©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Flora,Vegetation und historische Entwicklung der Porphyrkuppenlandschaft zwischen Halle und Wettin (Sachsen-Anhalt)*)

Monika PARTZSCH

Zusammenfassung: PARTZSCH, M. 2007. Flora, Vegetation und historische Entwicklung der Porphyrkuppenlandschaft zwischen Halle und Wettin (Sachsen-Anhalt). – Schlechtendalia **15**: 1–91.

Ein Teil der Porphyrkuppenlandschaft nordwestlich von Halle ist aufgrund der reichen Naturausstattung als FFH-Gebiet ausgewiesen worden. Die Besonderheit des Gebietes ist dadurch begründet, dass in einem über Jahrhunderte stark landwirtschaftlich genutzten Gebiet mehr als 200 Porphyrkuppen eingebettet sind, die sich in ihre Größe und Genese stark unterscheiden. Aufgrund der besonderen klimatischen und edaphischen Verhältnisse kommt es hier zu einer Verzahnung von (sub)mediterranen, (sub)kontinentalen mit subatlantischen sowie weitverbreiteten mitteleuropäischen Arten. Das Hauptverbreitungsgebiet einer Reihe dieser floristischen Elemente befindet sich außerhalb von Mitteleuropa. Die Porphyrhügel sind durch ein Mosaik vieler verschiedenartiger, z.T. recht seltener Vegetationseinheiten gekennzeichnet. So wechseln sich je nach standörtlichen Gegebenheiten Sand- bzw. Porphyr-Pionierfluren (Thymo-Festucetum cinereae), acidophile Zwergstrauchheiden (Euphorbio-Callunetum) und Silikat-Magerrasen (Galio-Agrostidetum (tenuis), Filipendulo vulgaris-Helictotrichetum pratensis), kontinentale Trocken- und Halbtrockenrasen (Festuco valesiacae-Stipetum capillatae, Festuco rupicolae-Brachypodietum pinnati, *Festuca rupicola*-Gesellschaft) mit halbruderalen Halbtrockenrasen (Falcario-Agropyretum repentis, Convolvulo-Agropyretum repentis, *Poa angustifolia*-Gesellschaft), Wiesen (Arrhenatheretum elatioris), Ruderalgesellschaften (Sisymbrio-Atriplicetum oblongifoliae), Gebüsche und höhere Baumbestände ab. Insgesamt konnten 50 Vegetationseinheiten, die in unterschiedlicher Häufigkeit auf den Kuppen auftreten, sowie mehr als 370 Höhere Pflanzenarten dokumentiert werden.

Auf der Basis dieser floristisch-phytozönologischen Daten wurde eine Vielzahl von Analysen durchgeführt: Aufgrund der inselartigen Strukturierung der Landschaft lag es nahe, die Gültigkeit der Inseltheorie von MACARTHUR & WILSON (1967) zu prüfen. Neben einem hohen Isolationsgrad der Kuppen ergab sich eine enge Beziehung zwischen der Zunahme der Artenzahl mit der Flächengröße. Dabei wurde deutlich, dass sowohl bestimmte Artengruppen als auch Pflanzengesellschaften erst auf den größeren und älteren Kuppen siedeln, da diese sich durch eine höhere Heterogenität in den standörtlichen und mikroklimatischen Bedingungen auszeichnen. Während auf den kleinen und jungen Kuppen der Anteil an Ruderalarten bzw. ruderal beeinflusster Vegetation besonders hoch ist, steigt der Anteil von seltenen und gefährdeten Arten bzw. Xerothermgesellschaften mit zunehmender Flächengröße und Genese der Kuppen an. Verschiedene Arten gelten als Eiszeitrelikte und zeigen auch eine enge Bindung an sehr alte Standorte. Deshalb wurde diesen eine Indikatorfunktion für historisch alte Xerothermrasen zugewiesen.

*) Diese Arbeit möchte ich Herrn Prof. Dr. E.-G. Mahn widmen, der die Xerothermrasenvegetation im Mitteldeutschen Trockengebiet erstmals systematisch bearbeitete und meine Untersuchungen immer mit großem wissenschaftlichem Interesse und Ideenreichtum begleitet hat.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Die Einwanderung von fremdländischen Arten in die einheimische Vegetation ist mittlerweile zu einem weltweiten Phänomen geworden. Ursachen liegen im sich ausweitenden Handel und Tourismus, der Zerstörung von Landschaftsräumen, aber auch im gegenwärtigen Klimawechsel. Hieraus ergab sich die Frage, welche Etablierungschancen Adventivpflanzen (Archaeophyten und Neophyten) in den xerothermen Vegetationskomplexen haben. Dabei ist in den letzten vier Jahrzehnten eine Zunahme von Adventivpflanzen festzustellen. Der Grad der Einwanderung fremdländischer Arten ist sowohl von der Struktur der Vegetationsdecke als auch vom Hemerobiegrad bzw. der Naturnähe abhängig. Die Toleranz von zugewanderten Arten ist dabei solange möglich, wie sich die Gesellschaften mit ihren standorttypischen Faktoren im Gleichgewicht befinden.

Ein indirekter Vegetationsvergleich mit dem historischen Datenmaterial aus den 1950er und 1960er Jahren ergab tendenziell eine Zunahme von Ruderalarten, wobei dies von der Struktur der jeweiligen Pflanzengesellschaft abhängig ist. Trotz einiger Verschiebungen im Artenspektrum erweisen sich die Pflanzengesellschaften als relativ stabil. Dies ist vor allem auf die extremen klimatischen und standörtlichen Bedingungen zurückzuführen. Eine große Gefahr hinsichtlich eines Vegetationsumbaus infolge von Sukzession birgt jedoch die seit den 1990er aufgegebene Beweidung.

Ein direkter Vegetationsvergleich auf den kleinflächigen Porphyrkuppen (< 500m²) innerhalb von 8 Jahren ergab eine hohe Dynamik. Zum einen mangelt es an einer entsprechenden Nischen- bzw. Habitatdifferenzierung, zum anderen spielen die Einflüsse aus dem Umland eine entscheidende Rolle. Aufgrund des Fehlens von Pufferzonen ist der sog. “edge”-Effekt stärker wirksam, und Artenzahl sowie Gesellschaftsaufbau unterliegen einer weitaus größeren Zufälligkeit.

Durch die Anwendung moderner multivariater Methoden (Clusteranlayse, Korrespondenzanalyse) konnten die Ergebnisse früherer Analysen weitgehend bestätigt werden.

Die Untersuchungen zum Aufbau der Diasporenbanken ergaben folgende Ergebnisse: Sowohl die Anzahl der aus der Diasporenbank auflaufenden Keimlinge als auch die Artenzahl variierten zwischen den Gesellschaften stark und stiegen mit zunehmendem Hemerobiegrad deutlich an. Der Vergleich der im Boden tatsächlich enthaltenen Diasporen lag dabei deutlich höher. Die Zusammensetzung der Diasporenbank ist von saisonalen Rhythmen abhängig. Der Vergleich zwischen Diasporenbank und Zusammensetzung der aktuellen Vegetation ergab nur geringe Übereinstimmungen (zwischen ca. 20 bis 40 %). Die Samenbanken werden in der Hauptsache von Arten mit einem langlebigen Diasporenbanktyp aufgebaut, während sich zahlreiche Xerothermrasenarten durch kurzlebige Diasporen auszeichnen. In den Samenbanken der Gesellschaften nimmt der Anteil der Arten mit transientem Diasporenbanktyp mit steigendem Hemerobiegrad ab, wohingegen der Anteil mit long-term persistenten Diasporenbanktyp steigt. Das reproduktive Potential der Diasporenbanken von Xerothermrasen ist mit zunehmender Naturnähe als gering einzuschätzen, wobei die Diasporenbanken von Beständen auf historisch alten Standorten artenärmer sind als die von Gesellschaften auf jüngeren Standorten. Die Erneuerung bzw. Wiederherstellung von artenreichen Xerothermrasen sind deshalb ein schwieriger und langwieriger Prozess und sollten bei der Konzeption eines Pflegemanagements entsprechend berücksichtigt werden.

Abstract: PARTZSCH, M. 2007: Flora, vegetation and history of the porphyry landscape between Halle and Wettin (Saxony-Anhalt, Germany). – Schlechtendalia **15**: 1–91.

The landscape of the porphyry outcrops in the lower valley of the river Saale near Halle is a part of a Fauna-Flora-Habitat area due to its rich biotic inventory. The peculiarity of this area is the more than 200 porphyry outcrops which are embedded in an intensively used as well as at present partly unused landscape. The outcrops are differing in size and time of their origin. Geobotanically, the vegetation is characterized by an overlapping of (sub) continental, (sub)mediterranen, subaltlantic, as well as widespread Central-European species. The main areas of the occurrence of these floristic elements and their characteristic vegetation types are situated outside of central Germany. They represent outposts of an extrazonal vegetation in our region. The vegetation of the porphyry outcrops forms a mosaic of strongly contrasting units. Depending on edaphically and climatic conditions there is a change of sand and porphyry pioneer communities (Thymo-Festucetum cinereae), acidophilic dwarf-shrub heaths (Euphorbio-Callunetum), silicate grasslands (Galio-Agrostidetum (tenuis), Filipendulo vulgaris-

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Helictotrichetum pratensis), continental dry and semi-dry grasslands (Festuco valesiacae-Stipetum capillatae, Festuco rupicolae-Brachypodietum pinnati, *Festuca rupicola*-community), half ruderal grasslands (Falcario-Agropyretum repentis, Convolvulo-Agropyretum repentis, *Poa angustifolia*-community), meadows (Arrhenatheretum elatioris), ruderal communities (Sisymbrio-Atriplicetum oblongifoliae), shrubs and tree stands. Altogether we found 50 plant communities and more then 370 plant species on the porphyry outcrops.

On the base of our floristical and phytosociogical data set we made different analyses: The island like structure of the landscape allows to check the validity of the island theory of MACARTHUR & WILSON (1967). It shows that the outcrops have a high degree of isolation as well as a strong relationship between area size and number of species and communities. The rare and endangered species and plant communities grow mostly on the older and large outcrops, because there is a higher heterogeneity of edaphic and microclimatic conditions. However, on the smaller and younger outcrops the amount of ruderal species and communities is very high. There is a high number of valuable plants and xerothermic communities on the larger and older outcrops. A lot of these plants belong to the relict species of the ice age, thus one can find species which have an indicator value for historical old xerothermic grasslands.

The invasion of alien plant species into the natural vegetation is a worldwide phenomenon today. Reasons therefore are expanding world trade, tourism, destruction of the landscape as well as the global climatic change. It was interesting for us to find out which establishment chance do these adventive plants have (archaeophytes and neophytes) in the semi-natural grassland vegetation. The number of adventive plants increased within the last four decades. The degree of the invasion of alien plants depends on the structure of the vegetation cover as well as the degree of hemeroby or naturalness of the plant communities. The tolerance against invasive plants is as long as the communities are in equilibrium with the determining abiotic and biotic factors of the location.

An indirect comparison of the vegetation with historical releveés from 1950 und 1960 shows an increase of the ruderal species, which is also depending on the vegetation structure of the different communities. Despite of some change of the spectra of plant species, the xerothermic communities are very stable. The reasons therefore are the extreme climatic and edaphic conditions. The end of land use by sheep grazing at the beginning of the 1990ies causes a high danger with respect to a total change of the vegetation structure as a consequence of succession processes.

A direct comparison of the vegetation cover on the small porphyry outcrops (< 500m²) within 8 years shows a very high dynamic. The lack of habitat differentiation and the influence of the surrounding agrarian land play a very important role. Buffer zones are missing and thus the edge-effects have a very strong influence. The numbers of species as well as the change within the plant communities are strongly influenced by stochastic effects.

We validated the results of our earlier findings by means of modern multivariate methods (cluster analyse, correspondence analyse).

The investigation of the seed banks of the different plant communities show the following results: Both the number of species and the number of seedlings strongly varied between the plant communities and gained with higher degree of hemeroby. The seed banks showed a seasonal rhythm. The similarity between the seed bank and the vegetation cover is low (20 to 40 %). Species which are characterized by a long-term persistent seed bank are most common in the seed bank whereas most of the xerothermic species are characterized by a transient seed bank. The number of species with transient seed bank type decreased in the communities with increasing degree of hemeroby, and the species with long-term persistent seed bank type gained. The reproductive potential of the seed banks of xerothermic vegetation with a higher degree of nativeness was low, and the seed bank of grassland communities on historically old sites was species-poor. The renewal and the re-establishment of the species-rich xerothermic plant communities are a long-term and difficult process on which should be paid more attention in management practice.

Key words: Dry and semi-dry grasslands, island theory, species-area-relation, adventive plants, establishment, succession, dynamic, seed bank, ordination, FFH-region, management, history.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung
2. Untersuchungsgebiet
2.1. Lage und Klima
2.2. Geologie
2.3. Nutzungsgeschichte
2.4. Historische Besonderheiten der Stadt Wettin
3. Floristisches Inventar der Porphyrkuppen
4. Phytozönologisches Inventar der Porphyrkuppen
4.1. Synsystematische Übersicht über die wichtigsten Pflanzengesellschaften
4.2. Beschreibung der wichtigsten Pflanzengesellschaften
5. Gültigkeit der Inseltheorie
6. Differenzierung des floristischen Inventars in Abhängigkeit von der Flächengröße und Genese der Porphyrkuppen
7. Differenzierung des Vegetationsmosaiks in Abhängigkeit von der Flächengröße und Genese der Porphyrkuppen
8. Etablierungschancen von Adventivpflanzen
9. Vegetationsentwicklung in den letzten vier Jahrzehnten
10. Vegetationsentwicklung auf kleinen Kuppen innerhalb von 8 Jahren
11. Ordination
12. Zusammensetzung der Diasporenbanken
13. Naturschutzfachliche Bewertung des Gebietes
14. Maßnahmen zur Erhaltung
15. Danksagung
16. Literatur
17. Anhang: Listen der Gefäßpflanzen und Pflanzengesellschaften

1. Einführung

Das Bild der vorwiegend agrarisch genutzten Landschaft des Saaletals nordwestlich von Halle ist geprägt durch eine Vielzahl sich mehr oder weniger deutlich über die plateauförmige Umgebung erhebender Porphyrkuppen, die durch unterschiedliche Größe und Genese gekennzeichnet sind. Aufgrund der Besonderheit von Flora und Vegetation bezeichnet MEUSEL (1940) diese Standorte als „pontische Hügel". Eine intensive wissenschaftliche Bearbeitung erfolgte vor allem durch MAHN (1957, 1965, 1985) und SCHUBERT (1960). Im Rahmen des Forschungsverbundprojektes „Bedeutung von Fragmentierung, Flächengröße und Biotopqualität für das Überleben von Tier- und Pflanzenpopulationen in der Kulturlandschaft am Beispiel von Trockenstandorten" wurde erneut eine floristisch-phytozönologische Bearbeitung von PARTZSCH & KRUMBIEGEL (1996a, b, c) vorgenommen. Die Ergebnisse der Untersuchungen zur Auswirkung dieser Mechanismen auf Populationen verschiedener Tier- und Pflanzenarten sind in den Übersichten von SETTELE et al. (1996), KUHN et al. (1998) und AMLER et al. (1999) dargestellt, wobei hier auch eine Vielzahl von Ergebnissen aus unserem Untersuchungsgebiet eingeflossen sind. In Auswertung der von uns erhobenen floristisch-phytozönologischen Daten sowie weiterführender

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

vegetationsökologischer Untersuchungen entstand eine Vielzahl von Publikationen, deren wichtigste Ergebnisse in dieser Übersicht zur Flora und Vegetation des Gebietes zusammenfassend dargestellt werden.

2. Untersuchungsgebiet

2. 1. Lage und Klima

Das Untersuchungsgebiet (UG) als Teil der kollinen Landschaft des Saaletals nordwestlich von Halle (Saale) ist dem östlichen Harzvorland zuzuordnen, welches aufgrund seiner Regenschattenlage des Harzes eine klimatische Sonderstellung aufweist (Abb.1). Hinsichtlich der Landschaftsgliederung von Sachsen-Anhalt (LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT 2000) schließt es das Untere Saaletal und an-

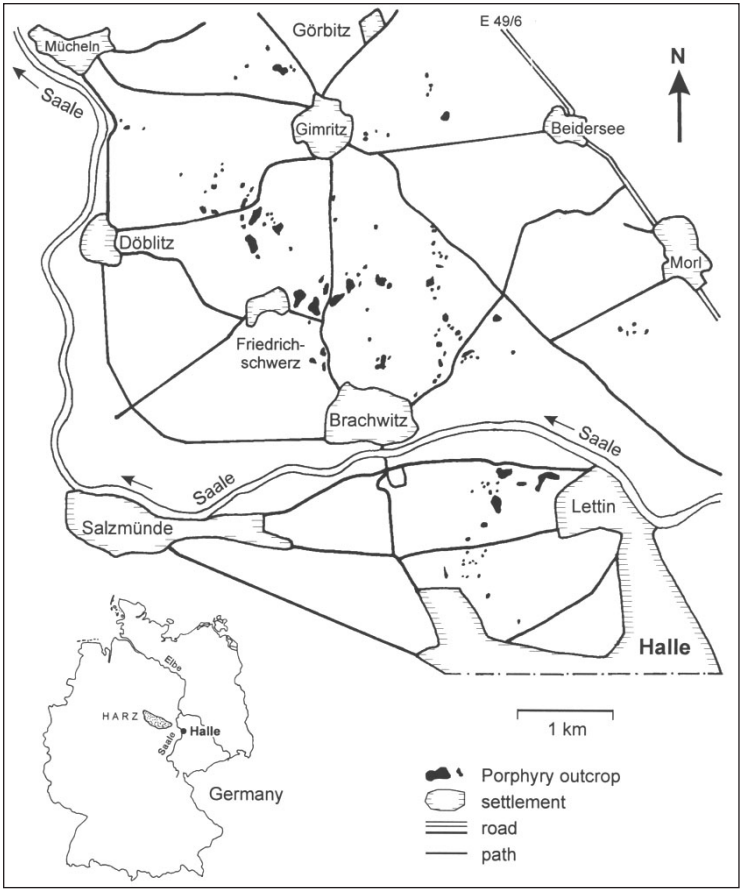


Abb. 1: Porphyrkuppenlandschaft nordwestlich von Halle/S., Sachsen-Anhalt, Deutschland.
Fig. 1: Location of the study region in the northern surroundings of Halle, Saxony-Anhalt, Germany.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

grenzende Gebiete der Köthener Ackerebene im Osten und des Östlichen Harzvorlandes im Westen ein. Das hier wirkende kontinental getönte Klima des Mitteldeutschen Trockengebietes zeichnet sich durch eine jährliche Niederschlagsmenge zwischen 450 und 550 mm (im Mittel: 473,3 mm) aus. Damit zählt der Raum um Halle zu den trockensten Regionen Deutschlands.

Die Jahresmitteltemperatur liegt zwischen 8,5 und 9,5 °C (im Mittel: 9,2 °C). Die tiefsten Temperaturen werden im Januar mit durchschnittlich 0 °C und die höchsten im Juli mit 18 °C erreicht (Abb. 2). Im Sommer treten zum Teil längere Trockenzeiten auf, die den Charakter von Dürrezeiten (mittlere monatliche Niederschläge geringer als das Zweifache der monatlichen Temperaturmittel) annehmen können. Frosttage traten im Zeitraum von 1965 bis 1994 z. T. noch im Mai bzw. bereits im September auf. Insgesamt waren nur vier Monate absolut frostfrei (Abb. 3)(DÖRING 1996).

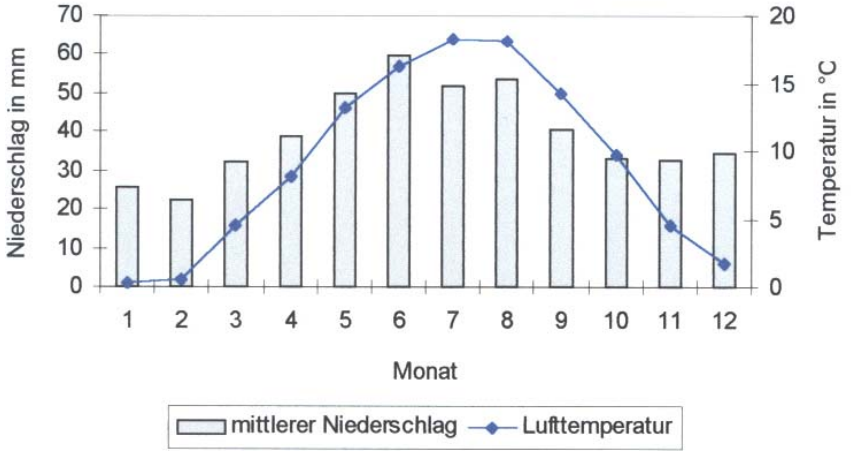


Abb. 2: Mittlere Lufttemperaturen und Niederschlagsmengen von der Klimastadion Halle-Zöberitz im 30-jährigen Mittel (1965-1994).
Fig. 2: Average air temperature and precipitation from the climatic station of Halle-Zöberitz between 1965 and 1994.

Das Minimum der relativen Luftfeuchtigkeit liegt in den Frühsommer- und Sommermonaten. Das Jahresmittel von 78% ist ähnlich der jährlichen Niederschlagsmenge sehr niedrig. Im Gegensatz dazu liegt das Maximum der Sonnenscheindauer im Frühsommer und Sommer und ist mit einem 30-jährigen Mittel von 1490,3 h im Vergleich zu anderen Regionen Deutschlands überdurchschnittlich hoch.

Das UG (Abb. 1) besitzt eine SO-NW-Ausdehnung von etwa 10 km und befindet sich zwischen 51°31' bis 51°35' nördlicher Breite und 11°50' bis 11°56' östlicher Länge. Das Gebiet liegt in einer Höhe zwischen 75 und 135 m ü. NN.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

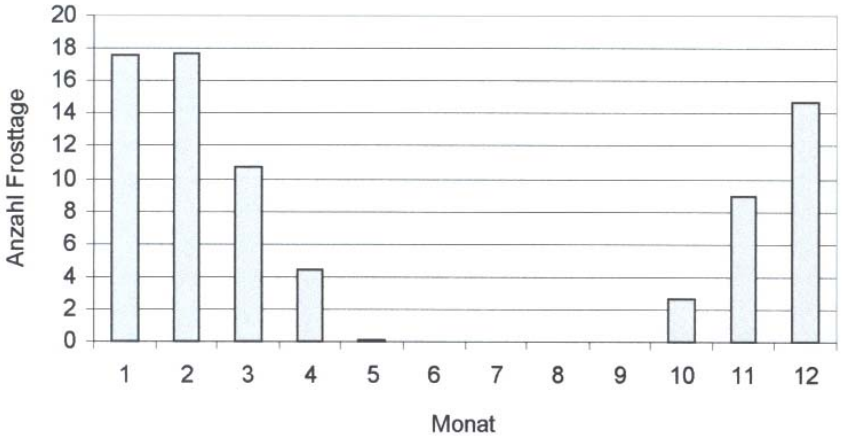


Abb. 3: Zahl der Frosttage an der Klimastadion Halle-Zöberitz im 30-jährigen Mittel (1965-1994).
Fig. 3: Number of frost days from the climatic station Halle-Zöberitz between 1965 and 1994.

2.2. Geologie

Die Entstehungszeit der Porphyrkuppenlandschaft reicht erdgeschichtlich weit, bis vor ca. 300 Millionen Jahre, zurück. Infolge von Vulkanausbrüchen zur Zeit des Oberkarbons und des Rotliegenden gelangten vorwiegend saure (Porphyre oder Rhyolite) und basische Vulkanite (Porphyrite oder Andesite) an die Erdoberfläche, wonach durch Faltungen die Hallesche Mulde entstanden ist (PICARD & KRAISS 1922). Die unterrotliegenden Porphyre des Halleschen Porphyrkomplexes werden in die Unteren (Älteren) und Oberen (Jüngeren) Porphyre untergliedert (Abb. 4). Daneben existieren aber auch Porphyrgesteine, die sich nicht entsprechend zuordnen lassen. Der Untere Porphyr entstand durch das Erstarren der zähflüssigen Laven in geringer Tiefe unter der Erdoberfläche und besitzt infolge der langsameren Abkühlung große Feldspat- und Quarzeinsprenglinge. Durch das rasche Erstarren der Laven, die durch breite Spalten an die Erdoberfläche gelangten und sich über die unterpermische Landschaft ergossen, bildete sich das kleinkristalline Gestein des Oberen Porphyrs (WAGENBRETH & STEINER 1982, EXNER & SCHWAB 2000).

Nach der Abtragung und Einebnung wurde das Molassestockwerk (Molasse sind terrestrische, limnisch-fluviatile Sedimente, die aus dem Abtragungsschutt des variszischen Gebirges bestehen) schließlich vom Zechsteinmeer überflutet. Damit begann die Ausscheidung der Salzfolgen (Salinar) des Zechsteins.

