSSER, I. (1918): Beiträge zur Siedlungskunde der südlichen Rhön und des fränkischen Saaletales. München.
- RÜHL, A. (1967): Das hessische Bergland. - Forschungen zur deutschen Landeskunde 161, 1-164. Bad Godesberg.
- SAUER, J. H. (Hrsg.) (1976): Land der offenen Fernen. Die Rhön im Wandel der Zeiten. Fulda.
- SCHMITHÜSEN, J. (1968): Allgemeine Vegetationsgeographie. Berlin.
- SCHNEIDER, J. (1816): Naturhistorische Beschreibung des Rhöngebirges. Frankfurt.
- SCHNEIDER, J. (1840): Beschreibung des hohen Rhöngebirges, seiner Vorberge und Umgebungen. 2. Auflage. Fulda.
- SCHNEIDER, K. (1986): Ökologisches Gutachten zum Flurbereinigungsverfahren Hilders, Gemeinde Hilders. - Im Auftrag des Hess. Landesamtes für Ernährung, Landwirtsch. und Landentwickl.
- SCHREIBER, P. (1906): Die Bodenbewirtschaftung auf der Hohen Rhön und die Aufforstung der dortigen Ödflächen. - Forstwiss. Centralblatt 28, 127-140; 177-195.
- SCHWABE, A. (1990b): Veränderungen in montanen Borstgrasrasen durch Düngung und Brachlegung: *Antennaria dioica* und *Vaccinium vitis-idaea* als Indikatoren. - *Tuexenia* 10, 295-310. Göttingen.
- SCHWARZ, O. & K. MEYER (1957): Beiträge zur Flora von Thüringen. - *Mitt. Thüring. Bot. Ges.* 1, 181-200.
- SIEGENTHALER, J. (1967): Das Klima im Naturpark "Hessische Rhön". - Deutscher Wetterdienst Wetteramt Frankfurt/Main - Offenbach/Main.
- SPEIDEL, B. (1962): Die Grünlandverhältnisse des Landschaftsschutzgebietes "Hoher Vogelsberg". - Naturschutzparke, Heft 26, 16-21.
- SPEIDEL, B. (1966): Änderung des Pflanzenbestandes von Dauerwiesen bei langjähriger Düngung. - *Bayer. Landwirtsch. Jb.* 43 (2), 214-222.
- SPEIDEL, B. (1973): Pflanzensoziologisches Gutachten über den Zustand von Wiesengrundstücken in der Nähe des Wasserwerks Johannesau der Stadt Fulda (unveröff. Gutachten i. A. der Gas- und Wasserversorgung Fulda GmbH).
- SPEIDEL, B. (1976): Über das Grünland in der Johannesau südlich Fulda (unveröff. Gutachten i. A. des Magistrats der Stadt Fulda).
- SPEIDEL, B. & D. PUFFE (1975): Grünlandgesellschaften und Bodentyp. - *Ber. der Int. Sympos. der Int. Vereinig. für Vegetationskunde* 1975, 133-142.
- SPITZEL, K. & T. GREGOR (1998): Das Nickende Weidenröschen (*Epilobium nutans*) weiterhin im Schwarzen Moor. - *Beitr. Naturkde. Osthessen* 34, 17-18. Fulda.
- STAMM, A. (1936): Geschützte und schutzwürdige Landschaftsteile im Gebiet des Dammersfeldes in der Rhön. - *Naturschutz* 18, 238-251. Neudamm.
- STEINMETZ, H. J. (1992): Zur Charakteristik und zukünftigen Bodennutzbarkeit der Rhön. - Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Saarbrücken.
- STETTEN, O. v. (1955): Vergleichende und pflanzensoziologische Untersuchungen von Grünlandflächen im Hohen Vogelsberg (Hessen). - *Abh. hessisch. Landesamt für Bodenforsch.* 12, 1-67.
- STUHL, K. (1932): Die Ronaha (Rhön) oder die Rottenhagen, die Hundertschafts- oder die Bauernwälder. - *Rhönwacht* 1932, 26-28.
- ULLMANN, I. & O. FÖRST (1980): Pflanzengesellschaften des NSG "Gangolfsberg" (Südliche Rhön) und seiner Randgebiete. - *Mitt. florist.-soziol. Arbeitsgem. N.F.* 22, 87-110.
- VOLLMANN, F. (1914): Flora von Bayern. Reprint 1978; Königstein (Koeltz) 840 S.
- VOLLRATH, H. (1977): Temperaturvergleich Fichtelgebirge - Vogtland - Obermain-Hügelland. - *Der Siebenstern* 46, 53-57. Wunsiedel.
- VOLLRATH, H. (1979): Vegetationsaufnahme. - *KTBL-Arbeitsblatt* Lfd. Nr. 3050 (Planung im ländlichen Raum - Agrarplanung, Analyse).
- VOLLRATH, H. (1981): Botanische Methoden der Standortbeurteilung - Übersicht und Anwendungsgebiete. - *KTBL-Arbeitsblatt* Nr. 3064, 1-6.
- VOLLRATH, H. (1984): Botanische Methoden der Standortbeurteilung - Pflanzensoziologische Untersuchung und Kartierung. - *KTBL-Arbeitsblatt*, Lfd. Nr. 3077 (Planung im ländlichen Raum, Agrarplanung, Analyse).

- VOLLRATH, H. (1987): Die Wiesenvegetation der hessischen Mittelgebirgslandschaft. - Begleittext zur gleichnamigen Ausstellung auf dem Hessentag in Hofgeismar 1987 (unveröff.).
- VOLLRATH, H. (1996): Vegetationskundlich-landschaftsökologisches Gutachten zur Beweissicherung im Umkreis der Versuchsbohrungen 4 und 5 in der Fulda-Aue oberhalb Rainmühle, Gemarkung Schmalnau. - Gutachten im Auftrag der Gas- und Wasserversorgung Fulda GmbH (unveröff.).
- VOLLRATH, H. & A. SOLOMATIN (1976): Die ökologische Auswertung von Vegetationsaufnahmen. - Selbstverlag des Lehrstuhls für Grünlandlehre Freising-Weihenstephan.
- VOLZE, E. (1938): Grenzland Rhön in drei Jahrtausenden deutscher Geschichte. - Hessenland 9/10, 210-218.
- VONDERAU, J. (1926): Die Besiedlung der Rhön in vor- und frühgeschichtlicher Zeit. - Festschr. des Rhönklubs. Fulda.
- VONDERAU, J. (1931): Denkmäler aus vor- und frühgeschichtlicher Zeit im Fuldaer Land. - 21. Veröff. Fuldaer Gesch.-Ver., 157 S.
- WEBER, A. (1960): Die Geschichte des Kreises Hünfeld. 263 S. Fulda.
- WELLMANN, U. (1974): Grünlandbewirtschaftung in hessischen Mittelgebirgslagen. - Schriftenreihe des Bodenverbandes Vogelsberg 4, 2-9.
- WIEDEMANN, H. (1983): Zur Flora und Vegetation der hessischen Rhön. - Naturschutz in Nordhessen 6, 5-18.
- WOELFLE, M. (1938): Windschutzanlagen. Die Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit von der Geländeausformung auf der Hohen Rhön. - Forstwiss. Zentralbl. 60, 52-63 und 73-86.
- WRAZECHA (1991): Konzeption einer naturschonenden Weidewirtschaft und Tierhaltung im Biosphärenseervat Rhön. - Rahmenkonzept Biosphärenreservat Rhön, II. Zwischenbericht.

11.3 Kartenverzeichnis

- BAYERISCHES LANDESVERMESSUNGSAMT MÜNCHEN (Hrsg.) (1960): Bodenübersichtskarte von Bayern 1:100.000 Blatt 2 Schweinfurt.
- BAYERISCHES LANDESVERMESSUNGSAMT MÜNCHEN (Hrsg.) (1972): Topographische Karte 1:50.000 - Naturpark Rhön - Nordblatt und Südblatt.
- BOHN, U. (1996): Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland M 1:200.000 - Potentielle natürliche Vegetation - Blatt CC 5518 Fulda. - Schrft.r. für Vegetationskde. 2. Aufl., Heft 15. Bonn-Bad Godesberg.
- BÜCKING, H. (1914): Geologische Übersichtskarte der Rhön 1:100.000.
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (Hrsg.) (1968): Geologische Karte von Hessen 1:25.000, Blatt 5324 Hünfeld. 2. Aufl.
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (Hrsg.) (1993): Geologische Karte von Hessen 1:25.000, Blatt 5424 Fulda (faksimilierter Nachdruck der 1. Auflage von 1912) + Erläuterungen.
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (Hrsg.) (1993): Geologische Karte von Hessen 1:25.000, Blatt 5524 Weyhers (Nachdruck der 1. Auflage von 1912) + Erläuterungen.
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (Hrsg.) (1994): Geologische Karte von Hessen 1:25.000, Blatt 5325 Spahl (Nachdruck der 1. Auflage von 1910) + Erläuterungen.
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (Hrsg.) (1994): Geologische Karte von Hessen 1:25.000, Blatt 5425 Kleinsassen. 2. Auflage. + Erläuterungen.
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (Hrsg.) (1994): Geologische Karte von Hessen 1:25.000, Blatt Gersfeld (Nachdruck der 1. Auflage von 1910) + Erläuterungen.
- KÖNIGLICH BAYERISCHES OBERBERGAMT (Hrsg.) (1896-1908): Geologische Karte des Königreichs Bayern, Blatt 35 Sondheim.
- KÖNIGLICH BAYERISCHES OBERBERGAMT (Hrsg.) (1900-1901): Geologische Karte des Königreichs Bayern, Blatt 36 Ostheim.
- KÖNIGLICH BAYERISCHES OBERBERGAMT (Hrsg.) (1909): Geologische Karte des Königreichs Bayern, Blatt 13 Mellrichstadt.