In der Trias und im Tertiär (vor ca. 70 Millionen Jahren) schufen weitere Krustenbewegungen westwärts die Mansfelder Mulde, die durch Buntsandstein- und Zechsteinablaberungen sowie Muschelkalk gekennzeichnet ist (SCHWAB & VORTHMANN 1979) und deren Ausläufer unser Gebiet randlich berühren. In der Kreidezeit und im Tertiär erfolgte die Abtragung und teilweise Einebnung des zusammen mit der Halle-Hettstedter-Gebirgsbrücke gehobenen Halleschen

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

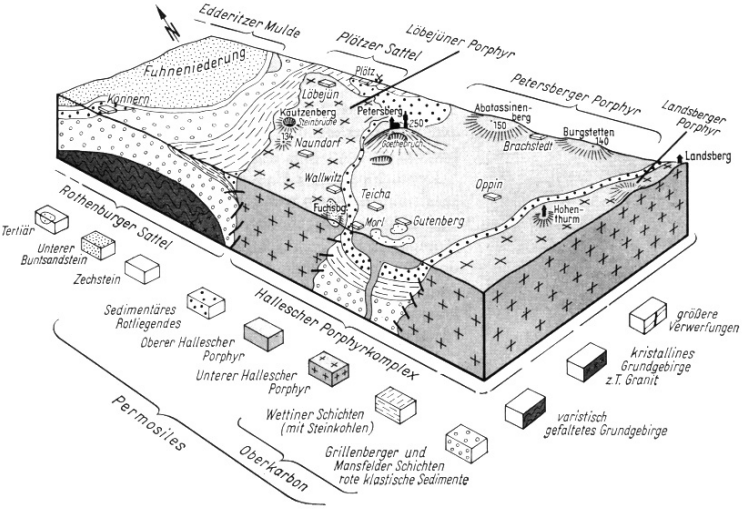


Abb. 4: Geologische Karte der Umgebung von Halle (WAGENBRETH & STEINER 1982).
Fig. 4: Geological map of the surroundings of Halle (WAGENBRETH & STEINER 1982).

Porphyrkomplexes durch Verwitterung. Infolge des damals feuchtwarmen Klimas vollzog sich eine Kaolinisierung der stark feldspalthaltigen Quarzporphyre, die allerdings lokal sehr unterschiedlich die Festigkeit des Gesteins verringerte. Das Kaolin wird noch heute abgebaut; bis 1990 wurde es in Lettin zu technischem und Gebrauchsporzellan verarbeitet.

Während der letzten Eiszeit waren weite Gebiete nördlich des Hallenschen Raumes vergletschert, wobei einige Erhebungen als so genannte Nunataker herausgeragt haben können (KRUMBIEGEL & SCHWAB 1974 a, b). Das pleistozäne Eis räumte die mürben Massen aus, und nur festes Gestein wurde als Kuppen herauspräpariert. Gletscherschliffe an Ochsenberg und Galgenberg in Halle zeugen von diesen Vorgängen. In dieser Zeit wurden die wesentlichen Züge des heutigen Reliefs geprägt und damit die Oberfläche erheblich umgestaltet (LAATSCH 1934). Löss und Löss-Sand wurden durch den Wind aus den Sanderflächen ausgeblasen und als mächtige äolische Deckschichten abgelagert. Infolge natürlicher wie anthropogener Abtragungen der Lössdecken von den Porphyrkuppen ist die Sedimentdecke nur stellenweise bzw. durch Anwehungen in Hangmulden abgelagert. So kommt es zu einem kleinräumigen Wechsel der edaphisch-mikroklimatischen Standortverhältnisse (vgl. MAHN 1985), welcher sich im Mosaik der Pflanzengesellschaften widerspiegelt.

Pedologisch gehört das Gebiet nordwestlich von Halle zu den mitteleuropäischen Schwarzerde-Parabraunerde-Vega- Lösshügel-Landschaften. Die ackerbaulich genutzten Böden in dieser Region sind deshalb sehr fruchtbar und weisen Bodenwertszahlen von über 90 auf.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

In Abhängigkeit vom geologischen Untergrund auf den Porphyrkuppen existieren verschiedene **Bodentypen**:

- Auf unverwittertem Porphyr, der in vielen Bereichen der Porphyrkuppen direkt ansteht, findet man als Bodentyp **Syrosem**, einen Gesteinsrohboden aus Festgestein, dessen geringmächtiger Initial-A-Horizont wenige Anteile kaum zersetzter Pflanzenteile enthält. Auf Porphyrgrus findet man Lockersyrosem. Da das Ausgangsgestein Porphyr ist, haben diese Rohböden extrem niedrige pH-Werte (< 4).
- Bei fortgeschrittener Bodenbildung auf rhyolythischem Untergrund entwickelte sich an den Hängen **Ranker**, dessen A-Horizont wesentlich mächtiger ist.
- Auf Löss, Geschiebemergel und auch karbonathaltigen Ablagerungen bildete sich hauptsächlich **Pararendzina** mit einem ausgeprägten, karbonathaltigen A-Horizont.
- In verschiedenen Bereichen der Plateaufläche bzw. im umgebenden Ackerland findet man **Tschernosem**, für den ein mächtiger A-Horizont charakteristisch ist, der auf karbonathaltigem Lockergestein (Löss, Geschiebemergel oder pleistozänen Abschwemmmassen ausgebildet ist.

In der Porphyrkuppenlandschaft existieren heute über 200 Kuppen, die sich in Größe und Genese unterscheiden (Abb. 1). Infolge der landwirtschaftlichen Nutzung des Gebietes hält der Prozess der Herausmodellierung von flachgründigen Standorten an, die, aus der Nutzung gelassen, als isolierte Kuppen sichtbar werden.

Tab. 1: Größenkategorie und zugehörige Flächengrößen der Porphyrkuppen (aus PARTZSCH 2001).
Table 1: Size categories and area size of the porphyry outcrops (from PARTZSCH 2001).

	Größenkategorien	**Flächengrößen**	**Anzahl der untersuchten Kuppen**
1	Sehr kleine Kuppen	< 500 m²	46
2	Kleine Kuppen	501 – 1.000 m²	13
3	Mittelgroße Kuppen	1.001 – 5.000 m²	33
4	Große Kuppen	5.001 – 10.000 m²	7
5	Sehr große Kuppen	> 10.000 m²	5

Tab. 2: Alterskategorien und zugehörige Entwicklungszeiten (aus PARTZSCH 2001).
Table 2: Age categories and the time of development of the porphyry outcrops (from PARTZSCH 2001).

	Alterskategorien	**Kartenmaterial**	**Entwicklungszeit**	**Anzahl der untersuchten Kuppen**
1	Sehr junge Kuppen	1985/1990	vor ca. 10 Jahren	3
2	Junge Kuppen	1940/1950	vor ca. 50-60 Jahren	20
3	Alte Kuppe	1902/1904	vor ca. 100 Jahren	40
4	Sehr alte Kuppen	1851	vor mehr als 150 Jahren	41

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Für unsere vegetationsökologischen Analysen teilten wir die Kuppen nach entsprechenden Größen- (Tab. 1) bzw. Alterskategorien (Tab. 2) ein. Das Alter der Kuppen wurde anhand von altem Kartenmaterial ermittelt bzw. geschätzt (vgl. SCHNEIDER et al. 1995).

2.3. Nutzungsgeschichte

Das Gebiet entlang der unteren und mittleren Saale gehörte in allen urgeschichtlichen Perioden zu den dicht besiedelten Landschaften Mitteldeutschlands. Schon seit der ersten neolithischen Kultur der frühen Ackerbauern und Viehhalter, der Linienbandkeramik (ca. 4500 v.u.Z.), weisen zahlreiche archäologische Funde auf eine rege Siedlungstätigkeit hin (KAUFMANN 1997). Dabei wählte der prähistorische Mensch seine Siedlungsgebiete nicht willkürlich aus, sondern bevorzugte xerotherme, meist offene bzw. mit lichten Wäldern bestockte, häufig lössbedeckte Landschaften (POTT 1996). Vor der dauerhaften Besiedlung durch den Menschen war das Gebiet in den erhöhten Plateaulagen wahrscheinlich mit relativ geschlossenen Traubeneichen-Hainbuchenwäldern (Galio sylvatici-Carpinetum Oberd. 1957) besiedelt. Entlang der Saale sind die Flussauen von Weich- und Hartholzauenwaldkomplexen (Salici-Populetum R. Tx. [1931] Meijer-Drees 1936, Querco-Ulmetum minoris Issler 1953, Pruno-Fraxinetum Oberd. 1953) bestanden, die auch heute die potentiell natürliche Vegetation darstellen (GROSSE 1997). Die flachgründigen Plateaubereiche und steilen Hänge der Porphyrkuppen waren aufgrund fehlender bzw. sehr geringer Bodenbedeckung weitgehend waldfrei und nur von Trockenrasen und Zwergstrauchheiden bewachsen.

Bis heute wird das Gebiet vorwiegend landwirtschaftlich genutzt, wenn man von der eher lokalen Nutzung einiger Bodenschätze (Ton, Formsand, Kies, Porphyr, Braun- und Steinkohle, Kaolin) absieht, wobei heute in zunehmendem Maße verstärktes Interesse hinsichtlich des Kiesabbaus besteht.

Mit der Zunahme der Besiedlungsdichte im Mittelalter wurden die Porphyrkuppen verstärkt extensiv als Hutungsflächen bzw. bei mächtigeren Bodenauflagen auch ackerbaulich genutzt (SCHNEIDER et al. 1995). Ende des vorigen Jahrhunderts kam es durch die Einführung moderner Bewirtschaftungsverfahren (Tiefpflügen und Einsatz von Mineraldünger) zu einer Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung im Plateaubereich. Bis zum Ende der kleinbäuerlichen Wirtschaftsweise im Jahre 1961 wurde auf den größeren nicht ackerbaulich nutzbaren Kuppen Hutung betrieben, die dann in eine intensivere Form der Schafhaltung bei den landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften überging. Mit Beginn der 1990er Jahre wurde diese Form der Weidenutzung aus ökonomischen Gründen vielerorts im Saaletal aufgegeben. Während noch zu DDR-Zeiten 11 große Schäfereien im Saalkreis existierten, sind es gegenwärtig nur noch 2 Herden, die vor allem durch den Vertragsnaturschutz am Leben gehalten werden.

2.4. Historische Besonderheiten der Stadt Wettin

Die Burg der Stadt Wettin wurde im Jahre 961 erstmalig urkundlich erwähnt. Sehr wahrscheinlich war dieses Gebiet aber bereits schon früher besiedelt, da dort im 8. und 9. Jahrhundert vermutlich eine slawische Wallburg stand (BARON & HEBESTEDT 1998). Die Burg wurde im 11. Jahrhundert ausgebaut. Im 12. Jahrhundert stiegen die

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Wettiner von hier, ihrem Kerngebiet an der Saale, zu einem der mächtigsten deutschen Fürstengeschlechter auf (Angehörige waren Markgrafen von Meißen, Kurfürsten ab 1423 bzw. Könige von Sachsen seit 1806).

Mit dem Tode Heinrich III. starb 1217 die Wettiner Linie des Grafengeschlechts aus, und die Grafen von Brehna traten in die Erbfolge ein. Das Wettiner Geschlecht, welches vermutlich im 12. Jahrhundert in den Besitz des Rittergutes Mücheln kam, war dem Templerorden sehr verbunden (BARON & HEBESTEDT 1998).

Der Ort Mücheln, heute ein Ortsteil von Wettin, wurde 1270 erstmals als Muchele erwähnt. Außer den Wettinern hatte vor allem der Templerorden eine große Bedeutung für den Ort und insbesondere auch für die Nutzungsgeschichte des Gebietes. Er entstand als geistlicher Orden um 1118 im Rahmen der Kreuzzugsbewegung in Jerusalem als Zusammenschluss zum bewaffneten Pilgerschutz um den französischen Adligen Hugo von Payens. Sie nannten sich zunächst „Pauperes Commilitones Christi templique Salomonis“ („Arme Ritter Christi vom Tempel Salomonis“). König Balduin II. von Jerusalem (1118–1131) wies ihnen Räumlichkeiten im Tempelbereich Salomonis, der heutigen Aksa-Moschee zu, worauf sie auch als Militia Templi (Tempelritter) bezeichnet wurden. Seit 1139 unmittelbar dem Papst unterstellt und mit Privilegien (Befreiung von Steuern, Zöllen u.a.) ausgestattet, stieg der Templerorden nach militärischen Erfolgen im Heiligen Land zeitweilig zum bedeutendsten Ritterorden des Mittelalters auf. Er verfügte besonders in Frankreich über erhebliche Besitztümer.

In Wettin-Mücheln unterhielt der Orden sogar eine Ballerei (Bezirksleitung). Aufgrund der 1312 durch Papst Clemens V. verfügten Aufhebung des Ordens gingen die Müchelner Ordensgüter in den Besitz des Augustinerordens über. Was heute noch an den Templerorden erinnert, ist die Templerkapelle „Unser Lieben Frauen“ in Mücheln/Wettin, das deutschlandweit einzige noch erhaltene gotische Bauwerk der Ritter.

Die Tempelritter bewirtschafteten ihr Rittergut, indem sie Ackerbau und Viehzucht betrieben. Die xerothermen Hänge wurden damals vermutlich intensiver mit Schafen und Ziegen genutzt als heutzutage durch extensive Beweidung (Abb. 5).

Das Jahr 1961 markiert das Ende der kleinbäuerlichen Bewirtschaftungsweise, und nach der Bildung von Landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften (LPG) wurden große Schafherden über das Offenland getrieben. Im nahegelegenen Wettin gab es zu DDR-Zeiten die einzige Berufsschule für Schäfer, die nach der politischen Wende allerdings geschlossen wurde. Damals erhielten hier insgesamt 250 Schäfer ihre Ausbildung. Dies verdeutlicht die Bedeutung der Schafzucht sowie der Beweidung für die Region. Nach 1990 war die Weidenutzung zu kostenintensiv. Lammfleisch oder Wolle konnten auf dem Weltmarkt viel billiger eingekauft werden, so dass viele Schafherden in der Region aufgegeben wurden. Die Herde, welche u.a. die Hänge bei Mücheln beweidet hat, blieb vor allem aus naturschutzfachlichen Gründen erhalten, um die großflächigen Xerothermrasen des NSG „Trockenrasen bei Gimritz” zu pflegen.

Heute erfolgt die Beweidung mit einer Herde von ca. 520 bis 530 Tieren (Abb. 6). Dabei werden die Hochleistungsrasse „Merino Fleischschaf”, welches den größten Teil der Herde ausmacht und einige „Schwarzköpfige Fleischschafe” sowie „Coburger Fuchsschafe” eingesetzt. Ziegen führt der Schäfer nicht mit.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

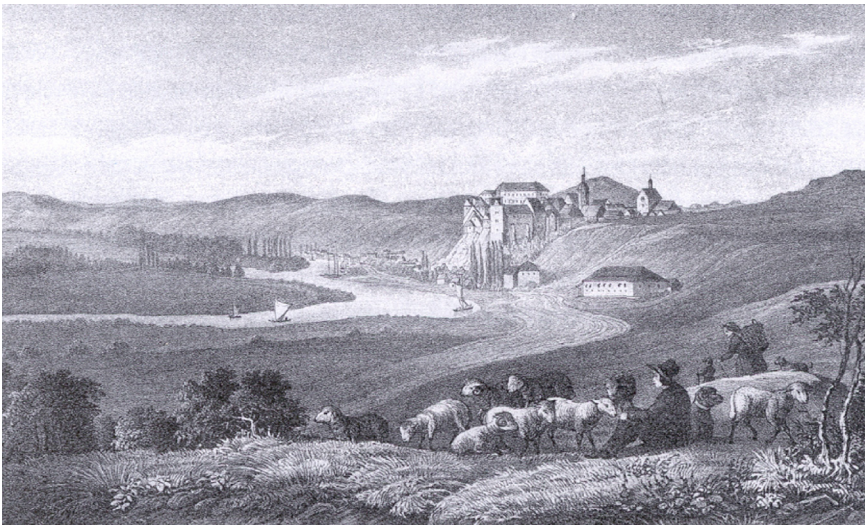


Abb. 5: Nutzung der Landschaft in historischer Zeit: Schäfer vor Wettin (Quelle: GOTTLIEB & NEUMEISTER 1994).
Fig. 5: Landscape using in historical time: sheepherder near Wettin (origin: GOTTLIEB & NEUMEISTER 1994).

Abb. 6: Nutzung der Landschaft in heutiger Zeit: Schafbeweidung in Mücheln/Wettin (Foto: RICHTER 2001).
Fig. 6: Landscape using at present time: sheep grazing in Mücheln/Wettin (Foto: RICHTER 2001).

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

3. Floristisches Inventar der Porphyrkuppen

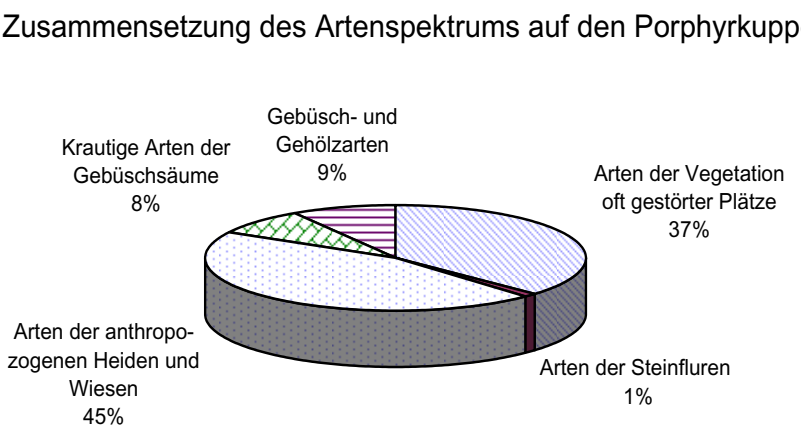
Die reich strukturierte Xerothermvegetation dieser alten Kulturlandschaft ist deshalb so faszinierend, da es hier aus pflanzengeografischer Sicht zu einer Verzahnung von (sub)mediterranen, (sub)kontinentalen mit subatlantischen sowie weitverbreiteten mitteleuropäischen Arten kommt (MAHN 1957, 1965). Das Hauptverbreitungsgebiet einer Reihe dieser floristischen Elemente befindet sich außerhalb von Mitteleuropa. Sie sind hier anzutreffen, da die hiesigen klimatischen und standörtlichen Bedingungen denen ihres Hauptverbreitungsgebietes entsprechen.

Auf den untersuchten Porphyrkuppen sind insgesamt 367 Gefäßpflanzenarten nachgewiesen worden (PARTZSCH & KRUMBIEGEL 1996 b, c; Anhang: Tab. 1). Fast die Hälfte der Arten (45 %) gehört der Klassengruppe der anthropo-zoogenen Heiden und Wiesen an (vgl. ELLENBERG et al. 1992), die vorwiegend das Bild dieser xerothermen Standorte prägen. Davon gehört der überwiegende Teil (35 %) zur Klasse der Festuco-Brometea. Knapp ein Viertel sind Pionierarten aus der Klasse der Sedo-Scleranthetea, und 5 % gehören zu den Nardo-Callunetea. Nährstoffreichere Standorte bevorzugen die Molinio-Arrhenatheretea-Arten (ca. 27 %). Als Störungszeiger gelten insgesamt 37 % der Arten, die der Vegetation oft gestörter Plätze zuzuordnen sind. Versaumungszeiger sind zu 8 % und holzige Gebüsch- und Baumarten zu 9 % am Aufbau der Vegetation beteiligt (Abb. 7).

Infolge der Fortschreibung der Artenliste (Anhang: Tab. 1) sind es mittlerweile 52 Gefäßpflanzenarten, die entsprechend der Roten Liste von Sachsen-Anhalt von 1992 bzw. 2004 gefährdet sind und/oder nach der Bundesartenschutzverordnung unter gesetzlichem Schutz stehen (FRANK et al. 1992, 2004, FRANK & NEUMANN 1999, BArtSchV). Auf der Datengrundlage von 1996 waren es nur 37 Arten, die dann in die Analysen einbezogen worden sind. Aufgrund der klimatischen und edaphischen Besonderheiten der Porphyrkuppenlandschaft weisen viele der bundesweit geschützten Arten (*Adonis aestivalis*, *Alyssum montanum*, *Anthericum liliago*, *Armeria elongata*, *Centaurium erythraea*, *Cotoneaster integerrimus*, *Dianthus carthusianorum*, *Eryngium campestre*, *Helichrysum arenarium*, *Saxifraga granulata*) große und stabile Populationen in Sachsen-Anhalt auf, so dass sie keiner Gefährdungskategorie der Roten Listen von 1992 bzw. 2004 (FRANK et al. 1992, 2004) zugeordnet sind (Anhang: Tab. 1). Nur die bundesweit geschützten Arten *Biscutella laevigata*, *Muscari tenuiflorum*, *Pseudolysimachion spicatum*, *Stipa capillata* und *S. pennata* gelten auch in Sachsen-Anhalt gegenwärtig als gefährdet bzw. *Antennaria dioica*, *Jurinea cyanoides*, *Orchis morio* und *Pulsatilla vulgaris* als stark gefährdet. Einen zusätzlichen Schutz besitzen *Orchis morio*, die durch die Berner Konvention geschützt sowie *Jurinea cyanoides*, die als FFH-Art ausgewiesen ist und außerdem dem Washingtoner Artenschutzabkommen unterliegt.

Darüber hinaus sind die nicht unter Schutz stehenden Arten *Achillea setacea*, *Aira caryophyllea*, *Alyssum montanum*, *Astragalus danicus*, *Campanula glomerata*, *Gagea bohemica*, *Galeopsis angustifolia*, *Genista pilosa*, *Hypochoeris maculata*, *Medicago minima*, *Myosotis discolor*, *Peucedanum cervaria*, *P. oreoselinum*, *Phleum phleoides*, *Potentilla alba*, *Prunella grandiflora*, *Scleranthus perennis*, *Sedum telephium*, *Serratula tinctoria*, *Seseli hippomarathrum*, *Silene otites*, *Succisa pratensis*, *Tetragonolobus maritimus*, *Thesium linophyllon*, *Ulex europaeus* und *Verbena officinalis* nach der aktu-

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg



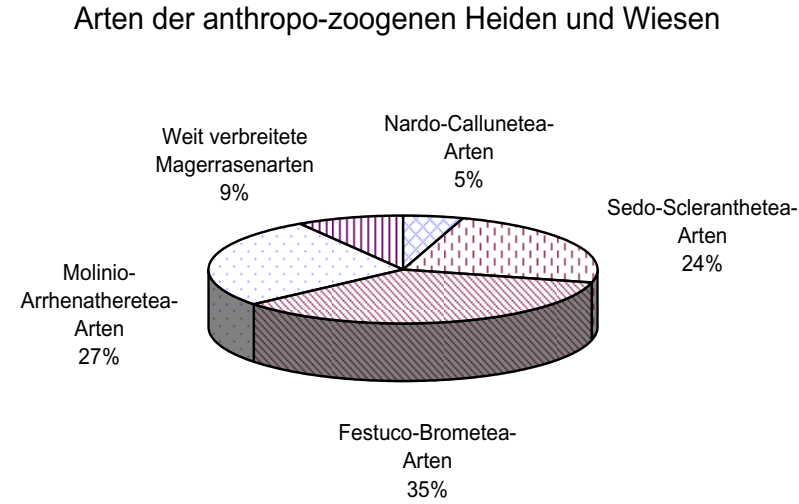


Abb. 7: Soziologische Struktur des Gesamtartenspektrums auf den untersuchten Porphyrkuppen (aus PARTZSCH & MAHN 1998).
Fig. 7: Phytosociologcal structure of the whole species spectrum on the investigated porphyry outcrops (from PARTZSCH & MAHN 1998).

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

ellen Roten Liste von Sachsen-Anhalt (FRANK et al. 2004) gefährdet bzw. *Gypsophila muralis* stark gefährdet. (Anhang: Tab. 1).

Hinsichtlich der aktuellen Bestandssituation sind 43 der nachgewiesenen Sippen von FRANK & NEUMANN (1999) als selten eingestuft worden. Die meisten dieser Arten gehören in die Gruppe der anthropo-zoogenen Heiden und Rasen. Hinzu kommt, dass zusätzlich zu den geschützten und gefährdeten Arten 23 Sippen in ihrer Bestandsentwicklung rückläufig sind. Als häufigste Ursachen werden hierfür Nutzungsaufgabe bzw. Sukzession angegeben. Weitere Gründe sind Nutzungsintensivierung, einerseits Bebauung und Zersiedelung der Landschaft, andererseits Beseitigung anthropogener Sonderstandorte sowie Eutrophierung. Für den Erhalt einiger Arten trägt die Bundesrepublik Deutschland sogar internationale Verantwortung. Nach FRANK & NEUMANN (1999) ist diese im Falle von *Dianthus carthusianorum* und der Formengruppe von *Festuca pallens* agg. (mündliche Mitteilung E.-G. Mahn: *F. cinerea* nach ROTHMALER et al. 2002 als *F. glaucina* STOHR bezeichnet) eine starke sowie für *Biscutella laevigata*, *Scabiosa canescens* und *Erysimum crepidifolium* sogar eine besonders starke Verantwortung, wobei die letztgenannte Art ihren weltweiten Verbreitungsschwerpunkt in Sachsen-Anhalt hat.