- KÖNIGLICH BAYERISCHES OBERBERGAMT (Hrsg.) (1910a): Geologische Karte des Königreichs Bayern, Blatt 9 Motten.
- KÖNIGLICH BAYERISCHES OBERBERGAMT (Hrsg.) (1910b): Geologische Karte des Königreichs Bayern, Blatt 10 Wildflecken.
- KÖNIGLICH BAYERISCHES OBERBERGAMT (Hrsg.) (1910/11): Geologische Karte des Königreichs Bayern, Blatt 23 Geroda.
- KÖNIGLICH BAYERISCHES OBERBERGAMT (Hrsg.) (1911): Geologische Karte des Königreichs Bayern, Blatt 24 Stangenroth.
- KÖNIGLICH BAYERISCHES OBERBERGAMT (Hrsg.) (1930/31): Geologische Karte des Königreichs Bayern, Blatt 11 Bischofsheim.
- KÖNIGLICH BAYERISCHES OBERBERGAMT (Hrsg.) (1933): Geologische Karte des Königreichs Bayern, Blatt 26 Bad Neustadt a. d. Saale.
- THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR GEOLOGIE (Hrsg.) (1881): Geologische Karte von Thüringen 1:25.000, Blatt 5427 Helmershausen.
- THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR GEOLOGIE (Hrsg.) (1882): Geologische Karte von Thüringen 1:25.000, Blatt 5327 Oepfershausen.
- THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR GEOLOGIE (Hrsg.) (1902): Geologische Karte von Thüringen 1:25.000, Blatt 5527 Mellrichstadt.
- THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR GEOLOGIE (Hrsg.) (1910): Geologische Karte von Thüringen 1:25.000, Blatt 5426 Hilders + Erläuterungen.
- THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR GEOLOGIE (Hrsg.) (1911): Geologische Karte von Thüringen 1:25.000, Blatt 5325 Spahl + Erläuterungen.
- THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR GEOLOGIE (Hrsg.) (1912): Geologische Karte von Thüringen 1:25.000, Blatt 5326 Tann (Rhön) + Erläuterungen.

11.4 Sonstige Quellen

- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ / Zentralstelle für Phytodiversität am Bundesamt für Naturschutz: Verbreitungskarten von Gefäßpflanzen in Deutschland, generiert aus der Datenbank Gefäßpflanzen des BfN (Stand 12/04). - im Internet unter <http://www.floraweb.de> (15. 10. - 01. 12. 2005).
- Umweltdaten Thüringen 2004: Orchideen-Kalk-Buchenwälder (Natura 2000-Code 9150). - im Internet unter http://ammer.georg.uni-jena.de/sites2000/contentfrs/fach01/umweltdaten/nlr/30_00101_02ffh9150.pdf; (26. 11. 2005).
- Online-Wörterbuch „Wikipedia“; im Internet unter: <http://de.wikipedia.org/wiki/Riedel> ; (5. 12. 2005).

Anhang:

Liste der Aufnahmepunkte zu Plan 3 (im Materialband)

lfd. Nr.	Autor	Jahr	m ü.NN	Naturraum-Nr.	Naturraum	Land	Rechts-Wert	Hoch-Wert
1	Mütterlein	1999	927	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3569864	5582003
2	Mütterlein	1999	923	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3569880	5582130
3	Mütterlein	1999	912	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3569966	5582280
4	Mütterlein	1999	903	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3569987	5582436
5	Mütterlein	1999	900	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3570135	5582487
6	Mütterlein	1999	897	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3569952	5582527
7	Mütterlein	1999	883	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3569823	5582630
8	Mütterlein	1999	876	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3569890	5582734
9	Mütterlein	1999	845	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3569958	5582872
10	Mütterlein	1999	811	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3569721	5582955
11	Mütterlein	1999	810	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567603	5593260
12	Mütterlein	1999	802	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567751	5593405
13	Mütterlein	1999	780	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567879	5593572
14	Mütterlein	1999	774	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568075	5593601
15	Mütterlein	1999	772	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568093	5593732
16	Mütterlein	1999	764	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568010	5593845
17	Mütterlein	1999	755	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568024	5593976
18	Mütterlein	1999	774	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567428	5595151
19	Mütterlein	1999	833	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566680	5595305
20	Mütterlein	1999	866	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566429	5595289
21	Mütterlein	1999	885	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566436	5595746
22	Vollrath/Mütterlein	1999	720	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567055	5594665
23	Mütterlein	1999	681	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3562776	5592503
24	Mütterlein	1999	649	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563377	5592974
25	Mütterlein	1999	785	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568958	5590237
26	Mütterlein	1999	771	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568906	5590126
27	Mütterlein	1999	750	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568834	5589957
28	Mütterlein	1999	700	354.11	Lange Rhön	Thüringen	3574462	5599006
29	Mütterlein	1999	725	354.11	Lange Rhön	Thüringen	3574660	5598860
30	Mütterlein	1999	770	354.11	Lange Rhön	Bayern	3574684	5598519
31	Mütterlein	1999	803	354.11	Lange Rhön	Bayern	3574497	5598199
32	Mütterlein	1999	755	354.11	Lange Rhön	Hessen	3572444	5594713
33	Mütterlein	1999	785	354.11	Lange Rhön	Hessen	3572460	5594550
34	Mütterlein	1999	814	354.11	Lange Rhön	Hessen	3572503	5594420
35	Mütterlein	1999	838	354.11	Lange Rhön	Hessen	3572528	5594284
36	Mütterlein	1999	857	354.11	Lange Rhön	Hessen	3572349	5594193
37	Mütterlein	1999	680	354.11	Lange Rhön	Hessen	3572480	5595330
38	Mütterlein	1999	579	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566881	5592980
39	Mütterlein	1999	577	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566878	5592801
40	Mütterlein	1999	560	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566654	5592220
41	Mütterlein	1999	544	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566819	5591838
42	Mütterlein	1999	521	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566578	5591312
43	Mütterlein	1999	844	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567755	5595511
44	Vollrath/Mütterlein	1999	422	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561915	5591391
45	Stolzenburg	1986	781	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3569072	5591853
46	Stolzenburg	1986	787	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3569116	5591861
47	Stolzenburg	1986	788	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3569141	5591855
48	Stolzenburg	1986	791	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3569166	5591851
49	Stolzenburg	1986	853	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566490	5595216
50	Stolzenburg	1986	853	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566492	5595199
51	Stolzenburg	1986	853	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566507	5595162
52	Stolzenburg	1986	904	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567175	5595984
53	Stolzenburg	1986	884	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567435	5595926
54	Stolzenburg	1986	822	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566470	5594599
57	Stolzenburg	1986	853	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566514	5595145
58	Stolzenburg	1986	840	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566709	5595415
59	Stolzenburg	1986	820	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566499	5594492
60	Stolzenburg	1986	847	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566655	5595447
61	Stolzenburg	1986	840	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566718	5595447
62	Stolzenburg	1986	910	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566874	5596088
63	Stolzenburg	1986	815	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566475	5594477
64	Stolzenburg	1986	867	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567754	5595675
65	Stolzenburg	1986	868	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567783	5595683
66	Stolzenburg	1986	775	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568830	5590310
67	Stolzenburg	1986	773	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568821	5590339
68	Stolzenburg	1986	776	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568825	5590322
69	Stolzenburg	1986	772	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568816	5590315
70	Stolzenburg	1986	772	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568804	5590349
71	Stolzenburg	1986	775	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568813	5590354
72	Stolzenburg	1986	746	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568694	5590507
73	Stolzenburg	1986	777	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568811	5590330
74	Stolzenburg	1986	830	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566770	5588684
75	Stolzenburg	1986	801	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566644	5588601
76	Stolzenburg	1986	800	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566615	5588606
77	Stolzenburg	1986	845	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566795	5588633
78	Stolzenburg	1986	853	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566499	5595179
79	Stolzenburg	1986	852	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566854	5595683
80	Stolzenburg	1986	548	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566074	5591704