4. Phytozönologisches Inventar der Porphyrkuppen

4.1. Synsystematische Übersicht über die wichtigsten Pflanzengesellschaften

Die Xerothermvegetation ist meist nur auf mehr oder weniger isolierten Standorten anzutreffen und besitzt extrazonalen Charakter (MEUSEL 1940). Die Gesellschaften siedeln sowohl auf natürlichen als auch auf anthropogen waldfreien Standorten oder sind Ersatzgesellschaften von früheren thermophilen Gebüsch- und Waldgesellschaften. Infolge der extensiven Nutzung (GROSSE 1985) sowie des bis in die 50er Jahre des vergangenen Jahrhunderts üblichen Flämmens (MAHN 1966) ist bis heute die Entwicklung von geschlossenen Gehölzbeständen verhindert worden. Die in den 1990er Jahre aufgegeben Schafbeweidung birgt jedoch die Gefahr einer sukzessionsbedingten Vegetationsveränderung.

Die Porphyrhügel sind durch ein Mosaik vieler verschiedenartiger, z.T. recht seltener Vegetationseinheiten gekennzeichnet. So wechseln sich je nach standörtlichen Gegebenheiten Sand- bzw. Porphyr-Pionierfluren, acidophile Zwergstrauchheiden und Silikat-Magerrasen, kontinentale Trocken- und Halbtrockenrasen mit halbruderalen Halbtrockenrasen, ruderalen Pionierrasen, Frischwiesen- und Weidegesellschaften, Ruderalgesellschaften, Gebüschen und höheren Baumbeständen ab. Insgesamt konnten 50 Vegetationseinheiten (Anhang: Tab. 2), die in unterschiedlicher Häufigkeit auf den Kuppen auftreten, dokumentiert werden (vgl. PARTZSCH & KRUMBIEGEL 1996 b).

Nachfolgend ist die Synsystematik der 12 häufigsten Gesellschaften nach MAHN (1965) und SCHUBERT et al. (1995) dargestellt:

Calluno-Ulicetea Br.-Bl. et Tx. ex. Westhoff et al. 1946
  Vaccinio-Genistetalia Schub. 1960
    Genistion pilosae Duv. 1942 em. Schub.
      Euphorbio-Callunetum R. Schubert 1960

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Koelerio-Corynephoretea Klika in Klika et Novák 1941
Sedo-Scleranthetalia Br.-Bl. 1955
Seslerio-Festucion pallentis Klika 1931 corr. Zolyomi 1966
Thymo-Festucetum cinereae Mahn 1959
Plantagini-Festucion Passarge 1964
Galio-Agrostidetum (tenuis) Mahn 1965
Filipendulo vulgaris-Helictotrichetum pratensis Mahn 1965[*)]

Festuco-Brometea Br.-Bl. et Tx. in Br.-Bl. 1949
Festucetalia valesiacae Br.-Bl. et Tx. ex Br.-Bl. 1949
Festucion valesiacae Klika 1931
Festuco valesiacae-Stipetum capillatae Mahn 1959
Cirsio pannonici-Brachypodion pinnati Hadač et Klika in Klika et Hadač 1944
Festuco rupicolae-Brachypodietum pinnati Mahn 1959
***Festuca rupicola*-Gesellschaft**

Molinio-Arrhenatheretea Tx. 1937
Arrhenatheretalia elatioris W. Koch 1926
Arrhenatherion elatioris (Br.-Bl. 1925) W. Koch 1926
Arrhenatheretum elatioris, Ausbild. ruderaler Standorte

Artemisietea vulgaris Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951
Agropyretalia intermedio-repentis Oberd. et al. ex Th. Müller et Görs 1969
Convolvulo-Agropyrion repentis Görs 1966
Falcario-Agropyretum repentis Th. Müll. et Görs 1969
Convolvulo-Agropyretum repentis Felföldy 1943 nom. invers. propos.
***Poa angustifolia*-Gesellschaft**

Sisymbrietea officinalis Gutte et Hilbig 1975
Sisymbrietalia officinalis J. Tx. in Lohm. et al. 1962
Atriplicion nitentis Pass. 1978
Sisymbrio-Atriplicetum oblongifoliae Oberd. 1957

[*)] Da die Stellung des Filipendulo vulgaris-Helictotrichetum pratensis Mahn 1965 nach RENNWALD et al. (2000) unklar ist, belassen wir die Gesellschaft in dem Verband, in den sie MAHN (1965) gestellt hat.

4.2. Beschreibung der Pflanzengesellschaften

Euphorbio-Callunetum Schub. 1960 em. Schub. – Wolfsmilch-Heidekrautheide

Das Verbreitungsgebiet dieser Gesellschaft (Abb. 8) erstreckt sich auf die niederschlagsärmeren, kontinentaleren Landschaften des mitteldeutschen Hügel- und Flachlandes, deren saure, z.T. schwach podsolierte Böden schon seit langer Zeit waldfrei sind. Meist handelt es sich um Ersatzgesellschaften saurer Eichen- und Kiefernwälder (in unserem Gebiet natürlicherweise vorkommende lichte Traubeneichen-Hainbuchenwälder). In der Roten Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands (RENNWALD 2000) wird das Euphorbio-Callunetum aufgrund des Bestandsrückganges als stark gefährdet ausgewiesen; für Sachsen-Anhalt gilt die Gesellschaft als gefährdet (SCHUBERT et al. 2004). Die Gesellschaft umfasst Zwergstrauchheiden, vergesellschaftet mit einer Vielzahl kontinentaler Arten, die aufgrund der unterschiedlichen Standorteigenschaften ver-

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Abb. 8: Querschnitt durch das Euphorbio-Callunetum im Mitteldeutschen Trockengebiet (nach MAHN 1957, aus ELLENBERG 1996).
Von links nach rechts: *Festuca ovina*, *Polygala vulgaris*, *Polytrichium formosum*, *Calluna vulgaris*, *Dianthus carthusianorum*, *Genista pilosa*, *Danthonia decumbens*, *Helianthemum nummularium*, *Hieracium umbellatum*, *Luzula campestris.*
Fig. 8: A cross-section through the Euphorbio-Callunetum in the dry region near Halle/S. (after MAHN 1957, from ELLENBERG 1996).
From left to right: *Festuca ovina*, *Polygala vulgaris*, *Polytrichium formosum*, *Calluna vulgaris*, *Dianthus carthusianorum*, *Genista pilosa*, *Danthonia decumbens*, *Helianthemum nummularium*, *Hieracium umbellatum*, *Luzula campestris.*

schiedene Ausbildungen aufweisen. Auf den Porphyrkuppen besiedelt das Euphorbio-Callunetum bevorzugt die niederschlagsbegünstigten und hinsichtlich der Temperatur ausgeglicheneren Nordhänge (vgl. SCHUBERT et al. 1995, PARTZSCH 2000). Als Bodentyp herrscht saurer Ranker (pH-Wert 3,5) mit schlechter Nährstoffverfügbarkeit vor, was durch mittlere Nährstoffzahlen (nach ELLENBERG et al. 2001) zwischen 1,8 und 2,2 für das Euphorbio-Callunetum belegt wird.

Die mittlere Artenzahl ist relativ gering und liegt bei 15. Die Gesellschaft ist durch die hohe Dominanz der namengebenden *Calluna vulgaris* gekennzeichnet. Nur wenige Arten, wie z.B. *Anthoxanthum odoratum*, *Danthonia decumbens*, *Euphorbia cyparissias*, *Festuca ovina* und *Carex humilis*, erlangen zuweilen eine etwas höhere Deckung. Auffällig ist in der Gesellschaft häufig ein relativ hoher Anteil an Gehölzjungwuchs (*Crataegus monogyna*, *Rosa canina*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus mahaleb)*, welcher beginnende Verbuschung anzeigt.

Thymo-Festucetum cinereae Mahn 1959 – Sandthymian-Blauschwingel-Flur

Im Mitteldeutschen Trockengebiet werden flachgründige, feinerdearme, sauer verwitternde Gesteinsrohböden häufig vom Thymo-Festucetum cinereae, einer lockeren Pionierflur mit zahlreichen Kryptogamen besiedelt, die aufgrund der extremen xero-

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

thermen Standortbedingungen auch als Dauerpioniergesellschaft angesehen werden kann (MAHN 1965, SCHUBERT et al. 1995, PARTZSCH 2000). Sowohl nach RENNWALD (2000) als auch nach SCHUBERT et al. (2004) ist die Gesellschaft im Rückgang begriffen und gilt bundesweit bzw. für Sachsen-Anhalt als gefährdet.

Das Thymo-Festucetum ist eine häufige Gesellschaft auf den Porphyrkuppen, die allerdings meist nur sehr kleinflächig an den Stellen, wo der Porphyr bzw. –grus nur von einer sehr dünnen Feinerdeschicht bedeckt ist, auftritt. Die kennzeichnenden Arten sind *Festuca glaucina* und *Thymus serpyllum*. Der Bodentyp ist Syrosem, der pH-Wert liegt bei 3,5. Der Gehalt an akkumulierten, pflanzenverfügbaren Nährstoffen ist nur gering, was sich in mittleren Nährstoffzahlen (nach ELLENBERG et al. 2001) zwischen 1,7 und 2,1 widerspiegelt. Die Gesellschaft besiedelt hauptsächlich durch extreme mikroklimatische Verhältnisse gekennzeichnete west- und südwestexponierte Hänge. Die Hangneigung ist sehr unterschiedlich und schwankt zwischen 1° bis 35°. Die Vegetation ist größtenteils lückig und relativ artenarm (mittlerer Deckungsgrad ca. 50 %; mittlere Artenzahl 13) und enthält vergleichsweise viele gefährdete oder geschützte Arten (*Anthericum liliago***,** *Dianthus carthusianorum*, *Pulsatilla vulgaris*, *Silene otites*). Aufgrund der extremen Standortbedingungen kommen zuweilen sukkulente Arten, wie *Sedum acre*, *S. sexangulare* und *S. rupestre*, vor. Wie für Pioniergesellschaften typisch, ist der Anteil der Kryptogamen relativ hoch (mittllere Deckung ca. 30 %), er nimmt jedoch mit zunehmender Deckung der Höheren Pflanzen ab. Der Frühjahrsaspekt im Thymo-Festucetum wird durch eine Reihe von individuenreichen Ephemeren (*Arenaria serpyllifolia*, *Arabidopsis thaliana*, *Cerastium semidecandrum*, *Erophila verna*, *Myosotis stricta*, *Spergula morisonii*, *Veronica arvensis*) geprägt, welche die häufigeren Niederschläge des Frühjahrs nutzen. Gehölzkeimlinge treten vereinzelt mit geringer Vitalität auf.

Folgende Kryptogamen konnten nachgewiesen werden: Flechten*: Acarospora fuscata*, *Amandinea punctata*, *Aspicilia pallens*, *Candelariella vitellina*, *Cladonia foliacea*, *C. pyxidata*, *C. rangiformis*, *Hypogymnia physodes*, *Lecanora conizaeoides*, *L. muralis*, *L. polytropa*, *L. rupicola*, *Lecidea fuscoatra* var. *grisella*, *Lepraria nylanderiana*, *Parmelia conspersa*, *Pseudevernia furfuracea* (jung, auf Eiche), *Rhizocarpon* spec., *Sarcogyne privigna;* Moose: *Bryum argenteum*, *Ceratodon purpureus*, *Hypnum lacunosum*, *Polytrichum piliferum.*

Galio-Agrostidetum (tenuis) Mahn 1965 – Labkraut-Rotstraußgras-Rasen

Im Gegensatz zu der vorher beschriebenen Gesellschaft hat das Galio-Agrostidetum ein deutlich größeres Verbreitungsgebiet. So ist ein Agrostidetum erstmals von HUECK (1931) für die Uckermark beschrieben worden, und aufgrund der großen Ähnlichkeit wurde der Gesellschaftsname von MAHN übernommen und emendiert. Nach SCHUBERT et al. (1995) erstreckt sich das Verbreitungsgebiet auf die Pleistozänlandschaften mit sandigen bis kiesig-sandigen, durchlässigen Böden und die angrenzenden Hügelländer, auf wärmebegünstigten Standorten mittel- bis tiefgründiger Silikatverwitterungsböden. In subkontinental getönten, niederschlagsärmeren Landschaften, wie dem Mitteldeutschen Trockengebiet, sind die südexponierten, meist schwach geneigten Hänge und Plateaubereiche der Porphyrkuppen ein Siedlungsschwerpunkt. Dabei

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

stockt die Gesellschaft auf stark grobsandhaltigen Kies- und Silikatgesteinsböden mit fortgeschrittener Rankerbildung bis zu Braunerden (MAHN 1965).

Die Gesellschaft zeichnet sich durch einen lückigen Bewuchs aus und besitzt eine Vielzahl von Nischen für Kurzlebige, vor allem Ruderalarten. Diese kommen aber bis auf *Linaria vulgaris*, *Viola arvensis* und *Echium vulgare* meist nur als Einzelindividuen mit nur geringer Deckung vor. Die Artenzahl variiert zwischen 6 und 33 und liegt im Mittel bei 15. Das Artenspektrum umfasst Vertreter der Klasse der Sedo-Scleranthetea und der Festuco-Brometea. Als hochstete Arten sind zu nennen: *Agrostis vinealis*, *A. tenuis*, *Armeria elongata*, *Campanula rotundifolia*, *Centaurea stoebe*, *Euphorbia cyparissias*, *Dianthus carthusianorum*, *Koeleria macrantha*, *Hieracium pilosella* und *Poa angustifolia.* Die mittlere Nährstoffzahl (nach ELLENBERG et al. 2001) der Gesellschaft liegt bei 2,8.

Filipendulo vulgaris-Helictotrichetum pratensis Mahn 1965 – Mädesüß-Wiesenhafer-Gesellschaft

Die Verbreitung dieser Gesellschaft ist auf die niederschlagsarmen Gebiete des mitteldeutschen Hügellandes beschränkt. Hier bildet sie fast völlig geschlossene Magerrasen (mittlerer Deckungsgrad: 96 %) auf mitteltiefgründigen, sauren Silikatgesteinsböden (MAHN 1965, SCHUBERT et al. 1995, PARTZSCH 2000). Sie schließt häufig räumlich an die sauren Standorte des *E*uphorbio-Callunetum an und leitet oftmals zum basiphytischen Festuco-Brachypodietum über.

Die Böden sind mitteltiefgründige Ranker bis oligotrophe Braunerden. Der pH-Wert (5,0) ist zwar im Vergleich zu den vorher beschriebenen Gesellschaften höher, doch ist aufgrund der meist südwest- bis westexponierten Hänge unterschiedlicher Inklination (0 – 30°) der Wasserhaushalt angespannt, was sich ungünstig auf die Verfügbarkeit der Nährstoffe auswirkt (mittlere Nährstoffzahl: 2,4–3,0). Trotzdem lässt sich an der dichten, geschlossenen Pflanzendecke, dem hohen Wuchs (30 cm) und dem Artenreichtum der Gesellschaft (mittlere Artenzahl 27) ablesen, dass die Standortverhältnisse hier vergleichsweise günstig sind. Neben den namengebenden Arten treten vor allem die im Vegetationsprofil (Abb. 9) dargestellten Sippen sowie weitere Festuco-Brometea-Arten auf (*Armeria elongata*, *Briza media*, *Campanula rotundifolia*, *Dianthus carthusianorum*, *Euphrasia stricta*, *Lotus corniculatus*, *Leontodon hispidus*, *Pimpinella saxifraga*, *Polygala vulgaris*, *Pseudolysimachion spicatum)*. Der Anteil der Kryptogamen ist wegen des hohen Deckungsgrades der Krautschicht in dieser Gesellschaft gering. Thermophile Gehölze (*Rosa canina*, *Prunus mahaleb*, *Crataegus monogyna*) dringen an einigen Standorten als Verbuschungszeiger ein. Aufgrund des hohen Artenreichtums und des zunehmenden Bestandsschwunds wird die Gesellschaft nach RENNWALD (2000) bundesweit als stark gefährdet bewertet. Dies gilt ebenso für Sachsen-Anhalt (SCHUBERT et al. 2004).

Festuco valesiacae-Stipetum capillatae (Libb. 1931) Mahn 1959 em. – Trockenrasen des Walliser Schwingels und Haarpfriemengrases

Diese Gesellschaft mit kontinentalem Verbreitungsschwerpunkt stößt hier an ihre westliche Verbreitungsgrenze und ist für mitteleuropäische Verhältnisse am reinsten

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

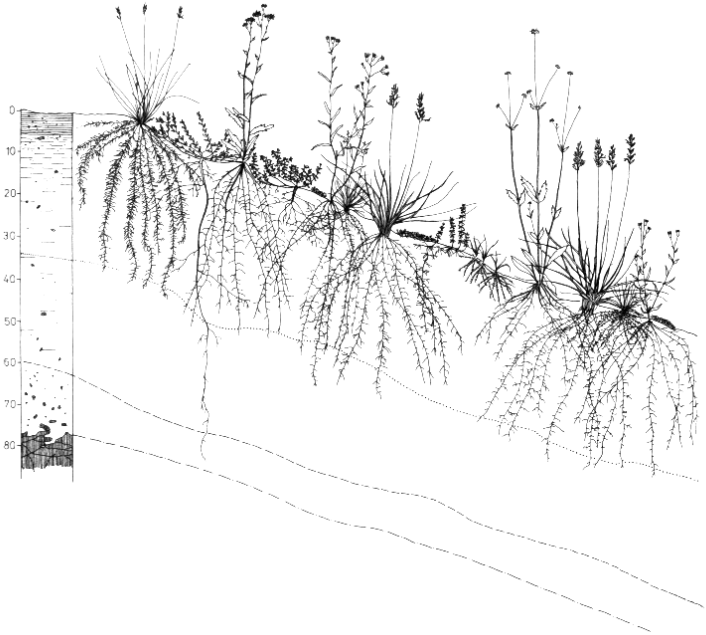


Abb. 9: Querschnitt durch das Filipendulo-Helictotrichetum im Mitteldeutschen Trockengebiet (nach MAHN 1957, aus SCHUBERT et al. 1995).
Von links nach rechts: *Danthonia decumbens*, *Serratula tinctoria*, *Helianthemum nummularium*, *Hieracium umbellatum*, *Festuca ovina*, *Helictotrichon pratense*, *Galium boreale*, *Luzula campestris*, *Succisa pratensis*, *Helictotrichon pratense*, *Hieracium umbellatum.*
Fig. 9: A cross-section through the Filipendulo-Helictotrichetum in the dry region near Halle/S. (after MAHN 1957, from SCHUBERT et al. 1995).
From left to right: *Danthonia decumbens*, *Serratula tinctoria*, *Helianthemum nummularium*, *Hieracium umbellatum*, *Festuca ovina*, *Helictotrichon pratense*, *Galium boreale*, *Luzula campestris*, *Succisa pratensis*, *Helictotrichon pratense*, *Hieracium umbellatum.*

im Mitteldeutschen Trockengebiet ausgebildet (MAHN 1965, SCHUBERT et al. 1995, HENSEN 1995, PARTZSCH 2000). Aufgrund von bundesweiten Rückgangstendenzen ist das Festuco valesiacae-Stipetum capillatae in der Roten Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands (RENNWALD 2000) als stark gefährdet und in Sachsen-Anhalt als gefährdet (SCHUBERT et al. 2004) ausgewiesen.

Im Gebiet besiedelt dieser Steppenrasen hauptsächlich mittel- bis tiefgründige Böden auf basenreichem Untergrund (Löss und Geschiebemergel), auf denen sich Pararendzinen gebildet haben. Dieser AC-Boden aus karbonathaltigem Lockergestein ist durch einen basischen pH-Wert (7,4) charakterisiert. Hierdurch erklärt sich auch die große Zahl an kalkliebenden Arten.

Das Festuco-Stipetum (Abb. 10) tritt ausschließlich an süd- und südwestexponierten Hängen mit meist starker Inklination auf. Der Wasserhaushalt ist somit stark an-

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

gespannt und bedingt, dass die vorhandenen Nährstoffe begrenzt pflanzenverfügbar sind. Dies wird durch die niedrige mittlere Nährstoffzahl von 3,2 (nach ELLENBERG et al. 2001) belegt, die jedoch im Vergleich zu den bisher beschriebenen Gesellschaften höher liegt. Die Struktur der Vegetation ist hier zwar recht lückig (75–95 %), aber relativ artenreich (mittlere Artenzahl 22), mit vielen gefährdeten bzw. geschützten Gefäßpflanzenarten *(Alyssum montanum*, *Dianthus carthusianorum*, *Eryngium campestre*, *Helichrysum arenarium*, *Seseli hippomarathrum*, *Silene otites*, *Stipa capillata)*. Die mittleren Wuchshöhen liegen bei 70 cm. Gekennzeichnet wird dieser Trockenrasen vor allem durch die namengebenden Gräser *Stipa capillata* und *Festuca valesiaca* sowie *Bothriochloa ischaemum* und *Festuca rupicola*. Es kommen eine Reihe von Kräutern hinzu, wie *Achillea pannonica*, *Alyssum montanum*, *Galium verum*, *Hieracium pilosella*, *Potentilla incana*, *Salvia pratensis* und *Verbascum densiflorum* sowie verschiedene kurzlebige, häufig ephemere Arten *(Myosotis stricta*, *Erodium cicutarium*, *Erophila verna*, *Veronica arvensis*, *Viola arvensis)*. Bis auf vereinzelte Exemplare von *Rosa canina* ist das Gehölzaufkommen in dieser Gesellschaft sehr gering.

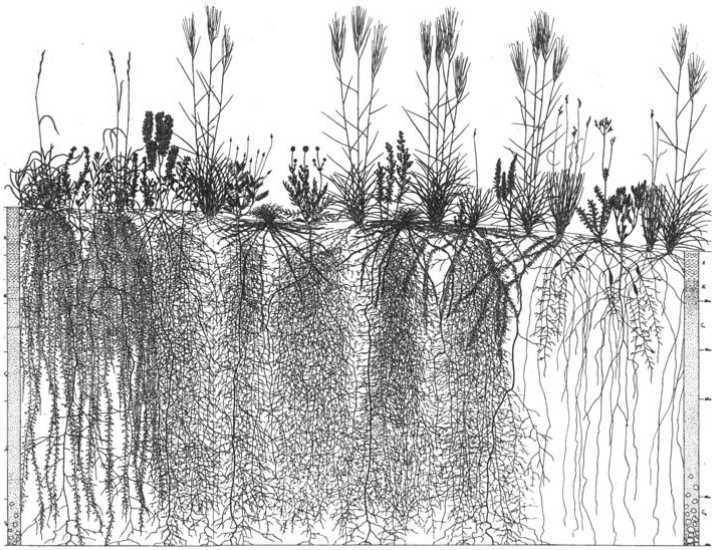


Abb. 10: Querschnitt durch das Festuco valesiacae-Stipetum capillatae im Mitteldeutschen Trockengebiet (nach MAHN 1957, aus SCHUBERT et al. 1995).
Von links nach rechts: *Brachypodium pinnatum*, *Galium verum*, *Astragalus danicus*, *Adonis vernalis*, *Stipa capillata*, *Onobrychis arenaria*, *Carex humilis*, *Scabiosa ochroleuca*, *Festuca rupicola*, *Euphorbia cyparissias*, *Festuca valesiaca*, *Filipendula vulgaris*, *Oxytropis pilosa.*
Fig. 10: A cross-section through the Festuco valesiacae-Stipetum capillatae in the dry region near Halle/S. (after MAHN 1957, from SCHUBERT et al. 1995).
From left to right: *Brachypodium pinnatum*, *Galium verum*, *Astragalus danicus*, *Adonis vernalis*, *Stipa capillata*, *Onobrychis arenaria*, *Carex humilis*, *Scabiosa ochroleuca*, *Festuca rupicola*, *Euphorbia cyparissias*, *Festuca valesiaca*, *Filipendula vulgaris*, *Oxytropis pilosa.*

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Festuca valesiaca-Gesellschaft – Gesellschaft des Walliser Schwingels

Diese Gesellschaft mit Dominanz von *Festuca valesiaca* gibt MAHN (1965) für Sekundärstandorte, wie z.B. Lösshänge an Straßenrändern, an. Er unterscheidet eine Subassoziation von *Festuca valesiaca* des Festuco-Stipetum für Standorte, deren Feinerdeauflage eine geringere Mächtigkeit besitzt als die der typischen Assoziation. *Stipa capillata* tritt hier stark zurück und fällt häufig völlig aus, während *Festuca valesiaca* zunimmt. Die Differentialarten dieser Gesellschaft sind dadurch charakterisiert, dass sie auf anthropo-zoogene Beeinflussung weniger empfindlich reagieren und Arten naturnaher Xerothermstandorte zurücktreten. Weiterhin geben SCHUBERT et al. (1995) an, dass diese artenarme Form des Festuco-Stipetum vor allem im nördlichen und östlichen Harzvorland zu finden ist. Es fällt auf, dass nicht beweidete Plateaus von einem Festuco-Stipetum bewachsen werden, wohingegen Bereiche, die früher regelmäßigem Weidegang ausgesetzt waren, verarmte Ausbildung aufweist.

Die Gesellschaft ist gegenüber dem Festuco-Stipetum artenärmer (mittlere Artenzahl 13). Die häufigsten Arten sind *Festuca valesiaca*, *Centaurea stoebe*, *Erysimum crepidifolium*, *Eryngium campestre*, *Festuca rupicola*, *Hieracium pilosella* und *Koeleria macrantha***.** Die Gesellschaft bildet dichte geschlossene Bestände (93–100 % Deckung) mit einer mittleren Wuchshöhe von nur ca. 15 cm.

Festuco rupicolae-Brachypodietum pinnati Mahn 1959 em. – Furchenschwingel-Fiederzwenken-Halbtrockenrasen

MAHN (1965) beschrieb das Festuco-Brachypodietum als eine Gesellschaft mit Verbreitungsschwerpunkt im Mansfelder Hügelland, ähnlich dem Festuco-Stipetum. Hier siedelt es besonders auf tiefergründigen Lockergesteinsböden, wie Löss und lössähnlichem Material. Nach SCHUBERT et al. (1995) ist die Gesellschaft an wärmegetönten Standorten mit relativ ausgeglichenem Wasserhaushalt in den kontinentalen Landschaften des Mitteldeutschen Trockengebietes noch weit verbreitet, wohingegen PARTZSCH (2000) zumindest für die artenreiche Ausbildung dieser Gesellschaft einen deutlichen Rückgang prognostizierte. In der Roten Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands (RENNWALD 2000) wird die Gesellschaft bundesweit als stark gefährdet eingeschätzt. Nach SCHUBERT et al. (2004) ist sie in Sachsen-Anhalt gefährdet.

In der Porphyrkuppenlandschaft siedelt dieser Halbtrockenrasen auf Standorten mit Löss und Geschiebemergel, hauptsächlich an östlich oder nordöstlich geneigten Hängen (Abb. 11). Die vergleichsweise günstigeren Standortverhältnisse (mittlere Nährstoffzahl: 2,8–3,3) bedingen eine dichte, geschlossene Pflanzendecke (98–100%) und einen großen Artenreichtum (mittlere Artenzahl 26) mit zahlreichen gefährdeten bzw. geschützten Gefäßpflanzenarten (*Armeria elongata*, *Biscutella laevigata*, *Potentilla alba*, *Pseudolysimachion spicatum Scabiosa canescens*, *Seseli hippomarathrum*). Kryptogamen sind hier nur selten zu finden; z.T. tritt Gehölzjungwuchs auf. Die mittleren Wuchshöhen variieren stark (zwischen 15 und 40 cm) und werden maßgeblich von der Intensität bzw. dem Zeitpunkt der Beweidung beeinflusst. Standorte, die in den letzten Jahren aus der Weidenutzung genommen worden sind, fallen durch die Dominanz von *Brachypodium pinnatum* auf. Bei regelmäßigem Verbiss zeigt diese Art nur geringe Abundanz.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Abb. 11: Querschnitt durch das Festuco-Brachypodietum im Mitteldeutschen Trockengebiet (nach MAHN 1957, aus SCHUBERT et al. 1995).
Von links nach rechts: *Brachypodium pinnatum* (nicht blühend), *Filipendula vulgaris*, *B. p.*, *Euphorbia cyparissias*, *Festuca rupicola*, *Salvia pratensis*, *B. p.* (blühend), *Scabiosa canescens*, *B. p.*, *Achillea millefolium* s.l., *Centaurea scabiosa*, *Potentilla alba*, *B. p.*, *Plantago lanceolata*, *B. p.*
Fig. 11: A cross-section through the Festuco-Brachypodietum in the dry region near Halle/S. (after MAHN 1957, from SCHUBERT et al. 1995).
From left to right: *Brachypodium pinnatum* (not flowering), *Filipendula vulgaris*, *B. p.*, *Euphorbia cyparissias*, *Festuca rupicola*, *Salvia pratensis*, *B. p.* (flowering), *Scabiosa canescens*, *B. p.*, *Achillea millefolium* s.l., *Centaurea scabiosa*, *Potentilla alba*, *B. p.*, *Plantago lanceolata*, *B. p.*

Festuca rupicola-Gesellschaft – Furchenschwingel-Rasen

Die Halbtrockenrasen, die sich durch die Dominanz von *Festuca rupicola* auszeichnen, weisen enge Beziehungen zu der zuvor beschriebenen Gesellschaft auf. Solche Dominanzgesellschaften des Furchen-Schwingels sind bereits in der Beschreibung des Festuco rupicolae-Brachypodietum pinnati von MAHN (1965) zu finden, der in der typischen, verarmten Subassoziationsgruppe eine Subassoziation von *Festuca rupicola* für das Mansfelder Hügelland, das Nördliche Harzvorland und das Unstrutland beschrieb. Von WESTHUS (1980) als relativ instabile Gesellschaft charakterisiert, „die sich ohnehin sofort oder nach Wegfall stärkerer Beweidung zur typischen Subassoziation" des Festuco-Brachypodietum entwickelt, scheint diese Gesellschaft mittlerweile sehr stabil und eher aufgrund der aufgelassenen Beweidung weit verbreitet zu sein.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Die Gesellschaft wird vorwiegend durch den Furchen-Schwingel dominiert; andere Arten treten meist nur mit geringen Stetigkeiten auf. Die mittlere Artenzahl beträgt 17, die Vegetationsdeckung ist nahezu vollständig, und die mittlere Wuchshöhe liegt bei ca. 30–40 cm. Sie siedelt ebenso auf Löss und hat eine mittlere Nährstoffzahl von 3,0 (nach ELLENBERG et al. 2001).

***Poa angustifolia*-Gesellschaft – Gesellschaft des Schmalblättrigen Rispengrases**

Die Bestände des Schmalblättrigen Rispengrases erinnern in ihrer Struktur wegen des dominanten Auftretens des namengebenden, meist später einseitig überhängenden Grases stark an die *Festuca rupicola*-Halbtrockenrasen. Obwohl sie zurzeit mit zu den häufigsten Gesellschaften auf den Porphyrkuppen zählt, wurde diese Gesellschaft von MAHN (1965), MEUSEL (1940) und SCHUBERT (1960) noch nicht erwähnt. Allerdings findet sich in SCHUBERT & MAHN (1959) bereits eine *Agropyron repens-Poa angustifolia*-Gesellschaft auf Rohbodenstandorten, die vor allem durch eine hohe Dominanz der Quecke (3 bis 4) sowie eine Reihe von Arten mit Verbreitungsschwerpunkt in Trocken- und Halbtrockenrasen gekennzeichnet ist. In der von PARTZSCH & KRUMBIEGEL (1996 a, b, c) und PARTZSCH (2000) für das Gebiet der Porphyrkuppenlandschaft als recht verbreitet beschriebenen *Poa angustifolia*-Gesellschaft ist die Quecke jedoch nicht vertreten. PASSARGE (1999) hat diese Dominanzgesellschaft zur eigenständigen Assoziations-Gruppe erhoben und der Klasse der Agropyretea repentis zugeordnet. Er unterscheidet innerhalb dieser Assoziationsgruppe drei Gesellschaften, wonach die Bestände in unserem Gebiet am stärksten dem Poa angustifoliae-Eryngietum campestris ähneln. Auch MUCINA et al. (1993) beschreiben ein Poa angustifoliae-Festucetum valesiacae, welches auf früher beweideten und danach brachgefallenen Standorten vorkommt. Ähnliche Beobachtungen gelten auch für unser Gebiet, wobei die Gesellschaft hauptsächlich in Plateaulage vorkommt. Wegen der Dominanz von *Poa angustifolia* bildet sich eine relativ dicht geschlossene Grasnarbe bei einem mittleren Deckungsgrad von nahezu 100 %. Infolge ihrer Hochwüchsigkeit (mittlere Wuchshöhe ca. 50 cm) und der hohen Deckung haben es andere Arten schwer, sich am Standort zu etablieren. Dies begründet eine geringe Diversität innerhalb der Gesellschaft (mittlere Artenzahl 15) und eine vergleichsweise geringe Zahl von gefährdeten und geschützten Sippen. Die mittlere Nährstoffzahl liegt bei 3,8 (nach ELLENBERG et al. 2001).

Falcario-Agropyretum repentis Müller et Görs 1969 – Sichelmöhren-Quecken-Rasen

Die Gemeine Quecke bildet ebenfalls dominante, knie- bis hüfthohe, konkurrenzkräftige Grasbestände, wobei drei Gesellschaften, das Falcario-Agropyretum, das Convolvulo-Agropyretum und das Cardario-Agropyretum, mit unterschiedlicher Häufigkeit auf den Kuppen auftreten. Die erstgenannte ist die am häufigsten, meist in den Randbereichen der Kuppen vorkommende Gesellschaft. Meist siedelt sie im Übergang zu den angrenzenden Äckern und Brachflächen, d.h. in einem Bereich, der deutlich nährstoffreicher als die Hänge bzw. Plateaus ist. Infolge der wirtschaftlichen Bearbeitung des Umlandes kommt es hier häufiger zu Störungen, deren Schäden gerade von diesen „Heilgesellschaften“ schnell überwachsen werden können.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Der durch die zartweißen Blütendolden der Sichelmöhre gekennzeichnete Queckenrasen ist vor allem in den kontinental getönten Landschaften des östlichen Mitteleuropas, häufig entlang von Ackerrainen, zu finden. Die Gesellschaft strahlt bis nach Südost-Niedersachsen aus, wird aber seltener und tritt nur im östlichen Niedersachsen zerstreut auf (PREISING et al. 1993). Sie ist jedoch auch in sommerwarm-trockenen, wintermilden Gebieten Nordbayerns, in Mainfranken und auf der Fränkischen Alb anzutreffen (POTT 1995) und kommt wahrscheinlich auch im Leine-Bergland vor (PREISING et al. 1993).

Je nach Dominanz der Quecke kann die Artenzahl in der Gesellschaft stark schwanken (zwischen 4 und 31); im Mittel sind es 14 Arten. Meist sind die Bestände dichtrasig, z.T. können sie aber auch etwas lockerwüchsiger sein (mittlere Deckung ca. 95 %). Neben den namengebenden Arten treten vor allem Ruderalarten hinzu, wie *Tripleurospermum perforatum*, *Atriplex oblongifolia* und *Lactuca serriola.* Die mittlere Nährstoffzahl liegt bei 5,5 (nach ELLENBERG et al. 2001).

Convolvulo-Agropyretum repentis Felf. 1973 – Ackerwinden-Quecken-Rasen

Diese Gesellschaft zeigt eine weite Verbreitung in Mitteleuropa. Sie ist häufig auf nährstoffreicheren, trockenen oder wechselfeuchten Lehm- und Lössböden vom Flach- bis zum Bergland anzutreffen. Nach POTT (1995) handelt es sich um eine hemerophile, in Ausbreitung begriffene Gesellschaft, die sowohl anthropogene als auch natürliche Halbtrockenrasen-Standorte besiedelt.

Im Vergleich zum Falcario-Agropyretum ist diese Gesellschaft deutlich seltener in der Porphyrkuppenlandschaft zu finden. Die Rasen erscheinen ebenso aufgrund der Dominanz der Quecke recht artenarm. Die mittlere Artenzahl liegt aber bei 18, da eine Vielzahl von meist kurzlebigen Ruderalarten in diese Bestände einwandert. Als begleitende Arten sind zu nennen: *Atriplex oblongifolia*, *Carduus acanthoides*, *Chenopodium album*, *Cirsium arvense*, *Descurainia sophia*, *Echium vulgare*, *Lactuca serriola*, *Fallopia convolvulus*, *Tripleurospermum perforatum* und *Viola arvensis*. Hinzu kommt noch eine Reihe von Wiesenarten, wie *Achillea millefolium*, *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata* und *Poa angustifolia.* Die mittlere Nährstoffzahl liegt bei 5,9 (nach ELLENBERG et al. 2001).

Nach Auffassung von WESTHUS (1980) kann das Convolvulo-Agropyretum durch Beweidung über einen Zeitraum von ca. 15 Jahren in das Festuco-Brachypodium überführt werden. Aufgrund seiner Randlage zwischen Porphyrkuppe und angrenzender Nutzfläche besitzt diese Gesellschaft unserer Ansicht nach eher eine gewisse Pufferwirkung und wird wohl kaum eine Sukzession zum artenreichen Halbtrockenrasen durchlaufen.

***Arrhenatherum elatius*-Gesellschaft (= Arrhenatheretum elatioris, Ausbild. ruderaler Standorte) – Gesellschaft des Hohen Glatthafers**

Glatthaferwiesen sind nach WILMANNS (1989), SCHUBERT et al. (1995) und POTT (1995) weit verbreitet in warmen, relativ niederschlagsarmen Gebieten (unter 600 mm Jahresniederschlag) der planaren bis kollinen Stufe auf frischen, nährstoffreichen und

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

lehmigen Standorten. Zunehmend tritt jedoch *Arrhenatherum elatius* dominant hervor, und die Bestände verarmen (BERG & MAHN 1990), so dass diese Gesellschaften sich nur schwer dem Dauco-Arrhenatheretum elatioris (Br.-Bl. 1919) Görs 1966 anschließen lassen (PARTZSCH 2000). In der Porphyrkuppenlandschaft treten sie vor allen an den weniger extremen, mäßig trockeneren und deutlich nährstoffreicheren Rändern, den Übergangszonen zu den angrenzenden Nutz- und Brachflächen auf und bilden hier fast meterhohe, dichte Bestände aus. Je nach Dominanz des Glatthafers existieren sehr artenarme Bestände (Artenzahl 3) bzw. solche mit hoher Diversität (Artenzahl bis 33; mittlere Artenzahl 17). Die mittlere Nährstoffzahl liegt bei 5,3 (nach ELLENBERG et al. 2001).

Neben der namengebenden Art treten häufig *Poa angustifolia*, *Achillea millefolium*, *Dactylis glomerata*, *Galium album* und *Hypericum perforatum* hinzu. Das Gros der begleitenden Arten zählt jedoch zu den Ruderalarten. Hierdurch deutet sich ein Übergang zu der von FISCHER (1988) beschriebenen Ruderalen Wiese, dem Tanaceto-Arrhenatheretum elatioris an. Eine Zuordnung zum Dauco-Arrhenatheretum elatioris Br.-Bl. 1915 lässt sich aufgrund des Fehlens der typischen Wiesenarten nicht vertreten.

Sisymbrio-Atriplicetum oblongifoliae Oberd. 1957 – Gesellschaft der Langblättrigen Melde

Auf Störstellen, vor allem im Kuppenrandbereich, aber auch auf den Plateaus selbst, treten die hochwüchsigen Bestände der einjährigen Langblättrigen Melde auf. Die Gesellschaft ist sehr häufig im Mitteldeutschen Trockengebiet auf trockneren, sandigen bis lehmigen, nährstoffreichen Lössstandorten zu finden. Nach SCHUBERT et al. (1995) ist sie eine typische, sich in der Agrarlandschaft ausbreitende Gesellschaft, die meist außerhalb von geschlossenen Siedlungen vorkommt. Dies gilt wohl nur für das Gebiet Mitteldeutschlands, da diese subkontinentale Gesellschaft im östlichen Niedersachsen bis Brandenburg nur noch wenige Vorkommen besitzt. Südlich reicht sie bis in die wärmegetönten Gebiete des Rhein-Maingebietes (POTT 1995). Die namengebende Art wird von GROSSE (1985) für die Porphyrkuppenlandschaft als erst seit einigen Jahren auftretend beschrieben. Damals siedelte sie schwerpunktmäßig auf in der Nähe der Verkehrswege liegendem, aufgelassenem, teilweise als Schutt- und Müllplätze genutztem, ehemaligem Bergbaugelände (z.B. bei Salzmünde und Beidersee). Die Gesellschaft der Langblättrigen Melde wird von ihm jedoch nicht erwähnt.

Meist ist die Gesellschaft nur sehr kleinflächig, z.B. in unmittelbarer Nähe von Tierbauen oder Bodenanrißstellen ausgebildet. Die Melde tritt hochdominant und dichtschließend (mittlere Deckung ca. 95 %) auf und bildet deshalb nur artenarme Bestände mit einer mittleren Artenzahl von 14 (Minimum 7, Maximum 22). Für die Gesellschaft konnte eine mittlere Nährstoffzahl von 5,7 ermittelt werden (nach ELLENBERG et al. 2001).

Als begleitende Arten sind vor allem *Euphorbia cyparissias*, *Dactylis glomerata*, *Poa angustifolia* und *Eryngium campestre* sowie eine Reihe sporadisch auftretende Ruderalarten zu nennen.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

5. Gültigkeit der Inseltheorie

Die Landschaft nordwestlich von Halle erscheint durch die Vielzahl unterschiedlich großer Porphyrkuppen, die in Äcker oder Brachen eingebettet sind, inselartig strukturiert. Hier liegt der Schluss nahe, die Gültigkeit der Inseltheorie von MACARTHUR & WILSON (1967) hinsichtlich inselartiger Strukturen auf dem Festland zu überprüfen (vgl. BLISS & PARTZSCH 1997, PARTZSCH & MAHN 1997, 1998). Die Kernpunkte dieser Theorie (Arten-Flächengröße-Beziehung, Equilibrium-Modell, Arten-turnover) sind vor allem in Bezug auf das Verhalten tierischer Organismen häufig untersucht und diskutiert worden.

Bei den Porphyrkuppen muss jedoch berücksichtigt werden, dass es sich hierbei nicht um „echte" Inseln handelt, die durch ein lebensfeindliches Medium (z.B. Salzwasser) voneinander isoliert sind (KRATOCHWIL 1998). Zwar stellen die angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen Barrieren zwischen den Kuppen dar, die aber durchaus von den Pflanzen- und Tierarten überwunden werden können. Vor allem auf den nahe gelegenen Brachen sind zumindest zeitweilig Arten zu finden, die sonst typischerweise auf den Porphyrkuppen siedeln. So konnten KRUMBIEGEL & KLOTZ (1996) im Artenbestand der umliegenden Brachen gut ein Viertel an typischen Trocken- und Halbtrockenrasenarten nachwiesen. HAEUPLER (1998) schlug für derartige unvollständig isolierte, inselartige Strukturen auf dem Festland den Begriff Habitatisolate vor.

Die Verteilung der Werte (Abb. 12, oben) weist den Kurvenverlauf einer Potenzfunktion auf, die dazu veranlasst, aus der doppelt logarithmischen Darstellung die Regressionsgerade zu berechnen. Hierzu wird die von PRESTON (1962) vorgeschlagene Gleichung angewendet ($\log y = z * \log x + \log c$; y = Artenzahl, x = Flächengröße, z = Regressionskoeffizient = Anstieg der Gerade; c = Schnittpunkt mit der y-Achse) (Abb. 12, unten). Aus dem Anstieg der Geraden lässt sich so eine theoretischen Zunahme der Artenzahl um 1,9 mit Vergrößerung der Fläche vorhersagen. Entsprechend dem Schnittpunkt mit der y-Achse (c-Wert = 0,8165) ergibt sich theoretisch auch auf kleinster Fläche eine minimale Artenzahl von 7. Das Bestimmtheitsmaß r^2 gibt an, dass ca. 65 % der Variation des Gesamtartenzahl durch die Variation der Flächengröße bestimmt wird.

Der sich aus der Berechnung der Artenzahl-Flächengröße-Gleichung ergebende z-Wert wurde von verschiedenen Autoren zur Unterscheidung von echten Inseln und Habitatisolate genutzt. Folgt man der Auffassung von PRESTON (1962), der für Inseln einen z-Wert zwischen 0,20 und 0,35 sowie für Habitate zwischen 0,12 und 0,17 angibt, so bedeutet das für die untersuchten Porphyrkuppen einen relativ hohen Isolierungsgrad (z-Wert = 0,279). Der durch den z-Wert verdeutlichte Anstieg der Regressionsgeraden lässt auf einen theoretischen Artenzuwachs mit steigender Flächengröße schließen. Somit kann die Artenzahl-Flächengröße-Beziehung für die Porphyrkuppenlandschaft mit relativ hoher Sicherheit bestätigt werden.

Der Zuwachs von Arten ist dabei nicht allein von der Zunahme der Flächengröße abhängig, sondern vielmehr von einem Anstieg der standörtlichen Heterogenität. Dies unterstreicht die Flächen-Habitatdiversität-Hypothese (SUGIHARA 1980), die zugleich dadurch

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

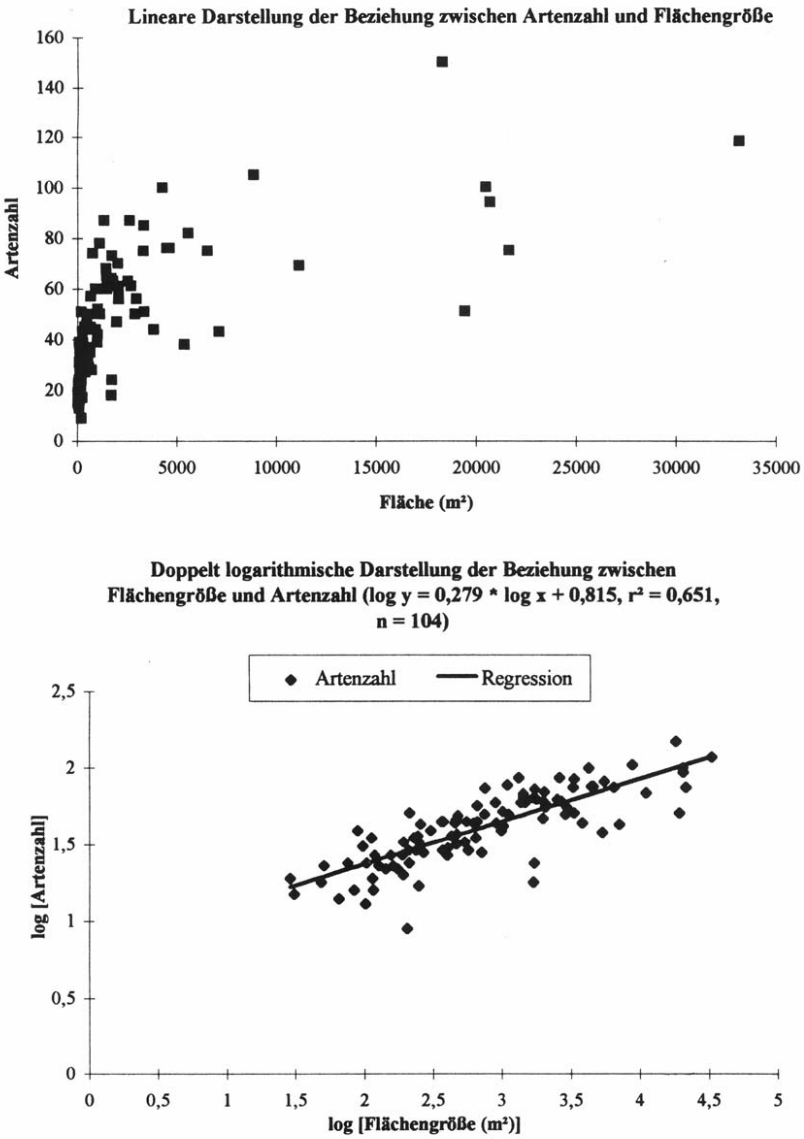


Abb. 12: Lineare Darstellung (oben) und doppelt logarithmische Darstellung (unten) des Zusammenhanges zwischen Flächengröße und Gesamtartenzahlen auf den Porphyrkuppen sowie Berechnung der Regressionsgeraden (aus PARTZSCH & MAHN 1998).
Fig. 12: Linear diagram (above) and double logarithmic diagram (below) of the relationship between area size and number of species on the porphyry outcrops and the calculation of the regression line (from PARTZSCH & MAHN 1998).

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

unterstützt wird, dass mit zunehmender Größe der Kuppen auch die absolute Anzahl der Pflanzengesellschaften sowie die Häufigkeit von deren Auftreten zunehmen.

6. Differenzierung des floristischen Inventars in Abhängigkeit von der Flächengröße und Genese der Porphyrkuppen

Eine häufige Kritik an dem Flächengröße-Artenzahl-Modell ist, dass der Biologie der Arten wenig Aufmerksamkeit geschenkt wird. Deshalb haben wir Arten zu Gruppen mit ähnlicher soziologischer bzw. ökologischer Bindung zusammengefasst und ihr Vorkommen in Abhängigkeit von der Flächengröße der Kuppen untersucht (Abb. 13). Dabei weisen die typischen Artengruppen der xerothermen Standorte (Sedo-Scleranthetea, Festuco-Brometea) eine sehr gute Korrelation (ca. 76 %) mit zunehmender Flächengröße auf. Allerdings zeigen die Arten nährstoffreicherer Standorte (Molinio-Arrhenatheretea) sowie die Ruderalarten eine deutlich geringere Korrelation (26 %). Letzteres ist umso erstaunlicher, da die Ruderalarten gut ein Drittel des Gesamtartenspektrums ausmachen. Interessant ist, dass auch die schutzwürdigen Arten (Rote-Liste-Arten bzw. geschützte Arten) mit zunehmender Flächengröße der Kuppen eine gute Korrelation (68 %) aufweisen.

Bei der Ausstattung der Kuppen unterschiedlicher Entstehungszeit ergeben sich folgende Zusammenhänge (Abb. 14): Auf den sehr jungen Kuppen, die erst in den letzten 10 Jahren entstanden sind, sowie den jungen Kuppen (50–60 Jahre alt), also solchen rein anthropogenen Ursprungs, liegt die mittlere Artenzahl zwischen 24 und 32, während sie auf den älteren, z.T. wohl schon in vor- oder frühgeschichtlicher Zeit vorhandenen Kuppen bei 56 liegt. Dabei interessierte vor allem, inwieweit sich die soziologische Zusammensetzung des Artenspektrums verändert. Auf den jungen und sehr jungen Kuppen dominiert der Anteil der Ruderalarten mit 58–65 %. Von den Arten der anthropo-zoogenen Wiesen und Heiden sind die Festuco-Brometea-Arten mit ca. 12 % am stärksten vertreten. Nardo-Calluntetea-Arten fehlen nahezu ganz, während die Arten der übrigen Klassen mit Anteilen zwischen 5 und 12 % vorkommen. Gehölze konnten sich auf den jungen Kuppen nur in geringem Maße oder noch gar nicht etablieren. Die sie meist begleitenden Saumarten sind aber schon zu 4 bis 8 % vertreten (vgl. PARTZSCH & MAHN 1997, 1998).