lfd. Nr.	Autor	Jahr	m ü.NN	Naturraum-Nr.	Naturraum	Land	Rechts-Wert	Hoch-Wert
86	Stolzenburg	1986	798	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566807	5588351
87	Stolzenburg	1986	790	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566581	5588611
88	Stolzenburg	1986	741	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566089	5593369
90	Stolzenburg	1986	777	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566344	5593728
91	Stolzenburg	1986	770	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566775	5588285
92	Stolzenburg	1986	770	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566792	5588285
93	Stolzenburg	1986	725	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568567	5590512
94	Stolzenburg	1986	727	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568586	5590506
95	Stolzenburg	1986	761	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566368	5593670
97	Stolzenburg	1986	717	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567494	5592885
98	Stolzenburg	1986	708	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566790	5588346
99	Stolzenburg	1986	798	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566829	5588351
100	Stolzenburg	1986	790	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566739	5588317
101	Stolzenburg	1986	790	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566581	5588866
102	Stolzenburg	1986	681	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567464	5592822
103	Stolzenburg	1986	681	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567452	5592829
104	Stolzenburg	1986	681	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567433	5592834
105	Stolzenburg	1986	792	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567948	5593233
106	Stolzenburg	1986	785	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568330	5594034
107	Stolzenburg	1986	728	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568432	5592817
108	Stolzenburg	1986	558	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566487	5590762
110	Stolzenburg	1986	780	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568257	5593990
111	Stolzenburg	1986	790	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3569151	5591766
113	Stolzenburg	1986	699	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568237	5592921
114	Stolzenburg	1986	690	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567924	5592277
115	Stolzenburg	1986	650	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3567659	5592000
116	Stolzenburg	1986	523	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566271	5590988
117	Stolzenburg	1986	882	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567438	5595909
118	Stolzenburg	1986	666	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564554	5588033
119	Stolzenburg	1986	644	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563927	5588402
120	Stolzenburg	1986	692	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567926	5592258
122	Stolzenburg	1986	471	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561243	5588971
124	Stolzenburg	1986	824	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567093	5595469
125	Stolzenburg	1986	747	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568808	5591610
126	Stolzenburg	1986	632	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563934	5589134
127	Stolzenburg	1986	635	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563849	5589092
128	Stolzenburg	1986	792	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567929	5593254
129	Stolzenburg	1986	795	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567880	5593223
130	Stolzenburg	1986	570	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3567384	5591441
131	Stolzenburg	1986	638	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563854	5588426
132	Stolzenburg	1986	653	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564116	5588402
133	Stolzenburg	1986	636	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563844	5588354
136	Stolzenburg	1986	740	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565948	5593549
137	Stolzenburg	1986	765	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566050	5593638
138	Stolzenburg	1986	545	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563025	5588140
139	Stolzenburg	1986	805	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568490	5594098
140	Stolzenburg	1986	796	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567831	5593240
142	Stolzenburg	1986	852	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566509	5595364
143	Stolzenburg	1986	852	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566495	5595357
144	Stolzenburg	1986	761	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566346	5593668
145	Stolzenburg	1986	760	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566419	5593685
146	Stolzenburg	1986	853	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566701	5595576
147	Stolzenburg	1986	822	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567338	5595500
148	Stolzenburg	1986	824	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566534	5594521
149	Stolzenburg	1986	750	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566414	5593646
150	Stolzenburg	1986	750	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566444	5593641
151	Stolzenburg	1986	783	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3569340	5590675
152	Stolzenburg	1986	788	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3569467	5591691
153	Stolzenburg	1986	776	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568359	5593906
154	Stolzenburg	1986	800	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566622	5588521
155	Stolzenburg	1986	808	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566766	5588458
156	Stolzenburg	1986	845	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566809	5588628
157	Stolzenburg	1986	818	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568284	5594698
159	Stolzenburg	1986	735	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568631	5590507
160	Stolzenburg	1986	746	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568740	5590193
161	Stolzenburg	1986	625	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563754	5589112
162	Stolzenburg	1986	622	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564551	5589000
164	Stolzenburg	1986	630	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564632	5588609
165	Stolzenburg	1986	652	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564177	5588392
171	Stolzenburg	1986	569	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3565999	5591925
172	Stolzenburg	1986	665	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568220	5591315
173	Stolzenburg	1986	636	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564704	5588536
174	Stolzenburg	1986	473	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561195	5588961
175	Stolzenburg	1986	560	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566096	5591901
176	Stolzenburg	1986	521	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564057	5591769
177	Stolzenburg	1986	564	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566074	5591922
179	Stolzenburg	1986	546	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563040	5588137
180	Stolzenburg	1986	553	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563108	5588086

lfd. Nr.	Autor	Jahr	m ü.NN	Naturraum-Nr.	Naturraum	Land	Rechts-Wert	Hoch-Wert
182	Stolzenburg	1986	550	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566713	5591762
183	Stolzenburg	1986	715	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568492	5590949
184	Stolzenburg	1986	605	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3567350	5592163
185	Stolzenburg	1986	605	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3567336	5592153
190	Stolzenburg	1986	622	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564532	5589032
192	Stolzenburg	1986	672	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564459	5588183
193	Stolzenburg	1986	435	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3562623	5591415
194	Stolzenburg	1986	435	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3562078	5591598
195	Stolzenburg	1986	440	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3562423	5591429
196	Stolzenburg	1986	477	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561766	5588764
197	Stolzenburg	1986	425	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3562200	5591449
198	Stolzenburg	1986	436	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3562630	5591497
199	Stolzenburg	1986	388	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3559412	5591023
200	Stolzenburg	1986	434	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3560441	5589122
201	Stolzenburg	1986	507	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3562454	5588453
202	Stolzenburg	1986	710	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567280	5593357
204	Stolzenburg	1986	389	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3559424	5591077
205	Stolzenburg	1986	635	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564646	5588679
206	Stolzenburg	1986	470	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561196	5590643
207	Stolzenburg	1986	656	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568162	5591342
208	Stolzenburg	1986	528	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564613	5592780
209	Stolzenburg	1986	392	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3559519	5591096
211	Stolzenburg	1986	475	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561411	5588930
212	Stolzenburg	1986	601	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567693	5592516
213	Stolzenburg	1986	480	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561802	5588740
214	Stolzenburg	1986	483	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561853	5588764
215	Stolzenburg	1986	478	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561829	5588803
216	Stolzenburg	1986	432	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3562543	5591410
217	Stolzenburg	1986	772	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568964	5591739
218	Stolzenburg	1986	744	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566006	5593485
219	Stolzenburg	1986	747	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565982	5593580
220	Stolzenburg	1986	624	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563601	5588964
221	Stolzenburg	1986	455	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3560016	5588862
222	Stolzenburg	1986	745	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565984	5593544
223	Stolzenburg	1986	627	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563795	5589131
224	Stolzenburg	1986	625	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563613	5589019
225	Stolzenburg	1986	672	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564505	5588018
226	Stolzenburg	1986	627	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564491	5589002
227	Stolzenburg	1986	430	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3562404	5591495
228	Stolzenburg	1986	437	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3560439	5589187
229	Stolzenburg	1986	433	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3562292	5591519
230	Stolzenburg	1986	448	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3562747	5591560
231	Stolzenburg	1986	795	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567926	5593196
232	Stolzenburg	1986	710	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567282	5593381
233	Stolzenburg	1986	626	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564109	5589194
235	Stolzenburg	1986	740	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567673	5593794
236	Stolzenburg	1986	740	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567661	5593804
237	Stolzenburg	1986	826	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568079	5594987
238	Stolzenburg	1986	740	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568687	5590213
239	Stolzenburg	1986	718	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568546	5590378
240	Stolzenburg	1986	718	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568543	5590361
241	Stolzenburg	1986	483	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3560099	5588704
242	Stolzenburg	1986	817	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566989	5595429
243	Stolzenburg	1986	741	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567486	5593026
244	Stolzenburg	1986	759	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568889	5591679
245	Stolzenburg	1986	760	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568874	5591742
246	Stolzenburg	1986	756	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568914	5589839
247	Stolzenburg	1986	761	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565970	5593753
248	Stolzenburg	1986	761	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565948	5593736
249	Stolzenburg	1986	795	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565962	5593843
250	Stolzenburg	1986	720	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568556	5590478
251	Stolzenburg	1986	727	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568570	5590577
252	Stolzenburg	1986	720	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568556	5590463
253	Stolzenburg	1986	742	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567608	5593719
254	Stolzenburg	1986	765	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3568751	5589350
255	Stolzenburg	1986	750	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568779	5590167
256	Stolzenburg	1986	752	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568791	5590167
257	Stolzenburg	1986	750	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568782	5590159
258	Stolzenburg	1986	711	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567605	5592793
259	Stolzenburg	1986	654	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566318	5589348
260	Stolzenburg	1986	800	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566744	5588361
261	Stolzenburg	1986	766	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566540	5588392
262	Stolzenburg	1986	720	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568561	5590444
265	Stolzenburg	1986	693	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567576	5592788
266	Stolzenburg	1986	709	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567625	5592817
267	Stolzenburg	1986	680	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565080	5593646
268	Stolzenburg	1986	680	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565063	5593660
269	Barth	1992	790	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576080	5595580

lfd. Nr.	Autor	Jahr	m ü.NN	Naturraum-Nr.	Naturraum	Land	Rechts-Wert	Hoch-Wert
270	Barth	1992	790	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576080	5595600
271	Barth	1992	710	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576100	5591500
272	Barth	1992	785	354.11	Lange Rhön	Bayern	3574180	5591450
273	Barth	1992	785	354.11	Lange Rhön	Bayern	3574180	5591480
274	Barth	1992	790	354.12	Ostabfall der Langen Rhön	Bayern	3574200	5591480
275	Barth	1992	780	354.12	Ostabfall der Langen Rhön	Bayern	3574279	5591420
276	Barth	1992	775	354.12	Ostabfall der Langen Rhön	Bayern	3574280	5591400
277	Barth	1992	895	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571910	5591980
278	Barth	1992	785	354.11	Lange Rhön	Bayern	3574180	5591410
279	Barth	1992	780	354.12	Ostabfall der Langen Rhön	Bayern	3574270	5591420
280	Barth	1992	780	354.13	Ulstertal	Hessen	3570200	5595700
281	Barth	1992	780	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576180	5595700
282	Barth	1992	770	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3569900	5583300
283	Barth	1992	760	354.00	Dammersfeldrücken	Bayern	3569000	5588960
284	Barth	1992	880	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571900	5592550
285	Barth	1992	885	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571890	5592440
286	Barth	1992	845	354.11	Lange Rhön	Bayern	3572100	5590520
287	Barth	1992	780	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576200	5594240
288	Barth	1992	770	354.11	Lange Rhön	Bayern	3574240	5591280
289	Barth	1992	770	354.12	Ostabfall der Langen Rhön	Bayern	3574320	5591270
290	Barth	1992	770	354.12	Ostabfall der Langen Rhön	Bayern	3574350	5591450
291	Barth	1992	900	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571500	5592100
292	Barth	1992	770	354.12	Ostabfall der Langen Rhön	Bayern	3574350	5591450
293	Barth	1992	790	354.11	Lange Rhön	Bayern	3574170	5591400
294	Barth	1992	795	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576080	5595600
295	Barth	1992	745	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576960	5596600
296	Barth	1992	780	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576180	5595700
297	Barth	1992	780	354.12	Ostabfall der Langen Rhön	Bayern	3574270	5591410
298	Barth	1992	770	354.12	Ostabfall der Langen Rhön	Bayern	3574350	5591450
299	Barth	1992	780	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576200	5594230
300	Barth	1992	745	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576960	5596650
301	Barth	1992	770	354.11	Lange Rhön	Bayern	3574250	5591300
302	Barth	1992	770	354.12	Ostabfall der Langen Rhön	Bayern	3574200	5591250
303	Barth	1992	745	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576940	5596600
304	Barth	1992	745	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576940	5596650
305	Barth	1992	825	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565650	5594080
306	Barth	1992	845	354.11	Lange Rhön	Bayern	3572150	5590540
307	Barth	1992	820	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568140	5594810
308	Barth	1992	845	354.11	Lange Rhön	Bayern	3572150	5590500
309	Barth	1992	890	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571900	5592400
310	Barth	1992	790	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567060	5595140
311	Barth	1992	790	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576080	5595120
312	Barth	1992	845	354.11	Lange Rhön	Bayern	3572140	5590550
313	Barth	1992	845	354.11	Lange Rhön	Bayern	3572150	5590500
314	Barth	1992	835	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568080	5596800
315	Barth	1992	830	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568100	5596820
316	Barth	1992	855	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568420	5596620
317	Barth	1992	855	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568400	5596600
318	Barth	1992	885	354.00	Dammersfeldrücken	Bayern	3568300	5587920
319	Barth	1992	840	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568400	5596700
320	Barth	1992	840	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568400	5596660
321	Barth	1992	850	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568320	5596650
322	Barth	1992	840	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568300	5596700
323	Barth	1992	825	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565650	5594000
324	Barth	1992	810	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568360	5595150
325	Barth	1992	825	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567900	5597150
326	Barth	1992	855	354.11	Lange Rhön	Bayern	3572550	5590240
327	Barth	1992	915	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571750	5592100
328	Barth	1992	860	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567140	5595820
329	Barth	1992	860	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567140	5595800
330	Barth	1992	920	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571530	5592210
331	Barth	1992	910	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3569970	5582350
332	Barth	1992	850	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568300	5596650
333	Barth	1992	885	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567750	5595700
335	Barth	1992	920	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571530	5592220
336	Barth	1992	855	354.11	Lange Rhön	Bayern	3572520	5590230
337	Barth	1992	915	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571550	5592230
338	Barth	1992	900	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567060	5595950
339	Barth	1992	840	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568320	5596680
340	Barth	1992	830	354.11	Lange Rhön	Bayern	3572760	5592950
341	Barth	1992	885	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567720	5595700
342	Barth	1992	855	354.11	Lange Rhön	Bayern	3572920	5590330
343	Barth	1992	885	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571890	5592450
344	Barth	1992	900	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571900	5592060
345	Barth	1992	895	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571900	5591980
346	Barth	1992	920	354.11	Lange Rhön	Hessen	3570350	5592100
347	Barth	1992	920	354.11	Lange Rhön	Hessen	3570330	5592120
348	Barth	1992	880	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571890	5592500