Mit zunehmendem Kuppenalter liegt der Anteil der typischen, z.T. seltenen Trocken- und Halbtrockenrasenarten höher, während die ruderalen Elemente nur noch zu 35 % am Bestandsaufbau beteiligt sind. Daneben sind die Festuco-Brometea-Arten mit ca. 20 % die am häufigsten vertretene Gruppe. Der Anstieg des Gehölzanteils wird ebenfalls deutlich.

Betrachtet man die Beziehungen zwischen Artenspektrum und Flächengröße (Abb. 15) nur innerhalb einer Alterskategorie („Sehr alte Kuppen“, n = 41), so ergeben sich folgende Zusammenhänge: Auch hier steigen die Gesamtartenzahlen mit zunehmender Flächengröße der Kuppen von durchschnittlich 35 auf den sehr kleinen Kuppen bis auf durchschnittlich 87 auf den sehr großen Kuppen. Durch „edge“-Effekte beträgt der Anteil der Ruderalarten auf den sehr kleinen Kuppen 47 %, der mit zunehmender Flächengröße jedoch auf 15 % sinkt. Auch die nährstoffreichere Standorte bevorzugenden Molinio-Arrhenatheretea-Arten zeigen eher ein rückläufiges Verhalten mit zu-

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

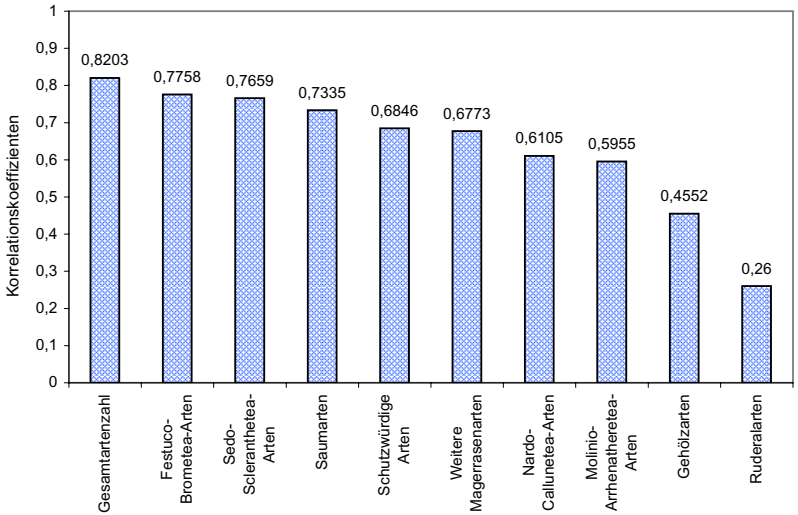


Abb. 13: Vergleich der Korrelationskoeffizienten (Spearman-Rang-Test) der typischen Artengruppen im Bezug zur Flächengröße der Porphyrkuppen (aus PARTZSCH & MAHN 1998).
Fig. 13: Comparison of the correlation coefficients of species groups in dependence on area size of the porphyry outcrops (from PARTZSCH & MAHN 1998).

nehmender Flächengröße. Dafür nimmt aber der Anteil der wertvollen und typischen Arten der Nardo-Callunetea, der Sedo-Scleranthetea und der Festuco-Brometea sowie der der weit verbreiteten Magerrasenarten mehr oder weniger deutlich mit der Größe der Kuppen zu.

7. Differenzierung des Vegetationsmosaiks in Abhängigkeit von der Flächengröße und Genese der Porphyrkuppen

Unsere Analysen ergaben, dass die Zusammensetzung des Vegetationsmosaiks sowie die Häufigkeit des Auftretens der einzelnen Pflanzengesellschaften sowohl von der Flächengröße als auch vom Alter der Kuppen abhängig sind (Abb. 17).

Es konnte zunächst festgestellt werden, dass auf den sehr kleinen Kuppen in der Hauptsache sowohl Ruderalgesellschaften als auch artenarme Dominanzbestände von *Elytrigia repens*, *Arrhenatherum elatius*, *Poa angustifolia* und *Festuca rupicola* vorherrschen. Diese Gesellschaften die eher als störungstolerant gelten, können sich an diesen Standorten trotz starker „Randeffekte“ des unmittelbaren Umfeldes behaupten. Durch die ackerbauliche Nutzung werden sie mehr oder weniger regelmäßig sowohl mechanischen Störungen als auch der Zufuhr von Nährstoffen in Form von Düngemitteln, aber auch Herbiziden, ausgesetzt. Sensible, konkurrenzschwache Arten bzw. Gesellschaften haben es somit schwer, sich hier zu etablieren. Mit zunehmender Flächengröße sind die Ruderalgesellschaften sowie die halbruderalen Halbtrockenrasen (Falcario-Agropyretum, Convolvulo-Agropyretum) und die

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

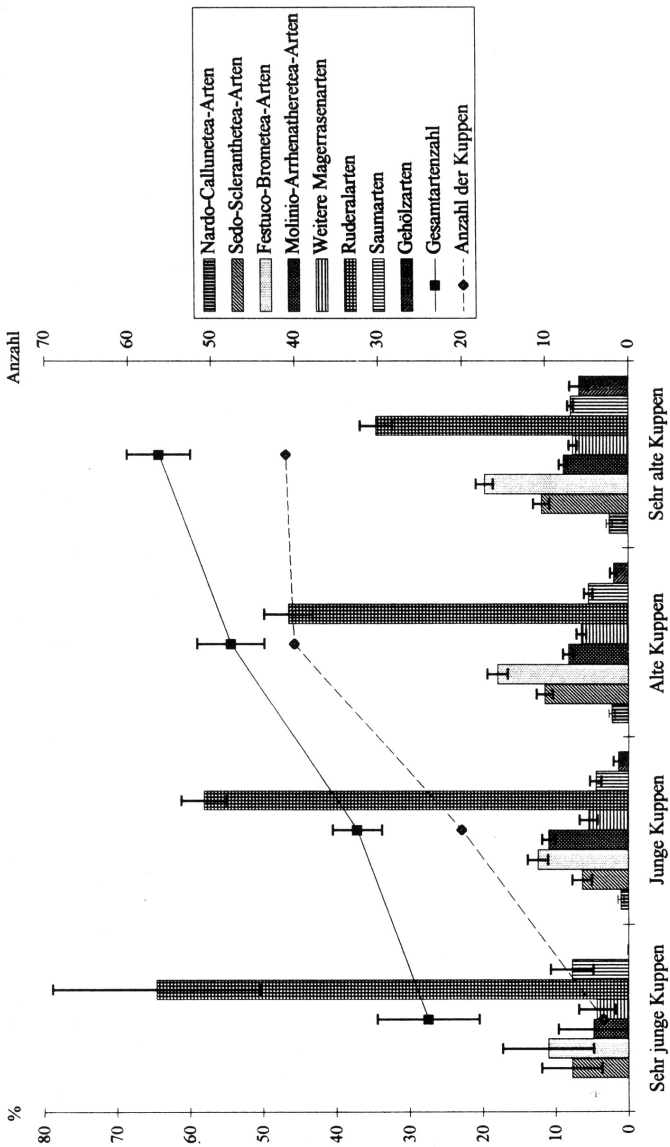


Abb. 14: Prozentuale Anteile (linke Ordinate) der soziologischen Artengruppen und mittleren Gesamtartenzahlen (rechte Ordinate) in Abhängigkeit vom Alter der Porphyrkuppen. Alterskategorien: sehr junge Kuppen < 10 Jahre, junge Kuppen 50 – 60 Jahre, alte Kuppen ca. 100 Jahre, sehr alte Kuppen >> 140 Jahre (aus PARTZSCH & MAHN 1998).

Fig. 14: Percentage (left ordinate) of the sociological species groups and the mean species number (right ordinate) in dependence on the age of the outcrops. Age categories: very young outcrops < 10 years, young outcrops 50-60 years, old outcrops 100 years, very old outcrops >> 140 years (from PARTZSCH & MAHN 1998).

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

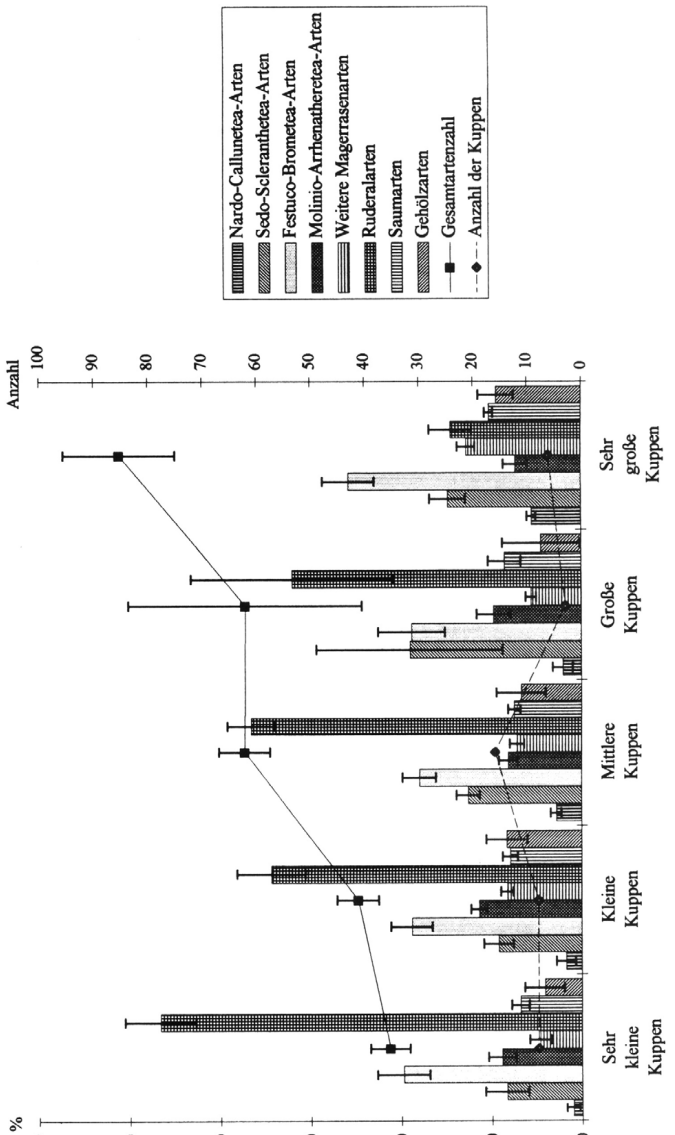


Abb. 15: Prozentuale Anteile (linke Ordinate) der soziologischen Artengruppen und mittleren Gesamtartenzahlen (rechte Ordinate) auf den sehr alte Kuppen (n = 41) in Abhängigkeit von der Flächengröße der Porphyrkuppen. Größenkategorien: sehr kleine Kuppen < 500 m², kleine Kuppen 501–1.000 m², mittelgroße Kuppen 1.001–5.000 m², große Kuppen 5.001–10.000 m², sehr große Kuppen > 10.000 m² (aus PARTZSCH & MAHN 1998).

Fig. 15: Percentage (left ordinate) of the sociological species groups and the mean species number (right ordinate) of the very old porphyry outcrops (n = 41) in dependence on the area size of the outcrops. Size categories: very small outcrops < 500 m², small outcrops 501–1.000m², mean size outcrops 1.001–5.000 m², large outcrops 5.001–10.000 m², very large outcrops > 10.000 m² (from PARTZSCH & MAHN 1998).

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Arrhenatheretum elatius-Gesellschaft in der Hauptsache im Saumbereich, d.h. im Übergang zwischen Kuppenfuß und angrenzender Nutzfläche zu finden. Sie bilden damit eine Art Pufferzone, für die an den Kuppenhängen bzw. –plateaus siedelnden Gesellschaften. Dort können sich dann im zunehmenden Maße auch störungsempfindliche Magerrasenarten ansiedeln und zu entsprechenden Trocken- und Halbtrockenrasen zusammentreten. Die größeren Kuppen heben sich meist deutlich stärker aus der umgebenden Landschaft heraus, so dass dadurch eine stärkere Variation der standörtlichen Verhältnisse in Abhängigkeit von der Exposition und Inklination auftritt. Hier konnte sich an den mikroklimatisch ausgewogeneren Nordhängen das Euphorbio-Callunetum ausbilden. Im Gegensatz dazu bevorzugt das Filipendulo-Helictotrichetum meist die sonnenbegünstigten Plateaubereiche der Porphyrkuppen. Das Auftreten der kontinentalen Trockenrasen (Festuco valesiaceae-Stipetum capillatae) sowie der kontinentalen Halbtrockenrasen (Festuco-Brachypodietum pinnati) ist an mehr oder weniger mächtigen Lössauflagen gebunden (vgl. MAHN 1965). An die extremen Verhältnisse der Westhänge hinsichtlich Einstrahlung und Wind ist das aus konkurrenzschwachen, aber gut an diese Bedingungen angepassten Arten aufgebaute Thymo-Festucetum cinereae gebunden, dass hier Existenzchancen hat, weil es kaum von anderen Arten bzw. Gesellschaften überwachsen werden kann (vgl. KRUMBIEGEL et al. 1998). Die Differenzierung der standörtlichen Verhältnisse steigt erst mit zunehmender Flächengröße.

Die Beziehungen zwischen dem Auftreten der einzelnen Gesellschaften und der Flächengröße gehen aus der Berechnung der Korrelationskoeffizienten (Abb. 16, oben) hervor. Hier zeigt sich, dass die Anzahl der auftretenden Gesellschaften zu 75 % mit zunehmender Flächengröße hoch signifikant korrelieren, wobei dies noch von der Anzahl der je Kuppe erstellten Vegetationsaufnahmen übertroffen wird (78 %), in der sich die standörtliche Variabilität widerspiegelt. Dies impliziert, dass die von MACARTHUR & WILSON (1967) postulierte Flächengröße-Arten-Beziehung ihrer Inseltheorie auch Gültigkeit auf dem Niveau der Pflanzengesellschaften besitzt, wobei die Vielfältigkeit des Vegetationsmosaiks von der standörtlichen Heterogenität abhängig ist, die die Flächen-Habitatdiversität-Hypothese von SUGIHARA (1980) unterstreicht.

Die Verteilung der einzelnen Gesellschaften auf den Kuppen weist jedoch deutliche Unterschiede auf. Das Auftreten der wertvollen Trocken- und Halbtrockenrasen sowie der Zwergstrauchheiden korreliert mit zunehmender Flächengröße zwischen 47 und 65 %, wobei die höchste Übereinstimmung für das Thymo-Festucetum (65 %), das Euphorbio-Callunetum (61 %), das Filipendulo-Helictotrichetum (55 %) und die *Festuca rupicola*-Gesellschaft (47 %) festgestellt werden konnte. Die Beziehungen sind jeweils hochsignifikant. Interessant ist, dass für die an häufigere Störungen angepassten Quecken-Pionierrasen (Falcario-Agropyretum, Convolvulo-Agropyretum) sowie die kurzlebige Ruderalgesellschaft (Sisymbrio-Atriplicetum oblongifoliae) sogar negative Korrelationen bestehen.

Bei der Bewertung des Einflusses der Kuppengenese auf die Zusammensetzung des Vegetationsmosaiks kommt neben der unterschiedlichen Anzahl von Kuppen entsprechend den vier Alterskategorien erschwerend hinzu, dass sich die Parameter

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

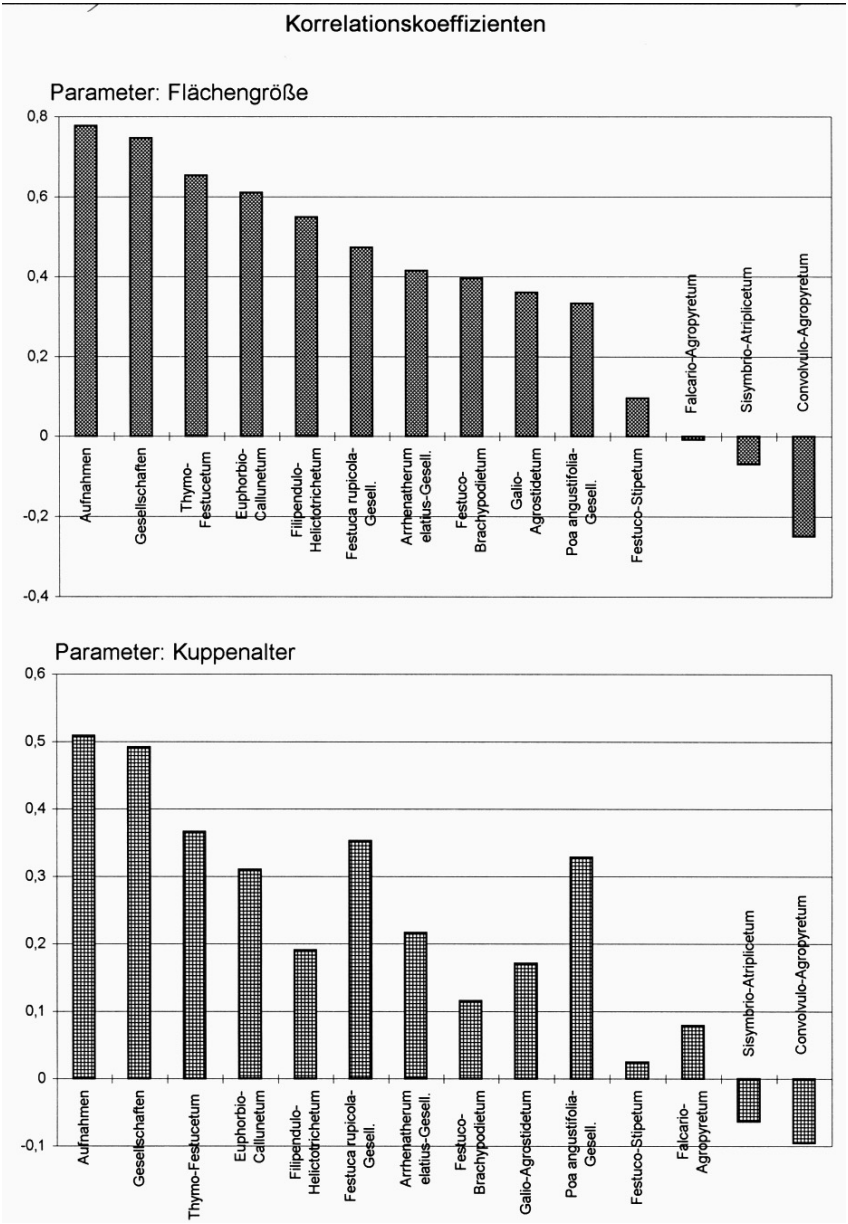


Abb. 16: Vergleich der Korrelationskoeffizienten zwischen dem Auftreten der Pflanzengesellschaften auf den Porphyrkuppen in Abhängigkeit von Flächengröße und Genese der Kuppen (aus PARTZSCH 2001).

Fig. 16: Comparison of the correlation coefficients of the present plant communities in dependence on area size and genesis of the porphyry outcrops (from PARTZSCH 2001).

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Flächengröße und Entstehungszeit z.T. überlagern, d.h. dass die großen Kuppen meist älter und die jungen, gerade neu entstandenen Kuppen auch sehr klein sind. Daneben existiert eine ganze Reihe von sehr alten Kuppen mit Flächengrößen unter 500 m². Aus diesem Grund sind die Korrelationen zwischen dem Vorkommen der Pflanzengesellschaften und dem Alter der Kuppen (Abb. 16, unten) nicht so deutlich wie in Bezug zur Flächengröße. Es fällt zunächst auf, dass sich auf den erst in jüngster Vergangenheit entstandenen kleinen Kuppen, nach Auflassung der Nutzung zunächst kurzlebige Ruderalgesellschaften, wie das Sisymbrio-Atriplicetum oblongifoliae, bzw. sogenannte „Heilgesellschaften", wie die halbruderalen *Elytrigia repens*- und *Poa angustifolia*-Dominanzbestände, einstellen. Mit zunehmendem Alter der Kuppen treten mehr und mehr die acidophytischen Felsheiden und Silikatmagerrasen, die kontinentalen Trocken- und Halbtrockenrasen und die atlantischen Zwergstrauchheiden hinzu, so dass auf den in vor- bzw. frühgeschichtlicher Zeit entstandenen Porphyrkuppen das gesamte Spektrum der untersuchten Gesellschaften, einschließlich der auf Störstellen und an den Kuppenrändern vorkommenden Ruderalgesellschaften vertreten ist (Abb. 17).

Aus den Korrelationskoeffizienten zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Diversität auf Gesellschaftsebene und der Entstehungszeit der Kuppen ergibt sich eine 51%ige, hochsignifikante Übereinstimmung (Abb. 16, unten). Für die einzelnen Gesellschaften liegen die Werte mehr oder weniger darunter. Am besten korreliert das Auftreten des Thymo-Festucetum cinereae (37 %), des Euphorbio-Callunetum (31 %), der Festuca rupicola-Gesellschaft (35 %) und der *Poa angustifolia*-Gesellschaft (33 %) mit dem Kuppenalter (signifikant). Dass gerade die beiden letztgenannten Gesellschaften eine relativ hohe Bindung zu alten Standorten aufweisen, könnte ein Argument dafür sein, dass es sich hierbei um Dominanzbestände handelt, die aufgrund der seit 1990 eingestellten Beweidung aus dem ehemals weitverbreiteten, artenreichen Festuco-Brachypodietum pinnati hervorgegangen sind (vgl. PARTZSCH 2000). Dass die Entwicklung von Gras-Dominanzbeständen in Halbtrockenrasen sich negativ auf den Artenreichtum dieser Gesellschaften auswirkt, konnte WILLEMS (1987) nachweisen.

Für das Festuco-Stipetum capillatae (mit allerdings nur 14 Vegetationsaufnahmen) ergibt sich eine schwache Korrelation, da diese Gesellschaft schon auf sehr jungen Kuppen vorkommen kann, dann allerdings in Form stark ruderalisierter Initialbestände, die von *Festuca valesiaca*, ohne *Stipa capillata*, aufgebaut sind. Eindeutig negative Korrelationen ergeben sich für die ruderal beeinflussten Gesellschaften (Convolvulo-Agropyretum, Sisymbrio-Atriplicetum oblongifoliae), die eher an gestörten bzw. neugeschaffenen Standorten ihren Verbreitungsschwerpunkt aufweisen. Bei ausbleibenden Störungen unterliegen diese Gesellschaften schnell der Sukzession und werden durch andere, standorttypischere Gesellschaften abgebaut (vgl. Kap. 10).

Aus dem Vergleich des Auftretens der Pflanzengesellschaften in Abhängigkeit vom Alter der Kuppen hat sich gezeigt, dass vor allem die an diese spezifischen Standortbedingungen angepassten Gesellschaften, wie das Thymo-Festucetum cinereae, das Euphorbio-Callunetum, das Filipendulo-Helictotrichetum und die artenreiche Ausbildung des Festuco-Brachypodietum, zur Indikation historisch alter und

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

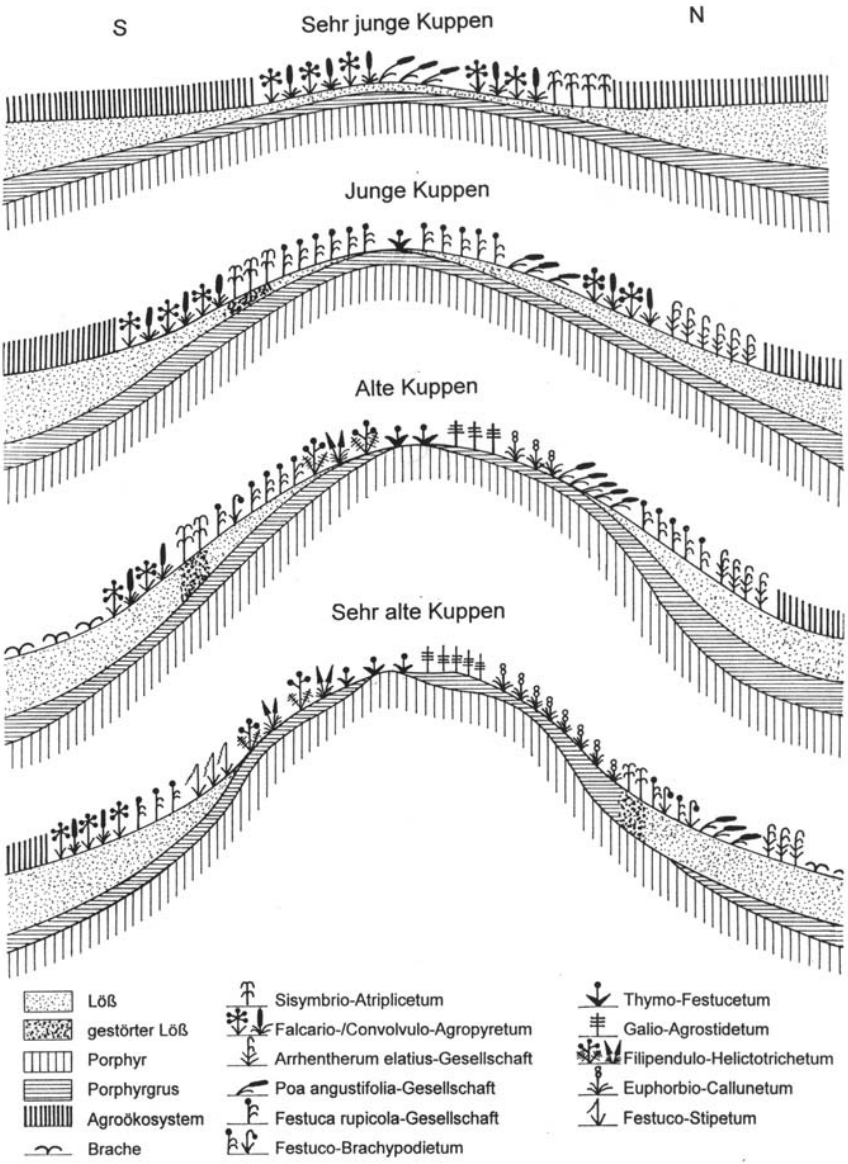


Abb. 17: Schematische Darstellung des Vegetationsmosaiks auf den Porphyrkuppen in Abhängigkeit von der Genese der Standorte (aus PARTZSCH 2001).
Fig. 17: Vegetation mosaics of the porphyry outcrops in dependence on the genesis of the location (from PARTZSCH 2001).

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

somit wertvoller Standorte herangezogen werden können. Dabei muss jedoch betont werden, dass es sich hierbei nicht um Fragmentgesellschaften handeln darf, sondern die Phytocoenosen in ihrer typischen Ausbildung auftreten sollen.

Hinsichtlich des Arteninventars konnte festgestellt werden, dass eine Reihe von Arten ausschließlich auf den alten bzw. sehr alten Kuppen siedelt. So wurden *Antennaria dioica*, *Astragalus danicus*, *Biscutella laevigata*, *Campanula glomerata*, *Carex humilis*, *Gagea bohemica*, *Muscari tenuiflorum*, *Orchis morio*, *Prunella grandiflora*, *Pulsatilla vulgaris*, *Pseudolysimachion spicatum*, *Seseli hippomarathrum*, *Thesium linophyllon* und *Viola canina* Zeigerwerteigenschaften für historisch alte Xerothermrasengesellschaften zugesprochen. Viele dieser Arten gelten als Eiszeitrelikte, die vermutlich in unser Gebiet eingewandert sind, noch bevor Europa dicht von Wald bedeckt war und somit natürliche Ausbreitungsbarrieren entstanden sind (POTT 1996, SPEIER 1996, BECKER 2003). Die Arten sind polykarp und können über mehrere Jahre am Standort ausdauern. Für viele dieser krautigen Arten ist jedoch völlig unklar, wie alt sie überhaupt werden können, nachdem sie sich etabliert haben. VORONTZOVA & ZAUGOLNOVA (1985) wiesen für *Festuca valesiaca* bzw. *F. rupicola* nach, dass sie ein Alter von 30 bzw. 40 Jahren, *Stipa pennata* sogar von 75 Jahren erreichen können. Auch für das in unseren Halbtrockenrasen häufig vorkommende Gras *Brachypodium pinnatum* konnten BÄRLOCHER et al. (2000) mittels Dauerflächenuntersuchungen ein Alter zwischen 25 und 147 Jahren bestimmen. Für den dicotylen Geophyten *Anemone nemorosa* fanden STEHLIK & HOLDEREGGER (2000) mit Hilfe der Alloenzymanalyse sogar ein Alter zwischen 190 und 320 Jahren heraus. Die Lebensdauer bzw. das Alter ist somit ein Schlüsselmerkmal für die Lebensgeschichte der Pflanzen, welches maßgeblich das Überleben einer Arten unter spezifischen Umweltbedingungen bestimmt (SCHWEINGRUBER & POSCHLOD 2005). Es ist ein wesentlicher Parameter, der sowohl die Dynamik von Pflanzengesellschaften mitbestimmt als auch als ein wichtiger Faktor für die Bewertung der Habitatqualität gilt.

Nach dem von FRANZ (1952/53) formulierten dritten biocoenotischen Grundprinzip gilt, dass sich erst artenreiche Phytocoenosen entwickeln können, wenn sich die Milieubedingungen an einem Standort, bei gleichartigen Umweltbedingungen, kontinuierlich entwickelt haben; .."umso artenreicher ist seine Lebensgemeinschaft, umso ausgeglichener und umso stabiler ist sie" (vgl. HOBOHM 1998).

8. Etablierungschancen von Adventivpflanzenarten

Adventivarten wurden zu unterschiedlichen Zeiten in das Gebiet Mitteleuropas durch die bewusste oder unbewusste Tätigkeit des Menschen eingebracht. Dabei lagen die Ausbreitungszentren bewusst eingebrachter Sippen (häufig als Zier- oder Kulturpflanzen), in Gärten sowie im Obst- und Feldanbau (ADOLPHI 1995), wohingegen unbewusst eingeschleppte Adventivarten sich zunächst in unmittelbarer Nähe von Hafen- oder Bahnhofsanlagen und Wollkämmereien (FIEDLER 1938) etablierten und sich dann durch viatische Migration (DOMIN 1931) entlang von meist linienförmigen Straßen- oder Uferbereichen (KOPECKÝ 1988, BRANDES 1991, BRANDES & SANDERS 1995, GRIESE 1998, LOTZ 1998) über das Gebiet ausbreiteten.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Über die Ansiedlung solcher Arten wird häufig und in vielfältiger Weise berichtet, wobei der Siedlungsschwerpunkt für Archaeophyten vor allem in den Ackerunkrautgesellschaften und der für die Neophyten in den Ruderalgesellschaften und somit in anthropogen stark beeinflussten Biotopen liegt. Wir wollten der Frage nachgehen, inwieweit es Adventivarten gelingt, auch in naturnahe und halbnatürliche Vegetationskomplexe der Porphyrkuppenlandschaft einzudringen. Hier wird zunächst der Frage nachgegangen, wie hoch der Anteil von Adventivarten insgesamt in diesem Gebiet ist und inwieweit diese Vertreter Etablierungsmöglichkeiten in den verschiedenen Pflanzengesellschaften des xerothermen Vegetationsmosaiks besitzen. Ebenso ist die Frage interessant, ob von den eingewanderten Arten eventuell eine Gefährdung für die Struktur der naturnahen Pflanzengesellschaften ausgeht.

Um die Einnischung von Adventivarten in diese xerothermen Vegetationskomplexe auch zeitlich nachvollziehen zu können, wurden historische Dokumente, wie die Floren der Umgebung von Halle von GARCKE (1848), des gesamten hercynischen Gebietes von HAMPE (1873) sowie die Beschreibung der Vegetationsverhältnisse der halleschen Umgebung von SCHULZ (1887) zugrunde gelegt.

Bei der Analyse überrascht ein relativ hoher Anteil an Adventivarten (Abb. 18). Im Vergleich zur Vegetationsstruktur dörflicher Siedlungen (zwischen 15 und 20 %), die sich im engeren räumlichen Kontakt befinden, ist dieser Anteil mit gut einem Viertel der Arten des Gesamtinventars (insgesamt 369 Arten) relativ hoch (MAHN & PARTZSCH 1995). 28 Arten (7,6 %) sind davon Neophyten. Demgegenüber sind 67 Arten (18,2 %) bereits in prähistorischer Zeit in unser Gebiet gelangt und gelten als Archaeophyten.

Neben dem Aufbau von eigenständigen, meist kleinflächig an Störstellen ausgebildeten Gesellschaften gelingt es auch den Adventivpflanzenarten in die xerothermen Vegetationseinheiten einzudringen, wobei deren Anteil in den verschiedenen Gesellschaften sehr unterschiedlich sein kann (Abb. 19). Während die Anzahl an Archaeophyten zwischen minimal 11 und maximal 41 liegt, sind an Neophyten nur bis maximal 10 verschiedene Arten in den Gesellschaften zu finden. Auffällig ist, dass der Anteil an Adventivpflanzenarten in Abhängigkeit von der Naturnähe, dem Kultureinfluss und der phytozönotischen Struktur variiert. Den geringsten Anteil an Adventivpflanzenarten besitzen dabei das Euphorbio-Callunetum und das Festuco-Brachypodietum pinnati, wobei die erstgenannte acidophytische Gesellschaft auf Silikatgestein, die letztgenannte basiphytische auf mittel- bis tiefgründigen Lössdecken siedeln. Entscheidend für die geringen Etablierungschancen von Hemerochoren scheinen hier die dichte oberirdische Streuauflage und die starke unterirdische Wurzelkonkurrenz zu sein. Die „Widerstandsfähigkeit“ von Trocken- und Halbtrockenrasen- sowie Felsheidegesellschaften gegenüber der Einwanderung von Ruderal- und Segetalarten aus angrenzenden Bracheflächen konnte im Untersuchungsgebiet mittels Transekt auch durch KRUMBIEGEL et al. (1998) belegt werden.

Hinsichtlich der edaphischen und mikroklimatischen Verhältnisse besiedeln das Thymo-Festucetum cinereae und das Festuco-Stipetum capillatae wohl die extremsten Standorte, die bei unveränderten Standortbedingungen im Gegensatz zu den anderen Gesellschaften nicht der Sukzession unterliegen. Sie gelten deshalb als na-

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

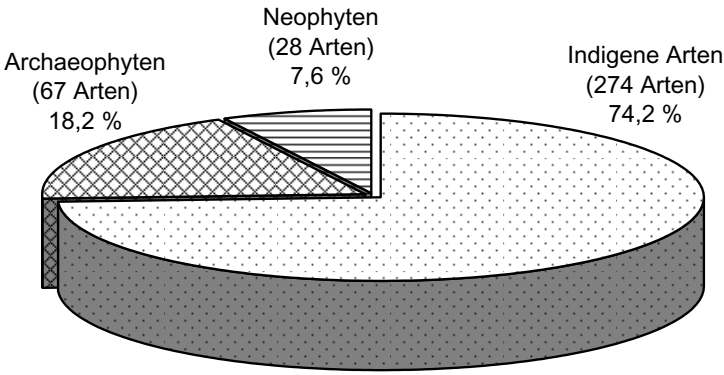


Abb. 18: Anteil der Adventivpflanzenarten (Archaeophyten und Neophyten) am Gesamtartenbestand der untersuchten Porphyrkuppen (aus PARTZSCH & MAHN 2001).
Fig. 18: Proportion of the adventive species (archaeophyts and neophyts) on the plant species diversity of the porphyry outcrops (from PARTZSCH & MAHN 2001).

türliche bzw. naturnahe Vegetationseinheiten. Aufgrund der sehr lückigen Struktur der Pflanzendecke ist eine Vielzahl von ökologischen Nischen vorhanden, in die hier Adventivpflanzen einwandern können. Zwischen beiden Gesellschaften ergeben sich jedoch Unterschiede, die durch die bessere Nährstoffverfügbarkeit auf den Lössstandorten bedingt sind. Den höchsten Anteil an Alt- und Neueinwanderern weisen die Dominanzbestände von *Festuca rupicola*, *Poa angustifolia* und *Elytrigia repens* auf, die sich aufgrund ihrer Nähe zur angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzfläche durch einen hohen Kultureinfluss auszeichnen. Interessant ist, dass die *Arrhenatherum elatius*-Gesellschaft, die durch das hochdominante Auftreten des namengebenden Archaeophyten (STUDER-EHRENSBERGER 1995, KÖRBER & GROHNE 1990) ausgezeichnet ist, auch die höchste Anzahl von insgesamt 51 Adventivpflanzenarten enthalten kann.

Der historische Vergleich mit den Florenwerken aus dem 19. Jahrhundert (GARCKE 1848, HAMPE 1873, SCHULZ 1887) hat gezeigt, dass bis auf wenige Ausnahmen bereits die heute im Gebiet auftretenden Archaeophyten sowie etwa die Hälfte der Neophyten bekannt und somit potentiell zur Besiedlung dieser xerothermen Vegetationseinheiten vorhanden waren. Inwieweit dies möglich war, konnte jedoch erst aus der Arbeit von ALTEHAGE (1937) zu den silikatischen „Steppenheidehängen" zwischen Rothenburg und Könnern geschlossen werden, der erstmals für unser Gebiet eine Vegetationserfassung nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1928) vornahm. Insgesamt lassen sich in seinen Aufnahmen sieben Adventivarten finden. Ebenso ergab die Analyse der xerothermen Vegetationseinheiten mit dem Aufnahmematerial aus den 50er und 60er Jahren (MAHN 1965, SCHUBERT 1960) sowohl hinsichtlich der Anzahl als auch des Anteils an Adventivpflanzenarten im Vergleich zu heute deutlich geringere Werte (Abb. 20). Dies gilt allerdings vornehmlich für die acidophyti-

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

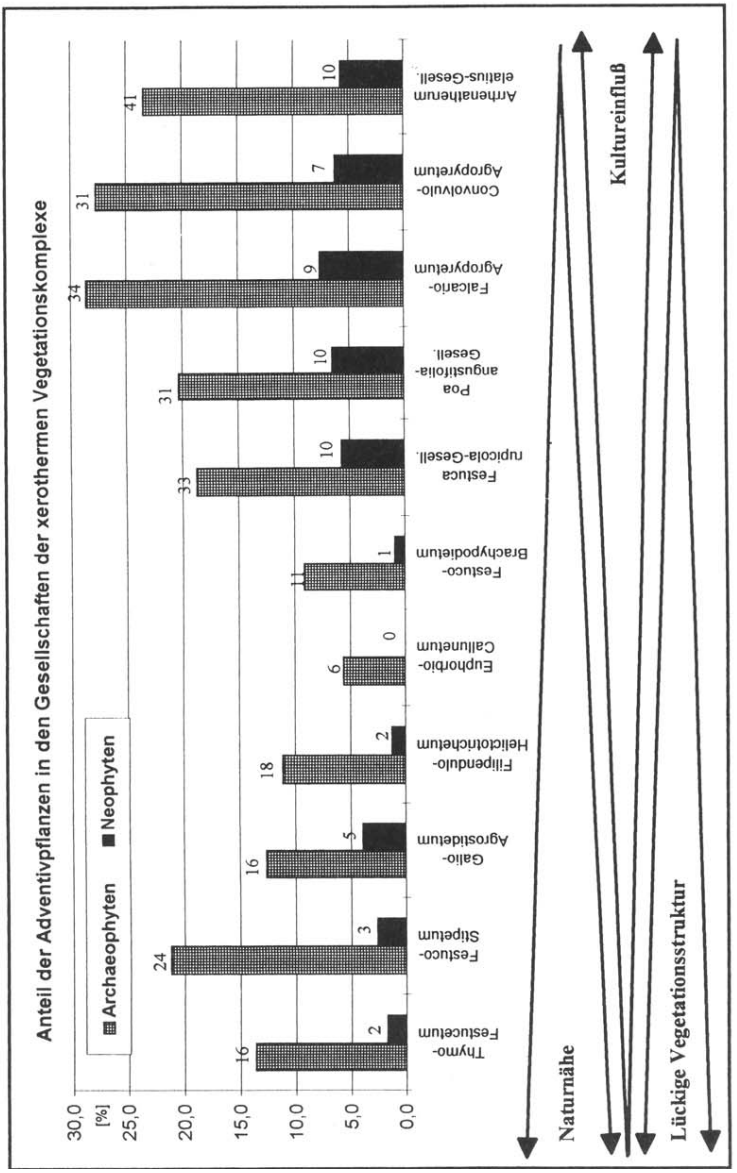


Abb. 19: Vergleich des prozentualen Anteils (Balkenhöhe) sowie der absoluten Anzahl (Zahlen über den Balken) von Archaeophyten und Neophyten in den 11 wichtigsten Pflanzengesellschaften der Porphyrkuppen (aus PARTZSCH & MAHN 2001).
Fig. 19: Comparison of the percentage (height of bars) and absolute numbers (number on bars) of the archaeophyts and neophyts in the 11 most common plant communities of the porphyry outcrops (from PARTZSCH & MAHN 2001).

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

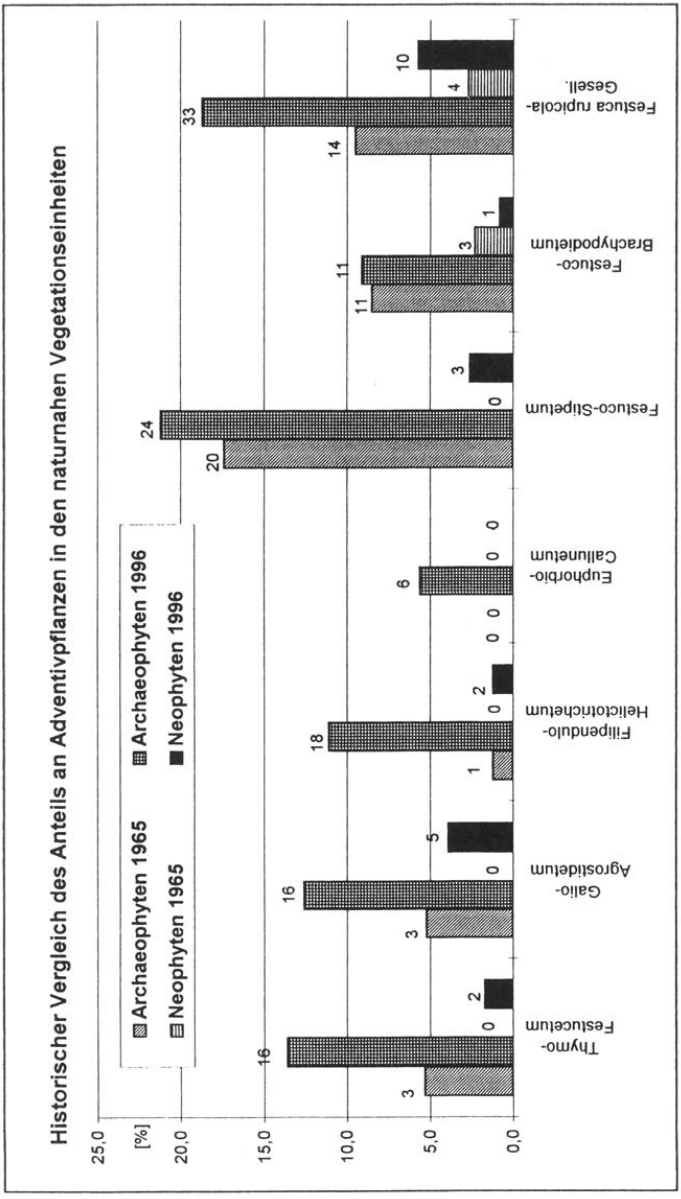


Abb. 20: Vergleich der sieben von MAHN (1965) und SCHUBERT (1960) beschriebenen xerothermen Gesellschaften mit dem Aufnahmematerial von PARTZSCH & KRUMBIEGEL (1996) hinsichtlich des prozentualen Anteils (Balkenhöhe) sowie der absoluten Anzahl (Zahlen über den Balken) von Archaeophyten und Neophyten auf den Porphyrkuppen (aus PARTZSCH & MAHN 2001).

Fig. 20: Comparison of the 7 xerothermic plant communities of the porphyry outcrops, described by MAHN (1965) and SCHUBERT (1960), with the releveés of PARTZSCH & KRUMBIEGEL (1996) concerning the percentage (height of bars) and absolute numbers (number on bars) of the archaeophyts and neophyts (from PARTZSCH & MAHN 2001).

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

schen Gesellschaften, das Thymo-Festucetum cinereae, das Galio-Agrostidetum, das Filipendulo-Helictotrichetum und das Euphorbio-Callunetum. Die von jeher bessere Nährstoffverfügbarkeit auf den mehr oder weniger tiefgründigen Lössdecken ist wahrscheinlich die Ursache, dass die Standorte für nährstoffliebende Adventivpflanzen prädestiniert sind und somit deutlich mehr Anthropophyten hier einwandern konnten. Dabei variiert die Anzahl der eingewanderten Adventivpflanzenarten in den letzten vier Jahrzehnten sowohl im Festuco valesiacae-Stipetum capillatae als auch im Festuco rupicolae-Brachypodietum pinnati nur geringfügig. Die Artenzahl hat sich jedoch demgegenüber in der stärker ruderal beeinflussten Dominanzgesellschaft von *Festuca rupicola* mehr als verdoppelt.

Auffällig war jedoch, dass in dem Aufnahmematerial aus den 50er und 60er in einer Reihe von Gesellschaften gar kein Neophyten zu finden waren, wobei diese mit Ausnahme des Euphorbio-Callunetum mittlerweile in allen Gesellschaften, jedoch im Vergleich zu den Archaeophyten in geringer Zahl, auftreten. Neben *Senecio vernalis* ist *Atriplex oblongifolia* einer der häufigsten Neueinwanderer. Während die erstgenannte Art bereits von MAHN (1965) in einer Gesellschaft registriert worden ist, tritt die Langblättrige Melde nur in dem neueren Datenmaterial auf. GROSSE (1985) erwähnt, dass diese Art erst seit einigen Jahren im Gebiet, vornehmlich auf Ruderalstellen, auftritt. Auf stärker gestörten Standorten bildet sie heute in der Porphyrkuppenlandschaft auch eine eigenständige Gesellschaft (Sisymbrio-Atriplicetum oblongifoliae) aus.

Als Archaeophyten, die in einer Vielzahl von Vegetationseinheiten der xerothermen Kuppenlandschaft heute vorkommen, sind zu nennen: *Arabidopsis thaliana*, *Arrhenatherum elatius*, *Carduus acanthoides*, *Cynoglossum officinale*, *Echium vulgare*, *Fallopia convolvulus*, *Lactuca serriola*, *Tripleurospermum perforatum*, *Myosotis stricta* und *Plantago lanceolata*. Arten, die mittlerweile als feste Bestandteile von natürlicher bzw. naturnaher Vegetation gelten, werden nach LOHMEYER & SUKOPP (1992) als Agriophyten (Neuheimische) bezeichnet. Für unser Untersuchungsgebiet können hier *Arabidopsis thaliana*, *Asparagus officinalis*, *Cynoglossum officinale*, *Echium vulgare*, *Erodium cicutarium*, *Myosotis stricta*, *Reseda lutea* und *Poa bulbosa* genannt werden. Hierbei handelt es sich um Arten, die mit hoher Regelmäßigkeit in den Trocken- und Halbtrockenrasen vorkommen und zum Teil schon in historischer Zeit (ALTEHAGE 1937) hier zu finden waren.

Die Einwanderung von fremdländischen Arten in die bodenständige Vegetation ist mittlerweile zu einem weltweiten Phänomen geworden (JÄGER 1991, KOWARIK 1992), was vor allem durch den sich ausweitenden Handel und Tourismus sowie die Zerstörung von Landschaftsräumen bedingt wird (WEBER 2000). Der Wandel in der Zusammensetzung und der Verteilung der Vegetation verläuft dabei parallel zum gegenwärtigen Klimawechsel (WALTER 2000). Dabei kommt es zwar zunächst zu einer Erhöhung der Biodiversität auf regionaler Ebene, es besteht jedoch die Gefahr, dass einheimische Arten dadurch zurückgedrängt werden bzw. vom Aussterben bedroht sind. In der vorliegenden Analyse zur Einwanderung von Adventivpflanzenarten in verschiedene Pflanzengesellschaften der xerothermen Vegetationskomplexe ist vor allem in den letzten vier Jahrzehnten eine verstärkte Zunahme von Adventivarten festzustellen. Diese ist mit Sicherheit durch die veränderten anthropogenen Einflüsse, wie z.B.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

verstärkter Nährstoff- oder auch Herbizideintrag aus den umgebenden Agrarflächen, Störungen durch Bodenverletzungen bzw. veränderte Bewirtschaftungsweisen, verursacht worden. Da die eingewanderten Hemerochoren jedoch nur mit sehr geringen Individuendichten (Artmächtigkeiten zwischen r und 1) in den Gesellschaften registriert worden sind, ist eine Gefährdung dieser Standorte gegenwärtig nicht zu prognostizieren. Bei geringer Abundanz sind die fremdländischen Arten von den Gesellschaften, in die sie eindringen, noch zu tolerieren, wohingegen sie mit zunehmender Individuendichte zu invasiven Arten werden, die ein Gefährdungspotential vor allen für Gesellschaften mit hohem Schutzwert besitzen (WEBER 2000). Dabei decken sich unsere Beobachtungen mit den Ergebnissen von STOHLGREN et al. (1999), dass der Grad der Einwanderung fremdländischer Arten sowohl von der Struktur der Vegetationsdecke (Deckungsgrad) als auch von der Nährstoffverfügbarkeit der Standorte bestimmt wird. Die Toleranz von zugewanderten Arten ist dabei solange möglich, wie sich die Gesellschaften mit ihren standorttypischen Faktoren im Gleichgewicht befinden. Kommt es jedoch zu größeren Störungen, können sogar eigenständige, von fremdländischen Arten dominierte, meist konkurrenzkräftige Pflanzengesellschaften entstehen. Somit ist für den Erhalt dieses wertvollen xerothermen Vegetationskomplexes die nachhaltige Bewahrung der vegetationsbestimmenden Umwelteinflüsse notwendig.