lfd. Nr.	Autor	Jahr	m ü.NN	Naturraum-Nr.	Naturraum	Land	Rechts-Wert	Hoch-Wert
349	Barth	1992	855	354.11	Lange Rhön	Bayern	3572560	5590240
350	Barth	1992	920	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571520	5592170
351	Barth	1992	920	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571500	5592180
352	Barth	1992	855	354.11	Lange Rhön	Bayern	3572950	5590330
353	Barth	1992	820	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567850	5597150
354	Barth	1992	820	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567800	5597150
355	Barth	1992	810	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576760	5597160
356	Barth	1992	810	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567760	5597180
357	Barth	1992	810	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567780	5597300
358	Barth	1992	815	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567960	5597250
359	Barth	1992	815	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567960	5597280
360	Barth	1992	640	354.01	Schwarze Berge	Bayern	3564869	5580200
361	Barth	1992	885	354.00	Dammersfeldrücken	Bayern	3568300	5587900
362	Barth	1992	790	354.11	Lange Rhön	Bayern	3574100	5591350
363	Barth	1992	830	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3568080	5596820
364	Barth	1992	845	354.11	Lange Rhön	Bayern	3572120	5590530
365	Barth	1992	825	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567900	5597150
366	Barth	1992	830	354.11	Lange Rhön	Bayern	3572750	5592960
367	Barth	1992	815	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567980	5597150
368	Barth	1992	815	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567980	5597180
369	Barth	1992	815	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567940	5597150
370	Barth	1992	820	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3569450	5595000
371	Barth	1992	780	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576250	5594150
372	Barth	1992	780	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576250	5594140
373	Barth	1992	855	354.11	Lange Rhön	Bayern	3572950	5590350
374	Barth	1992	855	354.11	Lange Rhön	Bayern	3572920	5590350
375	Barth	1992	860	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567100	5595800
376	Barth	1992	860	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567150	5595800
377	Barth	1992	830	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3569500	5595100
378	Barth	1992	830	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3569500	5595120
379	Barth	1992	855	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567700	5595720
380	Barth	1992	815	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567940	5597180
381	Barth	1992	810	354.11	Lange Rhön	Bayern	3574180	5592200
382	Barth	1992	920	354.11	Lange Rhön	Hessen	3570350	5592150
383	Barth	1992	880	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567000	5595900
384	Barth	1992	880	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566900	5595900
385	Barth	1992	840	354.11	Lange Rhön	Hessen	3572800	5594050
386	Barth	1992	800	354.11	Lange Rhön	Bayern	3575060	5594010
387	Barth	1992	890	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3569900	5582600
388	Barth	1992	890	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3569900	5582600
389	Barth	1992	900	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3569950	5582500
390	Barth	1992	805	354.11	Lange Rhön	Bayern	3575260	5593740
391	Barth	1992	805	354.11	Lange Rhön	Bayern	3574940	5593630
392	Barth	1992	715	354.11	Lange Rhön	Bayern	3575950	5591300
393	Barth	1992	880	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567750	5595700
394	Barth	1992	805	354.11	Lange Rhön	Bayern	3574940	5593640
395	Barth	1992	805	354.11	Lange Rhön	Bayern	3575240	5593740
396	Barth	1992	760	354.00	Dammersfeldrücken	Bayern	3568980	5588960
397	Barth	1992	780	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576350	5594100
398	Barth	1992	715	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576100	5591420
399	Barth	1992	715	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576080	5591420
400	Barth	1992	710	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576100	5591560
401	Barth	1992	710	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576150	5591350
402	Barth	1992	710	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576150	5591340
403	Barth	1992	900	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567580	5595900
404	Barth	1992	900	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567580	5595880
405	Barth	1992	880	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567750	5595680
406	Barth	1992	780	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576500	5594100
407	Barth	1992	785	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576500	5594000
408	Barth	1992	785	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576500	5593980
409	Barth	1992	785	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576520	5593980
410	Barth	1992	925	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3569850	5582160
411	Barth	1992	925	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3569850	5582150
412	Barth	1992	915	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571770	5592030
413	Barth	1992	915	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571770	5592100
414	Barth	1992	895	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571900	5591960
415	Barth	1992	895	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571900	5591980
416	Barth	1992	905	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571860	5592060
417	Barth	1992	915	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571720	5592020
418	Barth	1992	815	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567930	5597100
419	Barth	1992	905	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571880	5592060
420	Barth	1992	815	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567930	5597150
421	Barth	1992	780	354.11	Lange Rhön	Bayern	3576300	5594100
422	Barth	1992	840	354.11	Lange Rhön	Hessen	3572800	5594020
423	Barth	1992	725	354.00	Dammersfeldrücken	Bayern	3569400	5589000
424	Barth	1992	905	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571880	5592060
425	Barth	1992	895	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571900	5592260
426	Barth	1992	880	354.11	Lange Rhön	Bayern	3571880	5592550