9. Vegetationsentwicklung in den letzten vier Jahrzehnten

Aufgrund des zur Verfügung stehenden Aufnahmematerials aus den 1950 bis 1960er Jahren sollte die Möglichkeit eines indirekten Vegetationsvergleiches in Hinblick auf eventuelle Strukturveränderungen innerhalb der letzten vier Jahrzehnte nicht versäumt werden. Aus diesem Grund wurden die Erhebungen von MAHN (1965) und SCHUBERT (1960) mit den unserigen verglichen, obwohl ein methodisches Problem darin besteht, dass die Aufnahmeflächen hinsichtlich der Lokalität und der Flächengröße sowie der Aufnahmezeitpunkte nicht identisch sind. Der Vergleich von Vegetationsaufnahmen von nur zwei Zeitpunkten birgt außerdem die Gefahr, dass Veränderungen in der Vegetationsstruktur auf Fluktuationserscheinungen zurückzuführen sein könnten. Aufgrund dieser Problematik sind die Ergebnisse des Vegetationsvergleiches entsprechend kritisch zu werten.

Eine wesentliche Einflussgröße auf die Vegetationsentwicklung wird dem globalen luftgetragenen Stickstoffeintrag beigemessen, der sich im verstärkten Maß etwa seit den letzten drei Jahrzehnten vollzieht (ELLENBERG 1996). Nach Modellberechnungen liegen derzeit die durchschnittlichen Stickstoff-Depositionen in Deutschland zwischen 30 und 40 kg $^{ha\text{-}1\ a\text{-}1}$. Für das Mitteldeutsche Trockengebiet wurde Anfang der 1990er Jahre auf experimentellem Wege eine jährliche Gesamtdeposition zwischen 46 und 51 kg $^{ha\text{-}1a\text{-}1}$ nachgewiesen (KÖRSCHENS & MAHN 1995). Das bedeutet, sie liegt deutlich über den für Ökosysteme nährstoffarmer Standorte akzeptablen Grenzen (Als „critical load“ wird für Halbtrockenrasen 14 bis 25 kg N $^{ha\text{-}1\ a\text{-}1}$ angegeben; DE JONG et al. 1998). Diese Stickstoffzufuhr wirkt zum einen ertragssteigernd, kann jedoch auch zur Veränderung des Artenspektrums führen, wie es von WILLEMS & BOBBINK (1990) für

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Halbtrockenrasen und von WILMANNS & BOGENRIEDER (1987) sowie TREPL (1982) für verschiedene Waldgesellschaften nachgewiesen worden ist.

Aus dem Vergleich der Trocken- und Halbtrockenrasen sowie der Zwergstrauchheiden wird ersichtlich, dass sich innerhalb der letzten vier Jahrzehnte Veränderungen des Artenspektrums vollzogen haben, die allerdings in den einzelnen Gesellschaften unterschiedlich ausfielen (Abb. 21). Bei den acidophilen Gesellschaften, dem Thymo-Festucetum, dem Galio-Agrostidetum, dem Filipendulo-Helictotrichetum und dem Euphorbio-Callunetum ist eine Zunahme der am Bestandsaufbau beteiligten Arten zu verzeichnen. Dies ergibt sich sowohl aus dem Vergleich des Artenbestandes aller in der 1990er Jahren erstellten Vegetationsaufnahmen, als auch aus dem Vergleich mit den zufällig ausgewählten Aufnahmen, die aus methodischen Gründen in der Anzahl denen von MAHN (1965) bzw. SCHUBERT (1960) erstellten entspricht. Der Artenzuwachs ist vor allem auf den erhöhten Anteil an Ruderalarten zurückzuführen, der sich sowohl aus dem Vergleich der Absolutwerte ergibt, als auch sich in der prozentualen Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften niederschlägt. Mit Ausnahme des Galio-Agrostidetum kommt es nahezu zu einer Verdopplung der Absolutzahlen der für diese trockenheißen Standorte typischen Sedo-Scleranthetea- und Festuco-Brometea-Arten (Abb. 21).

Bei den basiphilen Trocken- und Halbtrockenrasen, dem Festuco valesiacae-Stipetum capillatae, dem Festuco-Brachypodietum pinnati und der Festuca rupicola-Gesellschaft, ist ein etwas verringertes Gesamtartenspektrum bei den beiden erstgenannten Gesellschaften gegenüber dem früheren Aufnahmezeitpunkt zu verzeichnen (Abb. 22). Für die *Festuca rupicola*-Gesellschaft ist dies auch gültig beim Vergleich mit dem randomisierten Aufnahmematerial. Ursache dafür kann sein, dass auf den von uns untersuchten, z.T. recht kleinen Porphyrkuppen die typischen, mittel- bis tiefgründigen, lössbedeckten Standorte für diese kontinentalen Trocken- und Halbtrockenrasen nur im seltensten Falle gut ausgebildet sind (vgl. PARTZSCH & MAHN 1997, 1998). Ausdruck dafür ist auch das relativ geringe Aufnahmematerial aus den 1990er Jahren. Demgegenüber tritt die *Festuca rupicola*-Gesellschaft recht häufig auf, zeichnet sich aber durch deutliche Ruderalisierungstendenzen aus. Generell zeigt sich, dass der absolute Anteil der Ruderalarten im Festuco valesiacae-Stipetum capillatae und in der *Festuca rupicola*-Gesellschaft deutlich zugenommen hat, während in den geschlossenen Beständen des Festuco rupicolae-Brachypodietum pinnati von uns eher weniger Ruderalarten nachgewiesen wurden.

Für die stärker ruderalisierten Gesellschaften (*Poa angustifolia*-Gesellschaft, Falcario-Agropyretum, Convolvulo-Agropyretum, *Arrhenatherum elatius*-Gesellschaft, Sisymbrio-Atriplicetum oblongifoliae) lag kein Vergleichsmaterial von entsprechenden Standorten vor. Typisch für den Bestandsaufbau ist ein sehr hoher Anteil (zwischen 60 und 80 %) an Ruderalarten, dem auch einige Arten der Sedo-Scleranthetea, der Festuco-Brometea und der Molinio-Arrhenatheretea beigemischt sind (Abb. 23).

Als Ursache für die Erhöhung der Artenzahlen beschreiben HOBOHM & HÄRDTLE (1997) das Phänomen des Vicinismus, d.h. der Wirkung von Nachbarschaftseffekten. Bei Pflanzengesellschaften, die jedoch schon über längere Zeiträume dieselben Standorte besiedeln, ist dies wohl nur noch von untergeordneter Bedeutung. Diese Nachbarschaftseffekte dürften jedoch bei einer Neubesiedlung für die

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

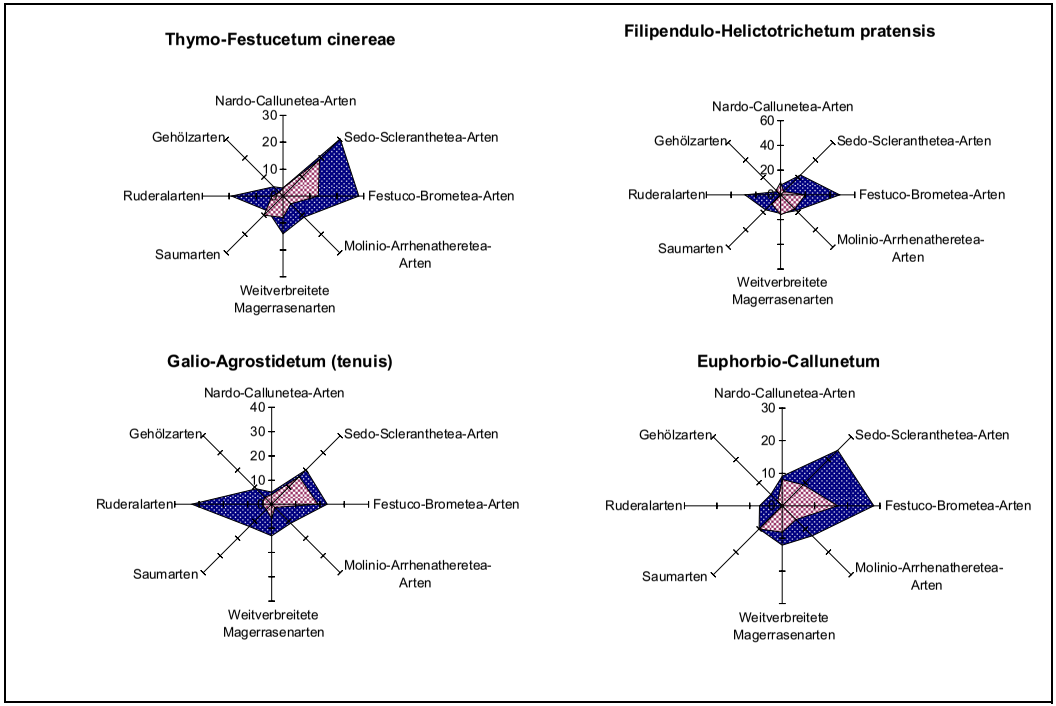


Abb. 21: Vergleich der absoluten Zahlen, der am Bestandsaufbau des Thymo-Festucetum cinereae, des Galio-Agrostidetum (tenuis), des Filipendulo-Helictotrichetum pratensis und des Euphorbio-Callunetum beteiligen Arten (dunkle Schraffur: PARTZSCH & KRUMBIEGEL 1996; helle Schraffur: MAHN 1965 bzw. SCHUBERT 1960) (aus PARTZSCH 2000).

Fig. 21: Comparison of species number which build up the structure of Thymo-Festucetum cinereae, Galio-Agrostidetum (tenuis), Filipendulo-Helictotrichetum pratensis and, Euphorbio-Callunetum (dark hatching: PARTZSCH & KRUMBIEGEL 1996; bright hatching: MAHN 1965 bzw. SCHUBERT 1960)(from PARTZSCH 2000).

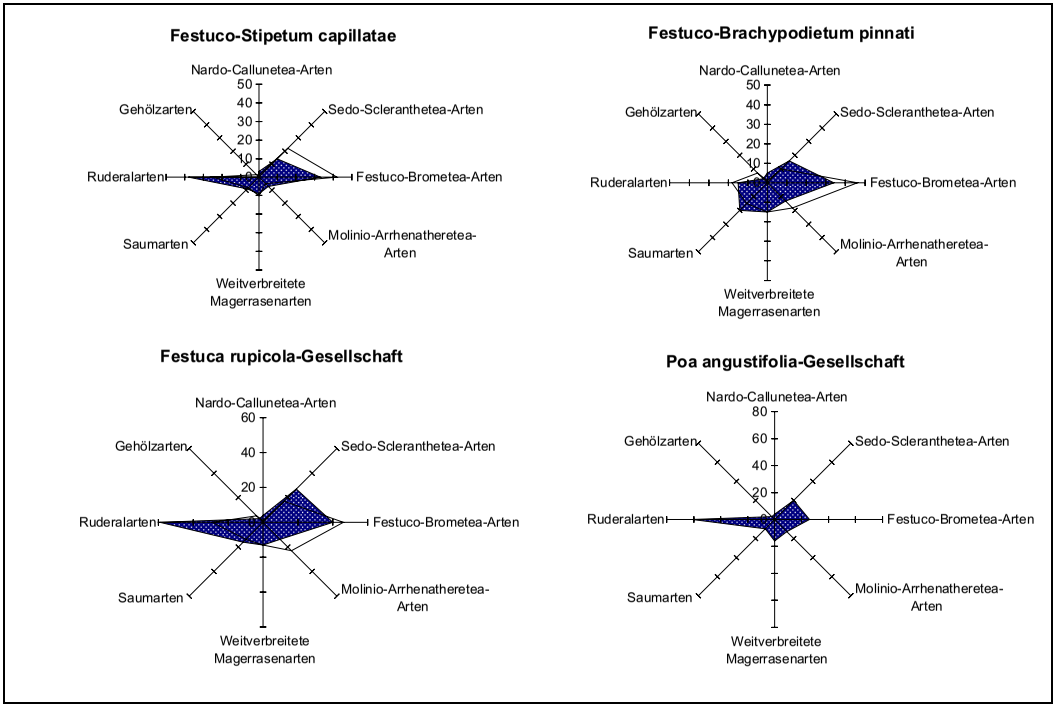


Abb. 22: Vergleich der absoluten Zahlen, der am Bestandsaufbau des Festuco-Stipetum capillatae, des Festuco-Brachypodietum pinnati, der *Festuca rupicola*-Gesellschaft und der *Poa angustifolia*-Gesellschaft beteiligen Arten (dunkle Schraffur: PARTZSCH & KRUMBIEGEL 1996; helle Schraffur: MAHN 1965) (aus PARTZSCH 2000).

Fig. 22: Comparison of species number which build up the structure of Festuco-Stipetum capillatae, Festuco-Brachypodietum pinnati, *Festuca rupicola*-community and der *Poa angustifolia*-community (dark hatching: PARTZSCH & KRUMBIEGEL 1996; bright hatching: MAHN 1965) (from PARTZSCH 2000).

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

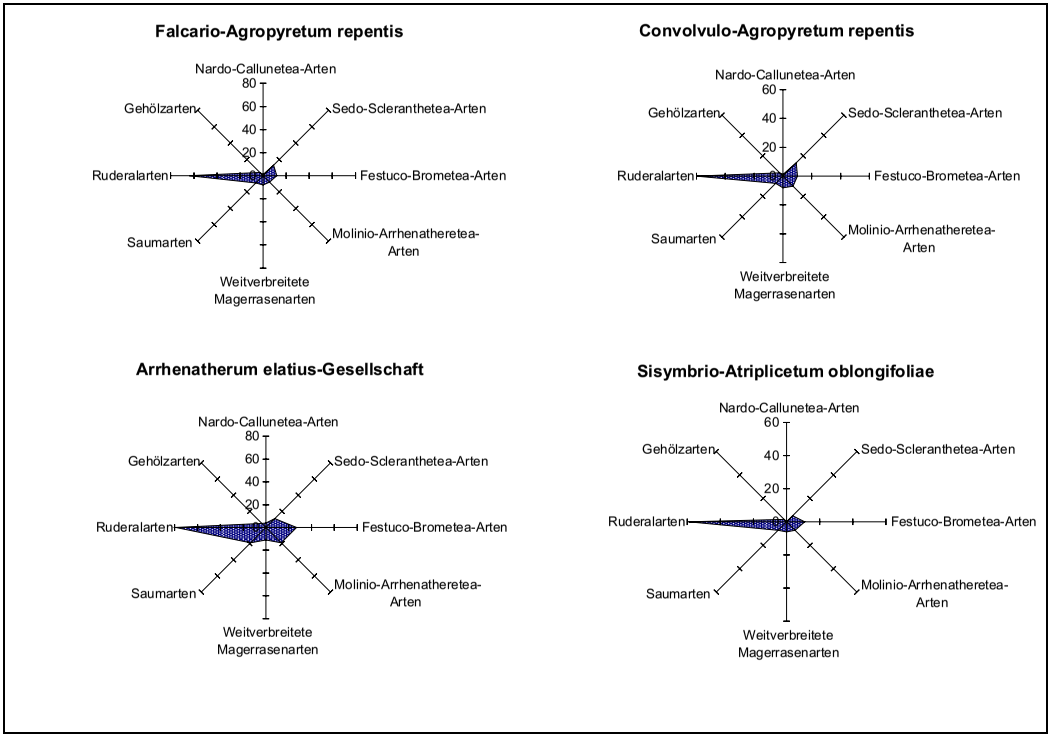


Abb. 23: Vergleich der absoluten Zahlen, der am Bestandsaufbau des Falcario-Agropyretum, des Convolvulo-Agropyretum, der *Arrhenatherum elatius*-Gesellschaft, des Sisymbrio-Atriplicetum oblongifoliae) beteiligen Arten (dunkle Schraffur: PARTZSCH & KRUMBIEGEL 1996) (aus PARTZSCH 2000).
Fig. 23: Comparison of species number which build up the structure of Falcario-Agropyretum, Convolvulo-Agropyretum, *Arrhenatherum elatius*-community and Sisymbrio-Atriplicetum oblongifoliae (dark hatching: PARTZSCH & KRUMBIEGEL 1996) (from PARTZSCH 2000).

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Vergesellschaftung von Pflanzen eine wichtige Rolle spielen. Nach GIGON (1994) entstehen durch das Absterben bestimmter Arten Mikrostandorte, die für das Aufwachsen anderer Arten besonders günstig sein können. Solche Mikrostandorte können im Laufe der Zeit im Rasen „umher wandern", so dass eine große Pflanzenartenvielfalt entsteht. Den Zusammenhang zwischen Artendiversität und Vielfalt an Mikrohabitaten, die allerdings einem zeitlichen Wechsel (saisonale und jährliche Klimaschwankungen, Populationszyklen, Nährstoffgaben und -verfügbarkeit, Einfluss durch Bestäuber, Herbivoren, Parasiten usw.) unterliegen, stellt er in einem ‚dynamic keyhole-key model of coexistence' dar (GIGON & LEUTERT 1994).

Die Ursachen des sich vollziehenden Artenwechsels dürften in einer anthropogen bedingten Veränderung der Standorte zu suchen sein. Als Indikator hierfür wurden die Spektren der Reaktions- und Nährstoffzahlen der Vegetationsaufnahmen von MAHN (1965) und SCHUBERT (1960) mit den heutigen verglichen (Abb. 24, 25). Allgemein spiegeln die Spektren der Nährstoffzahlen deutlich die Standortansprüche dieser Gesellschaften wider, die vorwiegend durch einen sehr hohen Anteil von Arten stickstoffärmster bis stickstoffarmer Standorte gekennzeichnet sind. Dabei fällt auf, dass vor allem die acidophytischen Trocken- und Halbtrockenrasen sowie Zwergstrauchheiden einen höheren Anteil an typischen Magerkeitszeigern besitzen, während die basiphilen Gesellschaften auch immer einen bestimmten Anteil an Arten nährstoffreicherer Standorte aufweisen und somit ein etwas ausgewogeneres Spektrum zeigen. In den früheren Aufnahmen des Euphorbio-Callunetum, des Filipendulo-Helictotrichetum und des Galio-Agrostidetum waren gar keine oder sehr wenige Arten mit einem Nährstoffwert größer als 5 enthalten, während der Anteil bei den Haarpfriemengras- und Furchenschwingelrasen zwischen 14 und 20 % lag. Im Thymo-Festucetum cinereae von 1965 kommen mit *Senecio vulgaris* und *Verbascum lychnitis* allerdings zwei Nährstoffzeiger (N 8) vor, die jedoch nur Einzelnachweise darstellen. Im Vergleich zu den heutigen Aufnahmen scheint allerdings der Anteil von nährstoffliebenden Arten in allen Gesellschaften tendenziell zu steigen, wobei hier deutliche Bezüge zur Erhöhung des Anteils an Ruderalarten sichtbar werden. Dabei muss jedoch erwähnt werden, dass die Artmächtigkeiten der auftretenden, meist kurzlebigen Ruderalarten gering sind und ein dominantes Auftreten nicht nachgewiesen werden konnte. Die Anzahl der in eine Gesellschaft neu eindringenden Arten wird natürlich auch von deren struktureller Beschaffenheit bestimmt. Gesellschaften, in denen nahezu alle ökologischen Nischen besetzt sind und somit eine fast vollständig geschlossene Vegetationsdecke ausgebildet ist, wie im Euphorbio-Callunetum oder im Festuco rupicolae-Brachypodietum pinnati, sind die Einwanderungsmöglichkeiten für Ruderalarten relativ gering. Bereits PETERSON (1989) begründet die geringen Etablierungschancen von experimentell eingebrachten Ruderal- bzw. Segetalarten in das Festuco rupicolae-Brachypodietum pinnati mit zu starker Wurzelkonkurrenz der vorherrschenden Gräser.

Der stattfindende Nährstoffeintrag über die Atmosphäre sowie von angrenzenden Nutzflächen wirkt sich in verschiedenen Landschaftselementen unterschiedlich aus (BERG & MAHN 1990, HUNDT 1996, RUTHSATZ 1998, TREPL 1982, WILLEMS & BOBBINK 1990, WILLEMS 1988, WILMANNS & BOGENRIEDER 1987), so dass deren

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

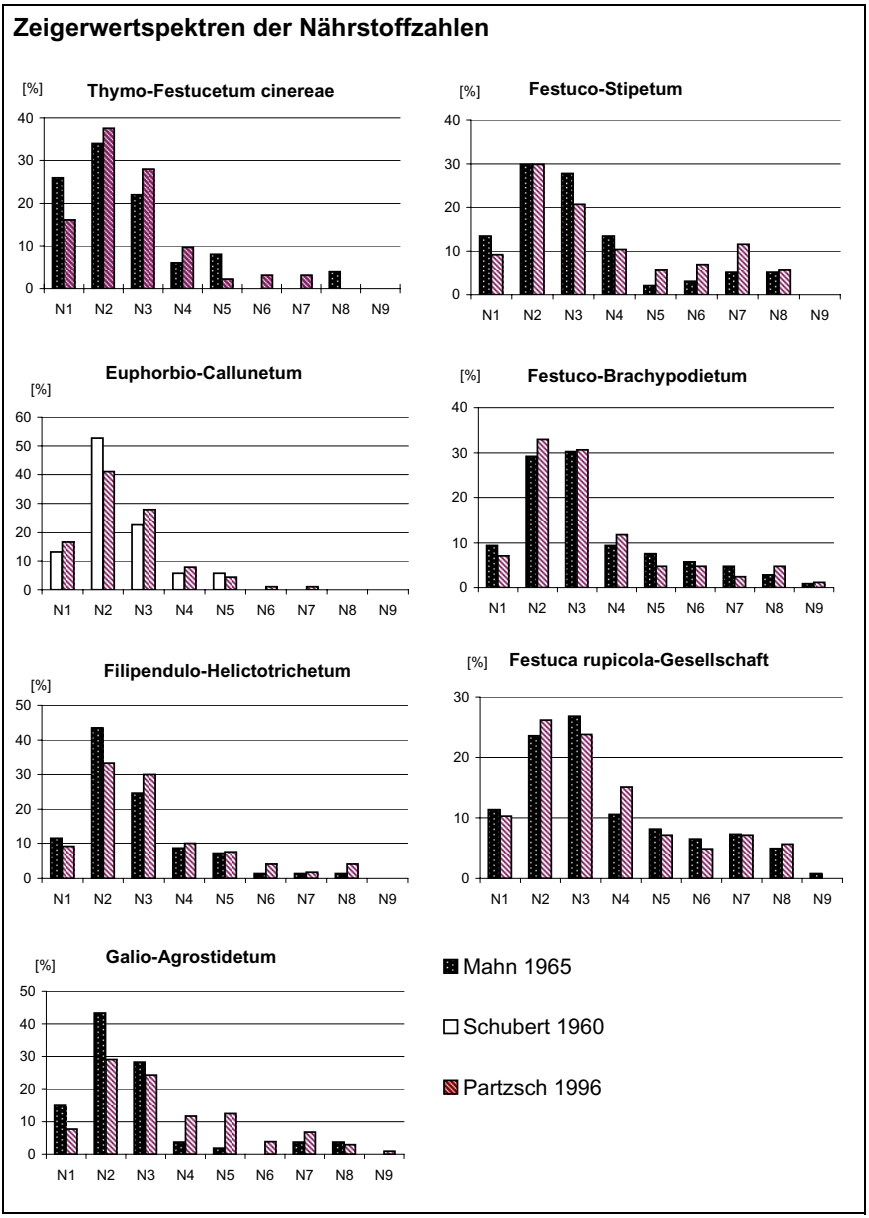


Abb. 24: Vergleich der Nährstoffzeigerwertspektren zwischen den historischen (MAHN 1965 bzw. SCHUBERT 1960) und den aktuellen Vegetationsaufnahmen (PARTZSCH & KRUMBIEGEL 1996) (aus PARTZSCH 2000).

Fig. 24: Comparison of spectra of indicator values of nutrients between the historical (MAHN 1965 or SCHUBERT 1960) and actual releveés (PARTZSCH & KRUMBIEGEL 1996) (from PARTZSCH 2000).