lfd. Nr.	Autor	Jahr	m ü.NN	Naturraum-Nr.	Naturraum	Land	Rechts-Wert	Hoch-Wert
427	Barth	1992	865	354.11	Lange Rhön	Hessen	3573420	5594800
428	Barth	1992	865	354.11	Lange Rhön	Bayern	3573420	5594850
429	Mütterlein	2000	740	354.11	Lange Rhön	Hessen	3573036	5604803
430	Mütterlein	2000	722	354.11	Lange Rhön	Hessen	3572932	5604784
431	Mütterlein	2000	718	354.11	Lange Rhön	Hessen	3572920	5604697
432	Mütterlein	2000	700	354.11	Lange Rhön	Hessen	3572905	5604443
433	Mütterlein	2000	720	354.11	Lange Rhön	Hessen	3573101	5604375
434	Mütterlein	2000	692	354.11	Lange Rhön	Hessen	3572901	5604178
435	Mütterlein	2000	665	354.11	Lange Rhön	Hessen	3572666	5604616
436	Mütterlein	2000	475	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3571617	5603326
437	Mütterlein	2000	499	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3571885	5603413
438	Mütterlein	2000	528	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3571924	5603787
439	Mütterlein	2000	724	354.11	Lange Rhön	Hessen	3573768	5597327
440	Mütterlein	2000	728	354.11	Lange Rhön	Hessen	3573769	5597239
441	Mütterlein	2000	715	354.11	Lange Rhön	Hessen	3573721	5597232
442	Mütterlein	2000	726	354.11	Lange Rhön	Hessen	3573627	5597257
443	Mütterlein	2000	700	354.11	Lange Rhön	Hessen	3573452	5597318
444	Mütterlein	2000	703	354.11	Lange Rhön	Hessen	3573465	5597318
445	Mütterlein	2000	644	354.11	Lange Rhön	Hessen	3573106	5596966
446	Mütterlein	2000	649	354.11	Lange Rhön	Hessen	3573134	5597307
447	Mütterlein	2000	699	354.11	Lange Rhön	Hessen	3573609	5600320
448	Mütterlein	2000	704	354.11	Lange Rhön	Hessen	3573624	5600244
449	Mütterlein	2000	689	354.11	Lange Rhön	Hessen	3573513	5600238
450	Mütterlein	2000	674	354.11	Lange Rhön	Hessen	3573301	5600261
451	Mütterlein	2000	675	354.11	Lange Rhön	Hessen	3573358	5600428
452	Mütterlein	2000	680	354.11	Lange Rhön	Hessen	3573455	5600441
453	Mütterlein	2000	685	354.11	Lange Rhön	Hessen	3573525	5600414
454	Mütterlein	2000	625	354.11	Lange Rhön	Hessen	3572100	5605570
455	Mütterlein	2000	630	354.11	Lange Rhön	Hessen	3572091	5605481
456	Mütterlein	2000	608	353.24	Östliche Kuppenrhön	Hessen	3571961	5605605
457	Mütterlein	2000	702	354.11	Lange Rhön	Hessen	3572054	5594956
458	Mütterlein	2000	717	354.11	Lange Rhön	Hessen	3572083	5594892
459	Mütterlein	2000	638	354.13	Ulstertal	Hessen	3571846	5595401
460	Mütterlein	2000	632	354.13	Ulstertal	Hessen	3571838	5595480
461	Mütterlein	2000	460	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3571060	5611163
462	Mütterlein	2000	458	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3571163	5611259
463	Mütterlein	2000	618	353.24	Östliche Kuppenrhön	Hessen	3574084	5613432
464	Mütterlein	2000	615	353.24	Östliche Kuppenrhön	Hessen	3573991	5613399
465	Mütterlein	2000	664	354.00	Dammersfeldrücken	Bayern	3568083	5586523
466	Mütterlein	2000	674	354.00	Dammersfeldrücken	Bayern	3568042	5586594
467	Mütterlein	2000	683	354.00	Dammersfeldrücken	Bayern	3568025	5586658
468	Mütterlein	2000	685	354.00	Dammersfeldrücken	Bayern	3567870	5586651
469	Mütterlein	2000	672	354.00	Dammersfeldrücken	Bayern	3567995	5586550
470	Mütterlein	2000	341	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3555752	5591348
471	Mütterlein	2000	341	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3555690	5591358
472	Mütterlein	2000	341	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3555642	5591291
473	Mütterlein	2000	340	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3555529	5591300
474	Mütterlein	2000	338	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3555395	5591274
475	Mütterlein	2000	350	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3555261	5591336
476	Mütterlein	2000	350	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3555216	5591324
477	Mütterlein	2000	334	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3554496	5592212
478	Mütterlein	2000	322	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3554259	5592202
479	Mütterlein	2000	320	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3554192	5592281
480	Mütterlein	2000	318	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3554146	5592466
481	Mütterlein	2000	316	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3554019	5592748
482	Mütterlein	2000	314	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3553778	5592954
483	Mütterlein	2000	312	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3553639	5593059
484	Mütterlein	2000	334	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3555218	5594049
485	Mütterlein	2000	335	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3555329	5594053
486	Mütterlein	2000	338	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3555483	5594105
487	Mütterlein	2000	335	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3555221	5594127
488	Mütterlein	2000	388	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3558839	5595038
489	Mütterlein	2000	387	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3558793	5594977
490	Mütterlein	2000	386	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3558647	5594926
491	Mütterlein	2000	386	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3558516	5594882
492	Mütterlein	2000	352	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Bayern	3553715	5587059
493	Mütterlein	2000	353	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Bayern	3553695	5586990
494	Mütterlein	2000	354	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Bayern	3553677	5586880
495	Mütterlein	2000	524	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3572108	5598363
496	Mütterlein	2000	536	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3572241	5598186
497	Mütterlein	2000	526	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3572241	5598476
498	Mütterlein	2000	522	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3572233	5598597
499	Mütterlein	2000	523	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3572158	5598548
500	Mütterlein	2000	467	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3571883	5601792
501	Mütterlein	2000	467	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3571838	5601697
502	Mütterlein	2000	469	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3571909	5601676
503	Mütterlein	2000	444	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3571293	5603273
504	Mütterlein	2000	443	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3571284	5603347

lfd. Nr.	Autor	Jahr	m ü.NN	Naturraum-Nr.	Naturraum	Land	Rechts-Wert	Hoch-Wert
505	Mütterlein	2000	442	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3571257	5603421
506	Mütterlein	2000	439	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3571227	5603582
507	Mütterlein	2000	438	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3571213	5603653
508	Mütterlein	2000	365	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3571674	5610427
509	Mütterlein	2000	365	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3571636	5610388
510	Mütterlein	2000	369	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3562010	5599349
511	Mütterlein	2000	366	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3571569	5610405
512	Mütterlein	2000	655	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3562010	5599428
513	Mütterlein	2000	646	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561895	5599342
514	Mütterlein	2000	657	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561905	5599441
515	Mütterlein	2000	678	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3562401	5599488
516	Mütterlein	2000	681	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3562464	5599517
517	Mütterlein	2000	712	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3564399	5598645
518	Mütterlein	2000	720	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3564462	5598614
519	Mütterlein	2000	746	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3564589	5598539
520	Mütterlein	2000	765	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3564723	5598479
521	Mütterlein	2000	615	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566175	5598941
522	Mütterlein	2000	608	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566118	5599038
523	Mütterlein	2000	582	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3569094	5601507
524	Mütterlein	2000	576	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3569161	5601437
525	Mütterlein	2000	440	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3557261	5596520
526	Mütterlein	2000	429	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3557309	5596555
527	Mütterlein	2000	427	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3557356	5596608
528	Mütterlein	2000	462	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3558270	5597853
529	Mütterlein	2000	457	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3557786	5599292
530	Mütterlein	2000	392	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3558061	5599890
531	Mütterlein	2000	394	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3558148	5599805
532	Mütterlein	2000	353	352.1	Fuldaer Becken	Hessen	3555203	5598863
533	Mütterlein	2000	354	352.1	Fuldaer Becken	Hessen	3555127	5598825
534	Lange	1989	420	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3586910	5593510
535	Lange	1990	405	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3586890	5593440
536	Lange	1989	390	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3586680	5593320
537	Lange	1989	365	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3586920	5590500
538	Lange	1996	335	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3588130	5585920
539	Lange	1991	520	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581230	5614400
540	Lange	1991	510	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581150	5614430
541	Lange	1991	460	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581400	5618690
542	Lange	1991	495	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581130	5614840
543	Lange	1991	520	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581100	5614480
544	Lange	1995	505	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3582120	5613870
545	Lange	1991	440	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3579560	5615700
546	Lange	1988	335	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3590820	5592600
547	Lange	1991	520	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3589240	5604300
548	Lange	1991	460	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3590030	5603890
549	Lange	1989	370	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3584700	5591410
550	Lange	1994	380	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Thüringen	3569360	5618590
551	Vollrath	1993	357	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3557075	5590901
552	Lange	1987	455	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3556960	5596620
553	Lange	1996	325	355.310	Hünfelder Becken	Hessen	3555810	5614570
554	Lange	1992	560	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581350	5606130
555	Lange	1993	685	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565400	5599370
556	Lange	1996	650	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565800	5596920
557	Lange	1995	710	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566340	5588820
558	Lange	1991	375	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3580270	5618660
559	Lange	1986	370	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3560750	5611260
560	Lange	1991	640	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3565210	5593120
561	Lange	1991	645	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3565280	5593190
562	Lange	1991	660	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3565370	5593160
563	Lange	1993	755	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565250	5594340
564	Lange	1996	340	140.20	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3584140	5587480
565	Lange	1988	370	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3582660	5589400
566	Lange	1988	260	140.23	Neustädter Becken	Bayern	3588420	5579180
567	Lange	1988	260	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3590860	5580850
568	Lange	1989	280	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3589820	5580980
569	Lange	1988	280	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3587530	5579450
570	Lange	1988	430	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3585610	5588500
571	Lange	1987	390	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3584910	5589020
572	Lange	1996	320	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3588100	5585950
573	Lange	1991	445	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3584130	5589590
574	Lange	1988	445	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3580600	5590420
575	Lange	1987	480	354.12	Ostabfall der Langen Rhön	Bayern	3576100	5587340
576	Lange	1987	455	354.12	Ostabfall der Langen Rhön	Bayern	3578670	5589430
577	Lange	1991	500	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3574820	5609620
578	Lange	1988	275	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3590290	5583200
579	Lange	1996	695	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3569660	5598460
580	Lange	1993	700	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565000	5594220
581	Lange	1989	695	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3569840	5583740
582	Lange	1989	780	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3568960	5584560

lfd. Nr.	Autor	Jahr	m ü.NN	Naturraum-Nr.	Naturraum	Land	Rechts-Wert	Hoch-Wert
583	Lange	1991	540	354.12	Ostabfall der Langen Rhön	Bayern	3578150	5589960
584	Lange	1995	770	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3567880	5585080
585	Lange	1995	750	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3568030	5585250
586	Lange	1989	700	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3569110	5585230
587	Lange	1995	500	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3586700	5614280
588	Lange	1991	560	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3575900	5608500
589	Lange	1991	635	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3576400	5609000
590	Lange	1987	510	354.12	Ostabfall der Langen Rhön	Bayern	3576210	5587490
591	Lange	1996	470	354.12	Ostabfall der Langen Rhön	Bayern	3576130	5587310
592	Lange	1996	460	354.12	Ostabfall der Langen Rhön	Bayern	3576200	5587300
593	Lange	1996	520	354.12	Ostabfall der Langen Rhön	Bayern	3576140	5587410
594	Lange	1988	290	140.23	Neustädter Becken	Bayern	3589090	5579480
595	Lange	1988	315	140.23	Neustädter Becken	Bayern	3587930	5579080
596	Lange	1988	285	140.23	Neustädter Becken	Bayern	3588210	5579160
597	Lange	1988	296	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3587560	5579500
598	Lange	1996	380	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3584210	5587540
599	Lange	1988	445	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3580640	5590380
600	Lange	1990	355	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3586380	5585190
601	Lange	1988	300	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3590470	5583230
602	Lange	1988	295	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3590570	5583550
603	Lange	1988	280	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3589900	5584890
604	Lange	1994	360	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3593750	5593130
605	Lange	1995	355	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3587390	5586680
606	Lange	1995	300	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3589320	5585080
607	Lange	1991	540	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3589280	5604350
608	Lange	1992	555	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3580110	5608420
609	Lange	1992	460	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581980	5609850
610	Lange	1995	545	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3591570	5606420
611	Lange	1992	545	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3584580	5611950
612	Lange	1990	350	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3583980	5595210
613	Lange	1989	370	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3584780	5591500
614	Lange	1992	485	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581950	5607040
615	Lange	1991	460	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3583760	5604610
616	Lange	1992	500	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581100	5606440
617	Lange	1990	350	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3584140	5595040
618	Lange	1989	295	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3589880	5580950
619	Lange	1988	270	140.23	Neustädter Becken	Bayern	3588380	5579200
620	Lange	1989	355	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3585060	5591660
621	Lange	1989	360	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3583860	5589020
622	Lange	1992	310	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3587630	5583740
623	Lange	1990	355	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3583960	5595270
624	Lange	1988	425	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3583810	5589870
625	Lange	1988	250	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3590840	5580820
626	Lange	1988	301	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3590580	5580920
627	Lange	1988	275	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3590140	5583300
628	Lange	1988	280	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3589830	5584840
629	Lange	1989	355	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3584820	5591440
630	Lange	1995	530	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3591660	5606480
631	Lange	1995	550	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3578220	5609180
632	Lange	1990	375	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3580270	5618660
633	Lange	1995	550	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3586610	5607580
634	Lange	1992	535	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581620	5604920
635	Lange	1995	690	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566300	5588880
636	Lange	1995	759	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565070	5594000
637	Lange	1995	740	354.00	Dammersfeldrücken	Bayern	3566990	5586470
638	Lange	1989	360	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3584910	5591520
639	Lange	1992	560	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3583620	5610040
640	Lange	1995	700	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566330	5588850
641	Lange	1993	690	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565340	5599320
642	Lange	1996	650	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565770	5596870
643	Lange	1996	470	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3557880	5598780
644	Lange	1996	470	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3558960	5599900
645	Lange	1995	425	359.0	Stadtlengfelder Hügelland	Thüringen	3586870	5618620
646	Lange	1988	300	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3590420	5583570
647	Lange	1988	410	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3560500	5613770
648	Lange	1993	535	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3585840	5608110
649	Lange	1992	570	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3579500	5606290
650	Lange	1991	540	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3575040	5609620
651	Lange	1991	625	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3576270	5608940
652	Lange	1994	560	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3582160	5601020
653	Lange	1993	530	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3585870	5607830
654	Lange	1991	500	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3589170	5604240
655	Lange	1991	385	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3580320	5618690
656	Lange	1991	470	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3579930	5615260
657	Lange	1994	435	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3557130	5597060
658	Lange	1991	500	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581300	5614280
659	Lange	1988	420	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3559080	5612700
660	Lange	1992	500	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3575430	5608840

lfd. Nr.	Autor	Jahr	m ü.NN	Naturraum-Nr.	Naturraum	Land	Rechts-Wert	Hoch-Wert
661	Lange	1988	410	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3560300	5613980
662	Lange	1991	480	354.12	Ostabbfall der Langen Rhön	Bayern	3578720	5590000
663	Lange	1993	370	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3560830	5611330
664	Lange	1992	500	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3591010	5606320
665	Lange	1989	395	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3582830	5590280
666	Lange	1991	450	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581340	5618500
667	Lange	1992	520	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3590720	5604500
668	Lange	1992	530	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3583120	5610110
669	Lange	1991	530	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3582440	5604240
670	Lange	1992	460	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581380	5612140
671	Lange	1991	460	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3583820	5604600
672	Lange	1988	400	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561740	5612990
673	Lange	1992	500	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3590590	5604610
674	Lange	1992	510	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3584300	5610910
675	Lange	1992	575	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3583650	5610000
676	Lange	1990	405	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3583000	5589860
677	Lange	1991	530	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3575660	5608830
678	Lange	1992	520	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581240	5604720
679	Lange	1988	295	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3589840	5585050
680	Lange	1988	370	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3584880	5588360
681	Lange	1991	450	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3584290	5589540
682	Lange	1990	315	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3587840	5583840
683	Lange	1989	375	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3586980	5590260
684	Lange	1989	375	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3583970	5588940
685	Lange	1989	395	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3587070	5593430
686	Lange	1989	256	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3589900	5581690
687	Lange	1991	540	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3574880	5609760
688	Lange	1991	525	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581320	5614380
689	Lange	1989	345	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3556310	5616140
690	Lange	1987	415	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3559680	5605340
691	Lange	1989	310	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3556260	5616120
692	Lange	1986	435	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3560160	5612540
693	Lange	1996	460	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3572870	5613160
694	Lange	1986	425	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3560490	5612750
695	Lange	1986	395	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3558600	5604980
696	Lange	1989	315	355.310	Hünfelder Becken	Hessen	3555750	5615740
697	Lange	1988	410	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3560280	5614000
698	Lange	1988	310	352.1	Fuldaer Becken	Hessen	3550240	5599720
699	Lange	1989	290	355.310	Hünfelder Becken	Hessen	3555440	5616590
700	Lange	1989	330	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3556280	5616120
701	Lange	1988	390	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561650	5612980
702	Lange	1986	475	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561800	5611760
703	Lange	1988	310	352.1	Fuldaer Becken	Hessen	3550300	5599690
704	Lange	1997	650	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563840	5602860
705	Lange	1988	295	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3589840	5584970
706	Lange	1988	298	140.23	Neustädter Becken	Bayern	3589030	5579510
707	Lange	1988	320	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3591100	5582940
708	Lange	1988	292	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3591140	5582820
709	Lange	1988	355	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3586960	5587170
710	Lange	1988	365	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3584830	5588300
711	Lange	1988	445	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3580530	5590470
712	Lange	1991	520	354.12	Ostabbfall der Langen Rhön	Bayern	3578360	5590010
713	Lange	1988	375	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3582740	5589410
714	Lange	1990	410	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3583080	5589810
715	Lange	1995	530	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3591660	5606520
716	Lange	1995	550	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3578220	5609230
717	Lange	1992	515	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581410	5604580
718	Lange	1992	560	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581680	5605040
719	Lange	1994	370	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Thüringen	3569460	5618580
720	Lange	1986	365	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3560750	5611250
721	Lange	1987	420	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3568450	5613680
722	Lange	1987	545	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3558850	5596770
723	Lange	1988	370	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3556430	5615720
724	Lange	1986	365	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3560900	5611240
725	Lange	1996	700	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3569620	5598380
726	Lange	1989	410	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3560330	5613890
727	Lange	1989	310	355.310	Hünfelder Becken	Hessen	3555700	5615690
728	Lange	1995	694	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566320	5588920
729	Lange	1996	450	353.24	Östliche Kuppenrhön	Hessen	3572860	5613450
730	Lange	1996	650	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565740	5596890
731	Lange	1989	285	355.310	Hünfelder Becken	Hessen	3555320	5616660
732	Lange	1987	425	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3559870	5605250
733	Lange	1996	440	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3572680	5613380
734	Lange	1989	285	355.310	Hünfelder Becken	Hessen	3555400	5616700
735	Lange	1987	420	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3558700	5612280
736	Lange	1989	380	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3587190	5593460
737	Lange	1987	510	354.12	Ostabbfall der Langen Rhön	Bayern	3578420	5589840
738	Lange	1987	460	354.12	Ostabbfall der Langen Rhön	Bayern	3578500	5589560

lfd. Nr.	Autor	Jahr	m ü.NN	Naturraum-Nr.	Naturraum	Land	Rechts-Wert	Hoch-Wert
739	Lange	1988	290	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3590760	5582940
740	Lange	1988	315	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3588610	5579470
741	Lange	1988	420	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3585650	5588500
742	Lange	1991	390	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3580340	5618680
743	Lange	1991	460	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3579800	5615260
744	Lange	1991	355	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3579860	5615160
745	Lange	1993	570	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3585940	5608580
746	Lange	1995	480	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3587160	5614070
747	Lange	1992	460	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581400	5612180
748	Lange	1995	440	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3584170	5618670
749	Lange	1988	295	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3590040	5585130
750	Lange	1988	275	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3589860	5584820
751	Lange	1988	310	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3587620	5583720
752	Lange	1988	295	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3590280	5580820
753	Lange	1990	310	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3587760	5583740
754	Lange	1989	405	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3587080	5593480
755	Lange	1989	385	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3587120	5593360
756	Lange	1989	415	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3587080	5593530
757	Lange	1989	335	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3590850	5583700
758	Lange	1988	370	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3590800	5592940
759	Lange	1988	295	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3589770	5584920
760	Lange	1988	320	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3590840	5583250
761	Lange	1989	285	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3589850	5580940
762	Lange	1988	295	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3590200	5580780
763	Lange	1988	300	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3587430	5579560
764	Lange	1988	305	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3587650	5583680
765	Lange	1990	355	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3586460	5585240
766	Lange	1989	400	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3587150	5593510
767	Lange	1988	290	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3590280	5583260
768	Lange	1995	330	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3588110	5585930
769	Lange	1987	410	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3584960	5589050
770	Lange	1988	275	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3590490	5582840
771	Lange	1994	355	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3593770	5593100
772	Lange	1988	290	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3588410	5579250
773	Lange	1988	294	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3588610	5579390
774	Lange	1989	365	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3584860	5591520
775	Lange	1989	263	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3589860	5581670
776	Lange	1989	360	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3587060	5590510
777	Lange	1988	280	140.23	Neustädter Becken	Bayern	3589150	5579440
778	Lange	1988	295	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3589890	5585020
779	Lange	1988	280	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3590490	5583530
780	Lange	1993	445	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3592920	5602000
781	Lange	1995	450	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3593100	5604820
782	Lange	1991	460	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3591600	5601740
783	Lange	1993	430	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3592750	5602260
784	Lange	1993	445	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3560240	5612660
785	Lange	1993	370	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3560830	5611340
786	Lange	1992	500	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3586610	5604770
787	Lange	1992	500	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3586790	5604700
788	Lange	1992	540	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3583060	5610160
789	Lange	1989	350	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3586880	5590200
790	Lange	1989	380	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3586960	5590310
791	Lange	1989	395	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3587100	5593420
792	Lange	1989	370	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3587080	5590380
793	Lange	1989	365	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3587070	5590280
794	Lange	1989	375	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3586950	5590840
795	Lange	1992	710	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3569120	5584060
796	Lange	1988	405	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3585630	5588380
797	Lange	1993	760	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565100	5593950
798	Lange	1988	380	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3557140	5615500
799	Lange	1987	380	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3556650	5615720
800	Lange	1992	565	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3579720	5606380
801	Lange	1991	520	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3575670	5608800
802	Lange	1992	490	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581950	5607070
803	Lange	1991	545	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3575760	5608400
804	Lange	1992	560	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581350	5606190
805	Lange	1991	520	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3589320	5604290
806	Lange	1991	475	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3580960	5614420
807	Lange	1992	480	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3586480	5604810
808	Lange	1991	535	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3575080	5609520
809	Lange	1995	435	359.0	Stadtlangsfelder Hügelland	Thüringen	3586800	5618540
810	Lange	1991	420	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3591240	5601600
811	Lange	1995	450	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3584280	5618580
812	Lange	1991	505	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3575530	5609120
813	Lange	1995	495	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3586980	5614120
814	Lange	1992	475	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3583160	5609500
815	Lange	1995	425	359.0	Stadtlangsfelder Hügelland	Thüringen	3586910	5618620
816	Lange	1992	575	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3583630	5609960

lfd. Nr.	Autor	Jahr	m ü.NN	Naturraum-Nr.	Naturraum	Land	Rechts-Wert	Hoch-Wert
817	Lange	1991	525	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3575560	5608700
818	Lange	1991	460	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581380	5618660
819	Lange	1991	500	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581290	5614310
820	Lange	1991	520	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3575700	5608470
821	Lange	1995	430	359.0	Stadtflengsfelder Hügelland	Thüringen	3586680	5618640
822	Lange	1995	540	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3586590	5607620
823	Lange	1991	515	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3574580	5609870
824	Lange	1991	480	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3575390	5608810
825	Lange	1992	550	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3590510	5604740
826	Lange	1992	545	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581340	5605490
827	Lange	1991	480	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3579660	5615460
828	Lange	1992	730	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3568860	5584140
829	Lange	1989	695	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3569330	5583600
830	Lange	1989	710	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3569650	5583770
831	Lange	1987	425	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3568460	5613660
832	Lange	1988	700	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565040	5594330
833	Lange	1991	660	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3565320	5593140
834	Lange	1991	655	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3565380	5593120
835	Lange	1990	390	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3557810	5615510
836	Lange	1991	655	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3565320	5593080
837	Lange	1988	700	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3564890	5594120
838	Lange	1989	425	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3586950	5593600
839	Lange	1988	375	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3582540	5589420
840	Lange	1988	290	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3589840	5584900
842	Lange	1986	370	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3591050	5592900
843	Lange	1988	440	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3585600	5588540
844	Lange	1996	520	354.12	Ostabfall der Langen Rhön	Bayern	3576260	5587600
845	Lange	1990	305	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3587740	5583700
846	Lange	1990	365	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3586340	5585300
847	Lange	1988	320	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3591080	5583000
848	Lange	1988	405	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3585700	5588320
850	Lange	1991	640	353.24	Östliche Kuppenrhön	Hessen	3574290	5607200
851	Lange	1995	550	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3591550	5606340
853	Lange	1987	595	354.12	Ostabfall der Langen Rhön	Bayern	3575400	5587610
855	Lange	1991	495	354.12	Ostabfall der Langen Rhön	Bayern	3578630	5590020
856	Lange	1991	535	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3575820	5608820
857	Lange	1988	370	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3556400	5615760
858	Lange	1988	360	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3591180	5592880
859	Lange	1991	520	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3575610	5608700
860	Lange	1995	720	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3567960	5585040
861	Lange	1995	520	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3586440	5607700
862	Lange	1988	280	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3590630	5583040
863	Lange	1995	540	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3587110	5614040
864	Lange	1989	390	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3587140	5593420
865	Lange	1990	350	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3586500	5585210
866	Lange	1988	294	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3591190	5582800
867	Lange	1992	455	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3585480	5604820
868	Lange	1992	555	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3583380	5610120
869	Lange	1988	310	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3591210	5582830
870	Lange	1991	535	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3582500	5605240
871	Lange	1992	480	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3583920	5609480
872	Lange	1989	325	355.310	Hünfelder Becken	Hessen	3555280	5615700
873	Lange	1989	315	355.310	Hünfelder Becken	Hessen	3555330	5615810
874	Lange	1993	530	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3585830	5607850
875	Lange	1989	315	355.310	Hünfelder Becken	Hessen	3555300	5615780
876	Lange	1991	491	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3575180	5609430
877	Lange	1991	535	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3582350	5605110
878	Lange	1995	490	353.21	Westliche Kuppenrhön	Thüringen	3567900	5612460
879	Lange	1995	490	353.21	Westliche Kuppenrhön	Thüringen	3567900	5612480
880	Lange	1991	515	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3574500	5609920
881	Lange	1992	580	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3579720	5606420
882	Lange	1991	505	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3575520	5609200
883	Lange	1992	520	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3583080	5610080
884	Lange	1995		353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3587040	5614110
885	Lange	1995	540	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3587040	5614110
886	Lange	1996	555	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3580190	5606440
887	Lange	1996	460	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3572810	5613390
888	Lange	1996	460	353.23	Ulstertal zwischen Melperts und Pferdskopf	Hessen	3572900	5613100
889	Lange	1996	280	355.310	Hünfelder Becken	Hessen	3554910	5614050
890	Lange	1988	355	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3590830	5592780
891	Lange	1986	450	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3560120	5612610
892	Lange	1997	650	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563820	5602830
893	Lange	1996	650	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565780	5596900
894	Lange	1993	410	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3559670	5605420
895	Lange	1995	740	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565010	5594080
896	Lange	1996	490	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3559790	5596340
897	Lange	1995	730	354.00	Dammersfeldrücken	Bayern	3567030	5586410
898	Lange	1994	485	353.3	Östliches Rhönvorland	Bayern	3579260	5592540

lfd. Nr.	Autor	Jahr	m ü.NN	Naturraum-Nr.	Naturraum	Land	Rechts-Wert	Hoch-Wert
899	Lange	1995	730	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3564960	5594100
900	Lange	1995	690	354.00	Dammersfeldrücken	Hessen	3566300	5588820
901	Lange	1991	510	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3575770	5608700
902	Lange	1992	540	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581400	5605550
903	Lange	1992	515	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581350	5604480
904	Lange	1994	395	353.21	Westliche Kuppenrhön	Thüringen	3567010	5617280
905	Lange	1997	645	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563860	5602880
906	Lange	1995	460	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3580160	5613600
907	Lange	1994	360	353.21	Westliche Kuppenrhön	Thüringen	3567010	5617620
908	Lange	1987	455	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3568580	5613480
909	Lange	1996	470	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3557890	5598790
910	Lange	1997	660	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563690	5602920
911	Lange	1991	630	353.24	Östliche Kuppenrhön	Hessen	3574320	5607380
912	Lange	1988	410	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3560300	5613950
913	Lange	1989	320	355.310	Hünfelder Becken	Hessen	3555280	5615740
914	Lange	1992	535	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3581500	5604920
915	Lange	1991	430	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3591170	5601370
916	Lange	1992	745	354.02	Kreuzberggruppe	Bayern	3567860	5585190
917	Lange	1994	300	1381.0	Westliches Grabfeld	Bayern	3593540	5589130
918	Lange	1992	715	354.00	Dammersfeldrücken	Bayern	3566940	5586680
919	Lange	1988	385	1382.0	Mellrichstädter Gäu	Bayern	3585010	5588670
920	Philipp	1994	380	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3558148	5605715
921	Philipp	1994	438	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561169	5603657
922	Philipp	1994	330	352.1	Fuldaer Becken	Hessen	3551343	5599078
923	Philipp	1994	325	352.1	Fuldaer Becken	Hessen	3551373	5599123
924	Philipp	1994	450	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3557025	5597457
925	Philipp	1994	323	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3556160	5605001
926	Philipp	1994	460	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3557834	5597703
927	Philipp	1994	496	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3557683	5599007
928	Philipp	1994	370	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3557984	5605316
929	Philipp	1994	340	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3556767	5615406
930	Philipp	1994	360	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3557839	5616317
931	Philipp	1994	457	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3557631	5597677
932	Philipp	1994	457	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3557847	5597677
933	Philipp	1994	420	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3556988	5615475
940	Philipp	1994	460	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3562275	5603015
941	Philipp	1994	460	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3557788	5599102
942	Philipp	1994	461	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3558237	5597143
943	Philipp	1994	390	352.1	Fuldaer Becken	Hessen	3554510	5600036
944	Philipp	1994	460	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3557133	5597192
945	Philipp	1994	600	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3565072	5603916
946	Philipp	1994	600	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3565113	5603855
947	Philipp	1994	480	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3557663	5599099
948	Philipp	1994	480	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3557591	5599040
949	Philipp	1994	600	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564688	5602078
950	Philipp	1994	620	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563943	5602757
951	Philipp	1994	450	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561383	5604955
952	Philipp	1994	362	352.1	Fuldaer Becken	Hessen	3555727	5600903
953	Philipp	1994	360	352.1	Fuldaer Becken	Hessen	3555727	5600864
954	Philipp	1994	437	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3557827	5597038
955	Philipp	1994	445	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561617	5604969
956	Philipp	1994	385	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561247	5604941
957	Philipp	1994	440	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561133	5603543
958	Philipp	1994	323	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3556049	5605021
959	Philipp	1994	658	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561953	5599716
960	Philipp	1994	470	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561022	5603060
961	Philipp	1994	600	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564163	5602348
962	Philipp	1994	457	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561202	5604897
963	Philipp	1994	460	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561225	5604822
964	Philipp	1994	345	352.1	Fuldaer Becken	Hessen	3554458	5603839
965	Philipp	1994	681	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564582	5601183
966	Philipp	1994	443	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561675	5604919
967	Philipp	1994	600	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3565275	5603893
968	Philipp	1994	460	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3562028	5603174
970	Philipp	1994	436	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3557798	5597192
971	Philipp	1994	330	352.1	Fuldaer Becken	Hessen	3555505	5601712
972	Philipp	1994	458	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3562064	5603190
973	Philipp	1994	680	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564591	5601239
974	Philipp	1994	740	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565832	5593564
975	Philipp	1994	438	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561122	5603632
976	Philipp	1994	553	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564582	5603237
977	Philipp	1994	330	352.1	Fuldaer Becken	Hessen	3555446	5601716
978	Philipp	1994	460	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3562220	5603015
979	Philipp	1994	600	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566206	5598701
980	Philipp	1994	462	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561066	5603065
981	Philipp	1994	660	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3564791	5597517
982	Philipp	1994	551	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561572	5601431
983	Philipp	1994	650	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563621	5602812

lfd. Nr.	Autor	Jahr	m ü.NN	Naturraum-Nr.	Naturraum	Land	Rechts-Wert	Hoch-Wert
984	Philipp	1994	600	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566186	5598648
985	Philipp	1994	560	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561675	5601367
986	Philipp	1994	580	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566823	5608723
987	Philipp	1994	810	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565353	5593974
988	Philipp	1994	720	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565033	5594302
989	Philipp	1994	780	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565773	5595165
990	Philipp	1994	770	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565737	5595135
991	Philipp	1994	755	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565665	5595037
992	Philipp	1994	800	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565350	5594112
993	Philipp	1994	650	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565728	5597856
994	Philipp	1994	697	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566170	5597634
995	Philipp	1994	655	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3564646	5597711
996	Philipp	1994	550	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561644	5601495
997	Philipp	1994	600	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564638	5603902
998	Philipp	1994	720	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565788	5593628
999	Philipp	1994	671	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3562125	5599696
1000	Philipp	1994	660	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561975	5599718
1001	Philipp	1994	669	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3564880	5597514
1002	Philipp	1994	830	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566350	5596986
1003	Philipp	1994	760	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565622	5594256
1004	Philipp	1994	699	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564352	5601342
1006	Philipp	1994	650	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565939	5597939
1007	Philipp	1994	695	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566097	5597609
1008	Philipp	1994	576	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561872	5601269
1009	Philipp	1994	697	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564477	5601392
1010	Philipp	1994	600	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564027	5602392
1011	Philipp	1994	750	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565732	5593436
1012	Philipp	1994	576	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561875	5601300
1013	Philipp	1994	700	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567068	5597750
1014	Philipp	1994	705	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567087	5597522
1015	Philipp	1994	760	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567232	5597072
1016	Philipp	1994	670	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564527	5601403
1017	Philipp	1994	701	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564305	5601017
1018	Philipp	1994	600	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566150	5598673
1019	Philipp	1994	640	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565989	5597956
1020	Philipp	1994	580	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566795	5598723
1021	Philipp	1994	577	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566734	5598871
1022	Philipp	1994	605	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564018	5602326
1023	Philipp	1994	570	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566842	5598865
1024	Philipp	1994	700	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567154	5597492
1025	Philipp	1994	660	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3569389	5598412
1026	Philipp	1994	700	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3569644	5598381
1027	Philipp	1994	600	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564494	5603843
1028	Philipp	1994	602	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564510	5603871
1029	Philipp	1994	720	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565858	5593621
1030	Philipp	1994	600	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564544	5603885
1031	Philipp	1994	555	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564549	5603271
1032	Philipp	1994	660	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563996	5602081
1033	Philipp	1994	680	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3564738	5595347
1034	Philipp	1994	840	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565304	5595424
1035	Philipp	1994	830	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565220	5595488
1036	Philipp	1994	820	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566464	5596972
1037	Philipp	1994	810	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565261	5595442
1038	Philipp	1994	830	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566392	5596930
1039	Philipp	1994	330	352.1	Fuldaer Becken	Hessen	3555384	5601676
1040	Philipp	1994	330	352.1	Fuldaer Becken	Hessen	3555318	5601771
1041	Philipp	1994	365	352.1	Fuldaer Becken	Hessen	3555688	5600559
1042	Philipp	1994	347	352.1	Fuldaer Becken	Hessen	3554421	5603871
1043	Philipp	1994	600	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3565216	5603882
1044	Philipp	1994	580	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3564880	5602212
1045	Philipp	1994	370	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3558076	5605712
1047	Philipp	1994	690	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3564847	5597600
1048	Philipp	1994	700	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3564936	5597589
1049	Philipp	1994	750	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3564948	5594077
1050	Philipp	1994	650	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565711	5597842
1051	Philipp	1994	650	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565817	5597942
1052	Philipp	1994	660	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563696	5602729
1053	Philipp	1994	650	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3565789	5603868
1054	Philipp	1994	745	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3564997	5594200
1055	Philipp	1994	390	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566936	5615583
1056	Philipp	1994	750	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565120	5593956
1057	Philipp	1994	650	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563726	5602698
1058	Philipp	1994	660	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563679	5602709
1059	Philipp	1994	645	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563687	5602687
1060	Philipp	1994	658	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563721	5602729
1061	Philipp	1994	620	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563818	5602776
1062	Philipp	1994	650	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563623	5602723
1063	Philipp	1994	445	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3557107	5597644

lfd. Nr.	Autor	Jahr	m ü.NN	Naturraum-Nr.	Naturraum	Land	Rechts-Wert	Hoch-Wert
1064	Philipp	1994	387	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3557003	5615535
1065	Philipp	1994	472	353.1	Vorland der westlichen Kuppenrhön	Hessen	3557215	5597317
1066	Philipp	1994	620	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563924	5602712
1067	Philipp	1994	660	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565800	5597909
1068	Philipp	1994	650	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565861	5597909
1069	Philipp	1994	878	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567825	5595696
1070	Philipp	1994	882	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567856	5595819
1071	Philipp	1994	890	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567385	5595506
1072	Philipp	1994	945	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566467	5596126
1073	Philipp	1994	885	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567830	5595791
1074	Philipp	1994	885	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567838	5595773
1075	Philipp	1994	885	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567810	5595770
1076	Philipp	1994	882	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567812	5595755
1077	Philipp	1994	883	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567795	5595765
1078	Philipp	1994	755	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565617	5594358
1079	Philipp	1994	880	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567861	5595760
1080	Philipp	1994	890	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567782	5595709
1081	Philipp	1994	880	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567812	5595788
1082	Philipp	1994	940	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566676	5596444
1083	Philipp	1994	760	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567073	5597228
1084	Philipp	1994	760	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3567026	5597211
1085	Philipp	1994	670	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3564815	5595583
1086	Philipp	1994	800	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565325	5595593
1087	Philipp	1994	805	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3565940	5595632
1088	Philipp	1994	920	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566132	5596083
1089	Vollrath	1993	358	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3557161	5590962
1090	Vollrath	1993	358	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3557174	5590990
1091	Vollrath	1993	356	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3556904	5590965
1092	Vollrath	1993	355	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3556867	5591056
1093	Vollrath	1993	354	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3556761	5591111
1094	Vollrath	1993	355	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3556828	5591054
1095	Vollrath	1993	355	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3556844	5591092
1096	Vollrath	1993	357	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3556978	5590955
1097	Vollrath	1993	357	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3557060	5590892
1098	Vollrath	1993	358	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3557154	5590946
1099	Vollrath	1993	358	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3557148	5590816
1100	Vollrath	1993	355	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3556919	5590996
1101	Vollrath	1993	358	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3557123	5590841
1102	Vollrath	1993	358	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3557231	5590783
1103	Mütterlein	2001	718	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566658	5597650
1104	Mütterlein	2001	715	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566718	5597669
1105	Mütterlein	2001	693	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566800	5597747
1106	Mütterlein	2001	740	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566664	5597527
1107	Mütterlein	2001	712	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3566294	5597609
1108	Mütterlein	2001	615	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3565212	5604086
1109	Mütterlein	2001	618	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3565172	5604181
1110	Mütterlein	2001	625	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3565129	5604200
1111	Mütterlein	2001	545	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566691	5600504
1112	Mütterlein	2001	765	354.10	Wasserkuppenrhön	Hessen	3569417	5597089
1113	Mütterlein	2001	630	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3588595	5605628
1114	Mütterlein	2001	670	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3588281	5605836
1115	Mütterlein	2001	620	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3588300	5605684
1116	Mütterlein	2001	600	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3588422	5605588
1117	Mütterlein	2001	590	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3588553	5605513
1118	Mütterlein	2001	676	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3590605	5606987
1119	Mütterlein	2001	630	353.24	Östliche Kuppenrhön	Thüringen	3590848	5607257
1120	Mütterlein	2001	471	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3560770	5614033
1121	Mütterlein	2001	454	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3561000	5613998
1122	Mütterlein	2001	470	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566934	5609567
1123	Mütterlein	2001	462	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566848	5609583
1124	Mütterlein	2001	468	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3566955	5609709
1125	Mütterlein	2001	475	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3567039	5609678
1126	Mütterlein	2001	432	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563446	5609212
1127	Mütterlein	2001	448	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563312	5609064
1128	Mütterlein	2001	409	353.21	Westliche Kuppenrhön	Hessen	3563395	5609320