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

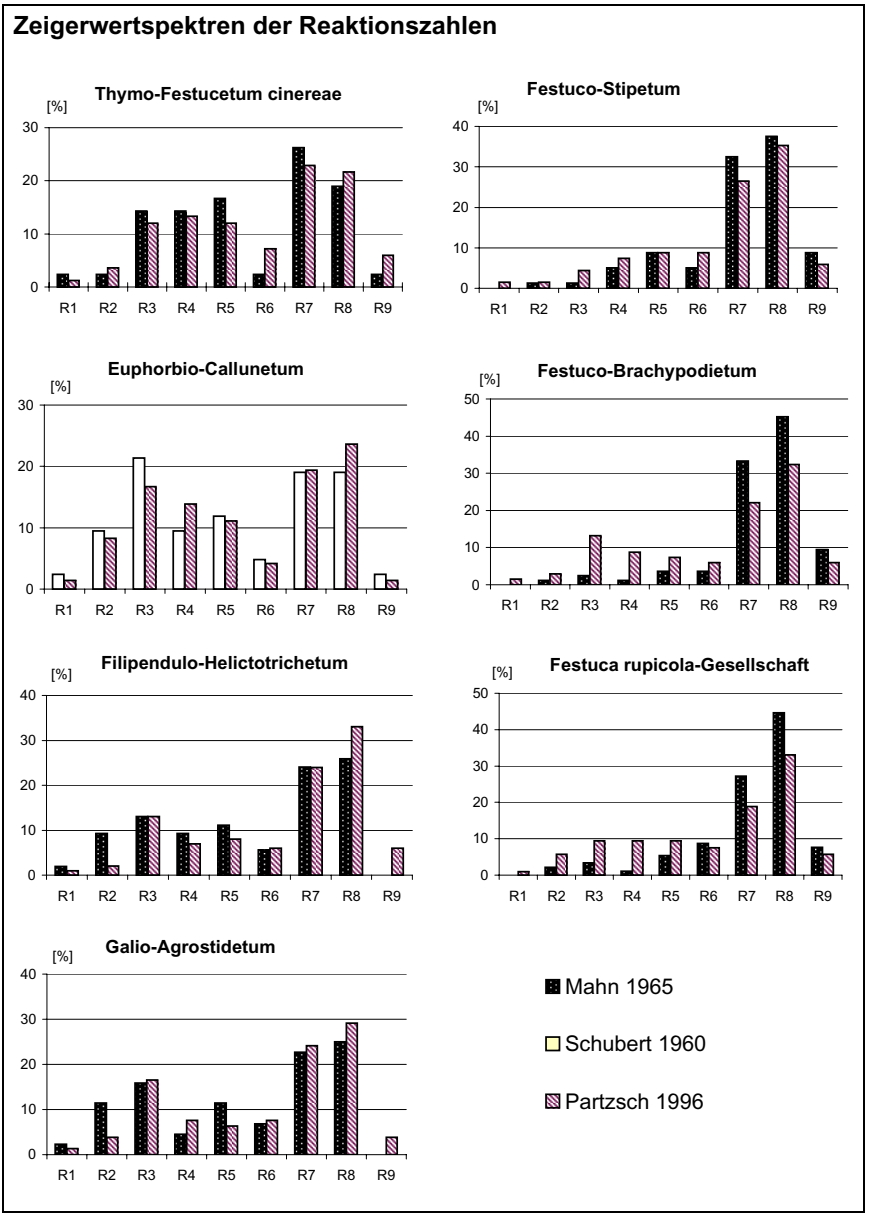


Abb. 25: Vergleich der Reaktionszeigerwertspektren zwischen den historischen (MAHN 1965 bzw. SCHUBERT 1960) und den aktuellen Vegetationsaufnahmen (PARTZSCH & KRUMBIEGEL 1996) (aus PARTZSCH 2000).

Fig. 25: Comparison of spectra of indicator values of soil reaction between the historical (MAHN 1965 or SCHUBERT 1960) and actual releveés (PARTZSCH & KRUMBIEGEL 1996) (from PARTZSCH 2000).

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Auswirkungen nicht verallgemeinert werden können. In der Porphyrkuppenlandschaft scheint er jedoch zu einer nur langsamen Veränderung der Standortqualität zu führen, da an solchen trockenheißen Extremstandorten meist das Wasser der limitierende Faktor ist. Aufgrund des Wassermangels, vor allem in den süd- und westexponierten Hang- sowie Plateaubereichen, können selbst erhöhte Nährstoffangebote für die Pflanzen nicht oder nur schwer verfügbar werden. Den experimentellen Nachweis dafür erbrachte PETERSON (1989) für das Thymo-Festucetum cinereae in der Porphyrkuppenlandschaft. DE JONG et al. (1998) konnten jedoch an ausgewählten Grasarten (*Brachypodium pinnatum*, *Bromus erectus*, *Arrhenatherum elatius)* bei weniger extremem Wasserhaushalt zeigen, dass ein kausaler Zusammenhang zwischen Stickstoffeinträgen und der Förderung von stickstoffbedürftigen Arten durch Blattflächenzuwachs besteht und somit die Förderung bestimmter Arten eine Verarmung der Halbtrockenrasen zur Folge haben kann. Vor allem in den Randbereichen der Kuppen wird die Wuchsförderung des Glatthafers durch vermehrten Stickstoffeintrag aus den angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie einen günstigeren Wasserhaushalt deutlich.

Das Phänomen des „Sauren Regens“ wurde in den zurückliegenden Jahren viel diskutiert (UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG 1994). ELLENBERG (1996) führte jedoch aus, dass bis jetzt noch keine großflächigen Veränderungen der Bodenreaktion nachweisbar sind. Bei dauerhafter Bodenversauerung könnte sich aber eine Verschiebung des Artenspektrums zugunsten von Säurezeigern vollziehen. In den acidophytischen Gesellschaften wird deutlich, dass innerhalb der letzten vierzig Jahre der Anteil von Säure- und Starksäurezeigern eher gesunken ist (Abb. 25). Demgegenüber ist ein etwas erhöhter Anteil an Säurezeigern in den basiphilen Furchenschwingelrasen der heutigen Aufnahmen erkennbar. Ursache könnte die Stilllegung von Braunkohlenkraftwerken der Umgebung sein, die bis zu Beginn der 90er Jahre einen hohen Anteil an basischen Stäuben in die Atmosphäre geblasen haben.

Neben dem allgemeinen, schwer fassbaren globalen Klimawechsel ist wohl dem Nutzungswandel die wichtigste Rolle bei der Veränderung der Vegetationsausbildung solcher alten Kulturlandschaften beizumessen. Nach POTT (1996) verdanken die meisten Xerotherm- und Magerrasen ihre Existenz nicht nur der Mahd bzw. Beweidung, sondern der Art der Bewirtschaftung ein ihnen eigenes Artengefüge.

Traditionell unterlag die Porphyrkuppenlandschaft der extensiven Weidewirtschaft mit Schafen und früher auch mit Ziegen, die zur Entstehung oligotropher Standorte mit der Möglichkeit der Ansiedlung von konkurrenzschwachen Arten führte (GROSSE 1985). Mit der politischen Wende um 1990 wurden die im Gebiet befindlichen Schafherden aus ökonomischen Gründen stark reduziert bzw. abgeschafft. Hierin ist wahrscheinlich die Ursache zu suchen, dass die von MAHN (1965) als häufig beschriebenen, buntblumigen kontinentalen Halbtrockenrasen (Festuco rupicolae-Brachypodietum pinnati) nur noch selten in ihrer artenreichen Ausbildung anzutreffen sind. Von WESTHUS (1980) werden die *Festuca rupicola*-Dominanzbestände als Initialstadien des Festuco-Brachypodietum auf Brachen angenommen. Bei mangelndem Verbiss scheinen die Grasarten *Festuca rupicola* und *Poa angustifolia* in ihrem Wachstum begünstigt zu werden, da sie heute ausgedehnte, recht monotone Bestände auf den Kuppen bilden. Die krautigen, meist kleinwüchsigen Dikotylen unterliegen

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

vermutlich deren Konkurrenz, wie dies experimentell für *Campanula glomerata* und *Festuca rupicola* bzw. *Poa angustifolia* nachgewiesen werden konnte (BACHMANN et al. 2005). Eine zeitnahe Wiedereinführung der extensiven Beweidung könnte wahrscheinlich einen Umbau der Gesellschaften bewirken (WESTHUS 1980, WILLEMS 1988). Die Annahme, dass eine Regeneration der Xerothermrasen allein über den Samenvorrat im Boden realisieren werden kann (JACKEL & POSCHLOD 1996), ist für unser Gebiet aufgrund der Untersuchungen zum Aufbau der Diasporenbanken eher nicht zutreffend (vgl. Kap. 12, PARTZSCH 2005). Die Nutzungsaufgabe führt ebenso zu einer allmählichen Nährstoffanreicherung, die wiederum das Auftreten stickstoffliebenderer, konkurrenzkräftigerer Arten an geeigneten Stellen begünstigt. Ebenso ist die Ausbreitung des eher verbissresistenten *Brachypodium pinnatum* in Halbtrockenrasen bei fehlender Beweidung schon nach wenigen Jahren zu beobachten (REICHHOFF & BÖHNERT 1978, WILLEMS 1988). Dabei ist zu beachten, dass ebenso ungünstig wie ausbleibende Beweidung auch ein zu intensiver Weidegang ist. Das richtige Maß hinsichtlich der Bewirtschaftungsintensität ist Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung artenreicher Halbtrockenrasen.

Das bloße Auflassen der Flächen durch Einstellung der traditionellen Bewirtschaftung hat außerdem das Vorrücken von thermophilen Saum- und Mantelpflanzen zur Folge, die eine allmähliche Wiederbewaldung einleiten würden (GIGON 1994, POTT 1996, WILMANNS 1998). Solche Effekte ungestörter Sukzession konnten KRUMBIEGEL & OTTO (1999) auf nahegelegenen Abraumhalden des Steinkohlentiefbaues nördlich von Wettin (Sachsen-Anhalt) nachweisen. Demgegenüber haben sich die Anteile der krautigen Saum- und Waldarten sowie der Gehölzarten auf den Porphyrkuppen im Untersuchungszeitraum kaum geändert, so dass ein eindeutiger Trend für eine rasch fortschreitende, zur völligen Verbuschung bzw. Bewaldung führende Sukzession noch nicht erkennbar ist. Nur für fünf zu den wärmeliebenden krautigen Saum- bzw. Waldarten zählenden Sippen deutet sich eine Erhöhung der Individuendichte an. Auf einigen Kuppen besteht jedoch die Gefahr, dass die weitere Ausbreitung der Robinie zu einer rascheren Standorts- sowie Vegetationsstrukturveränderung führen könnte.

Da der Vergleich zur Vegetationsdynamik nur auf indirektem Wege erfolgen konnte, d.h. Lokalität, Probeflächengröße und Aufnahmezeitpunkt nicht identisch waren, können Aussagen über den Schwund bzw. den Verlust von Pflanzenarten innerhalb des Untersuchungszeitraumes nur mit Vorsicht getroffen werden. Die veränderte Abundanz von Arten kann ebenso auf Fluktuation zurückzuführen sein, die durch den Vergleich von nur zwei Referenzzeitpunkten nicht ausgeschlossen werden kann. So ist der von MAHN (1965) als Vertreter der diagnostisch wichtigen Artengruppe des Thymo-Festucetum erfasste *Hieracium schmidtii* in unseren Aufnahmen nicht vorhanden, obwohl diese Gesellschaft mit zu den häufigsten im Gebiet zählt. Die Ursache ihres Fehlens ist jedoch eher in den standörtlichen Gegebenheiten auf den isolierten Porphyrkuppen zu sehen, da die Art meist in den Durchbruchstälern der Saale vorkommt.

Eine Reihe der von MAHN (1965) und SCHUBERT (1960) erwähnten kalkholden Arten sind in unseren Vegetationsaufnahmen nicht zu finden, da auf den zum Teil recht kleinflächigen Porphyrkuppen mächtigere Lössanwehungen nur selten zu finden sind und somit keine idealen Bedingungen für deren Existenz vorliegen. Da sie meist

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

aber auf den Kalk- und Zechsteinstandorten in unmittelbarer Nachbarschaft zu den Porphyrhügeln mehr oder weniger häufig anzutreffen sind, kann ein Artenschwund hier nicht belegt werden. Dies gilt ebenso für eine Reihe von wahrscheinlich zufällig aufgetretenen Arten, die allgemein aber eine weite Verbreitung im Mitteldeutschen Trockengebiet aufweisen.

Nur für einige wenige Sippen (*Helianthemum canum*, *Marrubium vulgare*, *Nardus stricta*, *Odontites lutea*, *Pulsatilla pratensis*, *Seseli annuum*) konnten nach BENKERT et al. (1996) verschiedene Vorkommen im Mitteldeutschen Trockengebiet nach 1950 nicht mehr belegt werden, wobei sich hier ein lokaler Artenrückgang vermuten lässt.

Bei den in den letzten Jahren neu hinzutretenden Arten handelt es sich vielfach um kurzlebige Ruderal- bzw. Segetalarten, die auf den angrenzenden Ackerflächen bzw. Brachen (KRUMBIEGEL et al. 1998) häufiger zu finden sind. Die Individuendichte dieser Sippen ist in den Trocken- und Halbtrockenrasen bzw. Zwergstrauchheiden jedoch relativ gering, so dass eine Invasion von Ruderalarten auf den flachgründigen bzw. gut durchwurzelnden Standorten kaum zu befürchten ist.

Hinsichtlich des für die Porphyrkuppenlandschaft typischen Gesellschaftsspektrums der Trocken- und Halbtrockenrasen sowie Zwergstrauchheiden haben sich kaum Veränderungen ergeben. Von HÖGL (1991) wurde zwar ein deutlicher Schwund von ehemals großflächig ausgebildeten Beständen des Festuco-Stipetum im Mansfelder Seengebiet vermerkt, doch kann dies nicht auf die Porphyrkuppen bezogen werden, da hier sicher von vornherein lössbedeckte, stark geneigte Standorte relativ selten sind.

Fraglich ist jedoch, inwieweit die mit den Xerothermrasen in Kontakt stehenden halbruderalen Halbtrockenrasen (*Poa angustifolia*-Gesellschaft, Falcario-Agropyretum, Convolvulo-Agropyretum) sowie die mehr ruderal beeinflussten Gesellschaften (*Arrhenatherum elatius*-Gesellschaft, Sisymbrio-Atriplicetum oblongifoliae) eine Veränderung hinsichtlich Flächenausdehnung und Artengarnitur erfahren haben, da sie früher soziologisch nicht erfasst worden sind.

Im allgemeinen kann jedoch festgestellt werden, dass sich die Vegetationsausprägung auf den inselartig verteilten Porphyrkuppen unterschiedlicher Größe und Genese trotz einiger Verschiebungen im Artenspektrum relativ wenig in dem Untersuchungszeitraum von vier Jahrzehnten verändert hat, wobei jedoch gewisse Unschärfen durch den indirekten Vegetationsvergleich einzukalkulieren sind. Außerdem sind Schwankungen in der Individuendichte der verschiedenen Arten infolge Fluktuation möglich und auf diesem Wege nicht darstellbar. Aber vor allem die extremen Standortsverhältnisse wie Flachgründigkeit und Trockenheit des Bodens sichern die relativ hohe Stabilität dieser Standorte (KRUMBIEGEL et al. 1998), selbst wenn eine großflächige Nutzungsänderung der umgebenden Flächen durch Brachlegung erfolgt ist. Nur eine dauerhafte Nutzungsaufgabe dieser anthropo-zoogen bedingten Landschaftselemente durch mangelnde Beweidung birgt die Gefahr der Sukzession in sich. So konnte WILLEMS (1988) nachweisen, dass die Artendiversität in beweideten Kalktrockenrasen deutlich erhöht ist, da die Dominanz von Grasarten (*Brachypodium pinnatum)* gebrochen wurde. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit für den Naturschutz, Pflegemaßnahmen auf der Basis der traditionellen Bewirtschaftung durchzuführen

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

10. Vegetationsentwicklung auf kleinen Kuppen

Die Porphyrkuppenlandschaft diente auch als Untersuchungsgebiet für die Analyse vegetationsdynamischer Prozesse auf kleinflächigen Xerothermstandorten innerhalb eines relativ kurzen Zeitraumes von 8 Jahren. Die flächengenau erhobenen Daten ermöglichten einen direkten und das räumliche Nebeneinander von Standorten unterschiedlicher Entwicklungszeiten einen indirekten Vegetationsvergleich (DIERSCHKE 1994). Bei Vegetationsveränderungen muss zwischen kurzfristigen und unregelmäßigen Schwankungen der Arten- und Individuendichte um einen Mittelwert (Fluktuation) und gerichteten Veränderungen der Artenverbindungen in der Zeitachse, ausgehend von Pionier- über Folge- bis hin zu Schlussgesellschaften (Sukzession), unterschieden werden (DIERSCHKE 1994, KRATOCHWIL & SCHWABE 2001). Da unsere Untersuchungen nur zu zwei Erhebungszeitpunkten stattfanden, kann zwischen Fluktuations- und Sukzessionserscheinungen nicht sicher unterschieden werden.

Die Ursachen für Vegetationsveränderungen sind vielfältig: zum einen wirken globale Faktoren wie Treibhauseffekt ("global warming"), saurer Regen ("acid rain") und luftgetragene Nährstoffanreicherung ("global eutrophication"), deren Einfluss allgegenwärtig ist und selten quantifiziert werden kann (HOUGHTON et al. 1995, DEIL & LODI 2000, WEBER 2000, WALTHER 2000, KRATOCHWIL & SCHWABE 2001, DIEKMANN & FALKENGREN-GRERUP 2002). Zum anderen üben auch Umweltveränderungen auf der regionalen bzw. lokalen Ebene einen großen Einfluss auf die Dynamik lebender Systeme aus. Für die Porphyrkuppenlandschaft sind hier vor allem Extensivierungsmaßnahmen zu nennen: nach der politischen Wende lohnten sich Mahd oder Beweidung xerothermer Vegetationskomplexe nicht mehr. Die Auswirkungen dieses Landnutzungswandels sind noch wenig bekannt; es zeichnet sich jedoch ab, dass durch den fehlenden Biomasseentzug Sukzessionsprozesse initiiert werden, die vor allem konkurrenzschwächere und damit vielfach seltene Arten sowie nährstofflimitierte Pflanzengesellschaften betreffen (vgl. PARTZSCH 2000).

Der direkte Vegetationsvergleich ergab, dass die Individuendichte der meisten Arten Schwankungen unterliegt. Für einige Arten konnte sogar eine deutliche Zunahme (16 Arten), für andere eine deutliche Abnahme (16 Arten) registriert werden. Während es sich bei den Arten mit abnehmender Individuendichte ausschließlich um ruderale Vertreter handelte, waren unter den zunehmenden Sippen auch eine Reihe von Trocken- und Halbtrockenrasenarten bzw. Gehölzen. Diese Veränderungen im Arteninventar der Porphyrkuppen wurden durch den Gemeinschaftskoeffizienten belegt, der im Mittel eine floristische Ähnlichkeit von 62 % zwischen beiden Untersuchungsjahren aufweist. Dieser Artenwandel führte teilweise zu einem Umbau der Pflanzengesellschaften (Abb. 26). Interessant ist dabei, dass die Initialgesellschaften von acidophytischen Pionierrasen und die zu den basiphytischen Trocken- und Halbtrockenrasen zählenden Gesellschaften (*Festuca valesiaca*-Gesellschaft, *Festuca rupicola*-Gesellschaft) als relativ stabile Vegetationseinheiten erscheinen, da in der Zwischenzeit kein oder nur ein geringer Umbau auf den kleinflächigen Kuppen erfolgte. Demgegenüber unterliegen die Gesellschaften mit steigendem Ruderalisierungs- bzw. Hemerobiegrad einer stärkeren Dynamik.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

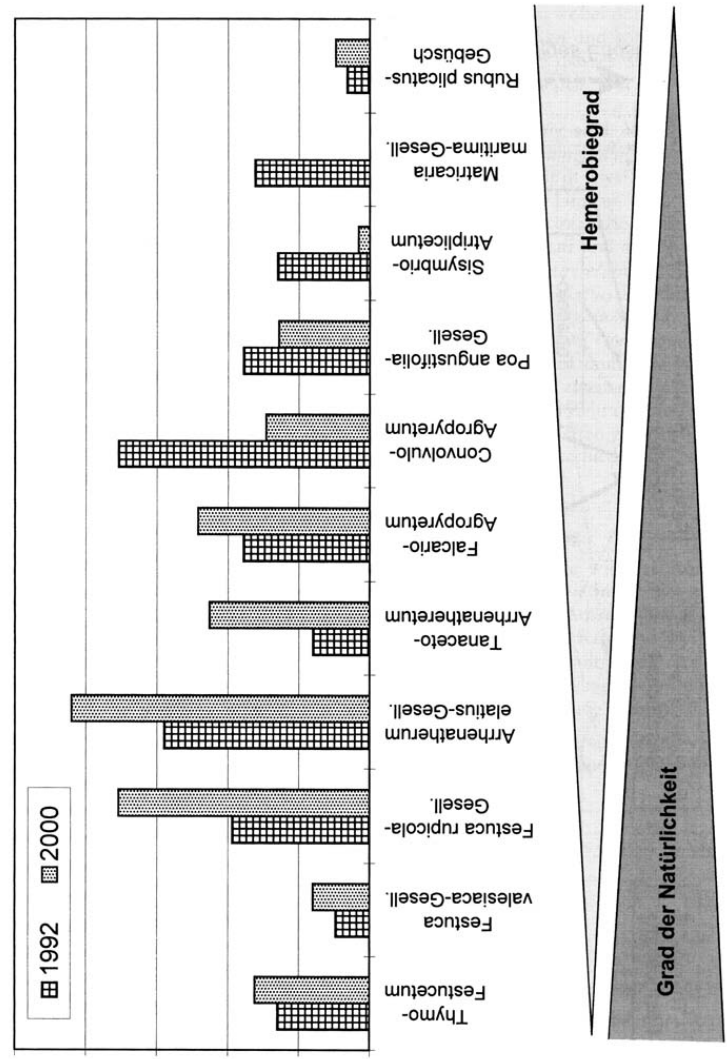


Abb. 26: Vergleich der prozentualen Anteile der 11 häufigsten Pflanzengesellschaften auf den kleinflächigen Porphyrkuppen (< 500 m²) in den beiden Untersuchungsjahren 1992 und 2000 (aus PARTZSCH et al. 2003).
Fig. 26: Comparison of the percentage of the 11 most common plant communities on small porphyry outcrops (< 500 m²) between 1992 and 2000 (from PARTZSCH et al. 2003).

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Die Möglichkeiten des Umbaus in andere Pflanzengesellschaften wurden in einem Sukzessionsschema verdeutlicht (Abb. 27), was allerdings nur die Veränderungen zwischen den beiden Untersuchungsjahren darstellt. Die beiden ruderalen Pioniergesellschaften Sisymbrio-Atriplicetum oblongifoliae und *Matricaria maritima*-Gesellschaft (= *Tripleurospermum perforatum*) wurden nahezu vollständig in eine Reihe ausdauernder Gesellschaften, wie die halbruderalen Halbtrockenrasen des Falcario- und Convolvulo-Agropyretum sowie zur ruderalen Wiese (Tanaceto-Arrhenatheretum) und zu *Arrhenatherum elatius*-Dominanzbeständen umgebaut. Einige Bestände sind mittlerweile auch von der *Festuca rupicola*-Gesellschaft ersetzt worden. Dabei wird der Charakter einer "Heilgesellschaft" bei den Quecken-Pionierrasen deutlich, die relativ schnell offene Standorte besiedeln und mit einer geschlossenen Pflanzendecke überziehen (OBERDORFER 1978, 1983, POTT 1995).

Die unter den gegebenen standörtlichen Bedingungen (z.B. mäßig flachgründig) wohl erfolgreichste Pflanzengesellschaft ist die von *Festuca rupicola* dominierte, die sich aus den verschiedensten Pionier- und Folgegesellschaften entwickelt und nach unseren Ergebnissen über längere Zeit stabil bleiben kann. Auf sehr flachgründigen Stellen mit anstehendem Porphyr bzw. Porphyrgrus – den hinsichtlich des Wasserhaushalts extremsten Standorten – stellt sich eine Initialgesellschaft des Thymo-Festucetum cinereae ein. Nach den Ergebnissen von FROMM et al. (2002) ist die Geschwindigkeit der Sukzession in Trockenrasengesellschaften vor allem von den Substratbedingungen abhängig. Nach unseren Untersuchungen kommt hinzu, dass mit abnehmendem Störungs- bzw. Hemerobiegrad die Naturnähe der Gesellschaften sowie deren Stabilität zunehmen. Bei den erst in den letzten 8 Jahren zutagegetretenen Kuppen überrascht, dass sie nicht ausschließlich stark ruderalisierte Bestände aufweisen, sondern schon die Tendenzen der obengenannten Vegetationsentwicklung anzeigen und sich somit auch deutlich von brachgefallenem Umland unterscheiden (vgl. KRUMBIEGEL et al. 1998).

Hinsichtlich ihrer Lebensstrategie (vgl. FREY & HENSEN 1995) dominieren auf den neu entstandenen Kuppen zunächst Arten, wie *Hieracium pilosella*, *Cerastium arvense*, *Festuca rupicola* und *F. valesiaca*, die den offenen Standort generativ über Samen besiedeln und durch klonales Wachstum, z.T. mit Ausläuferbildung, eine Raumdominanz schaffen (JENTSCH et al. 2002). Auch dies deutet darauf hin, dass die Neu- bzw. Wiederbesiedelung von Standorten stark von den bereits vorhandenen Diasporen im Boden und den Diasporenquellen in der mehr oder weniger unmittelbaren Umgebung sowie von der Ausbreitungsfähigkeit der Arten abhängig ist (TISCHEW 1996, 1998).

Das brachgefallene Umland kann dabei bereits das Potential für die Besiedelung der Porphyrkuppen beherbergen (KRUMBIEGEL et al. 1998), bei bewirtschaftetem Umland müssen die Diasporen jedoch in der Lage sein, größere Distanzen zu überwinden (vgl. BONN & POSCHLOD 1998). Zwischen den Kuppen der Porphyrlandschaft bestehen jedoch nur Distanzen von maximal 300 bis 350 m, die von den Arten überwunden werden müssen. Für viele kann dies jedoch bereits ein unüberwindbares Hindernis darstellen (vgl. HENSEN & MÜLLER 1997, TACKENBERG 2001).

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

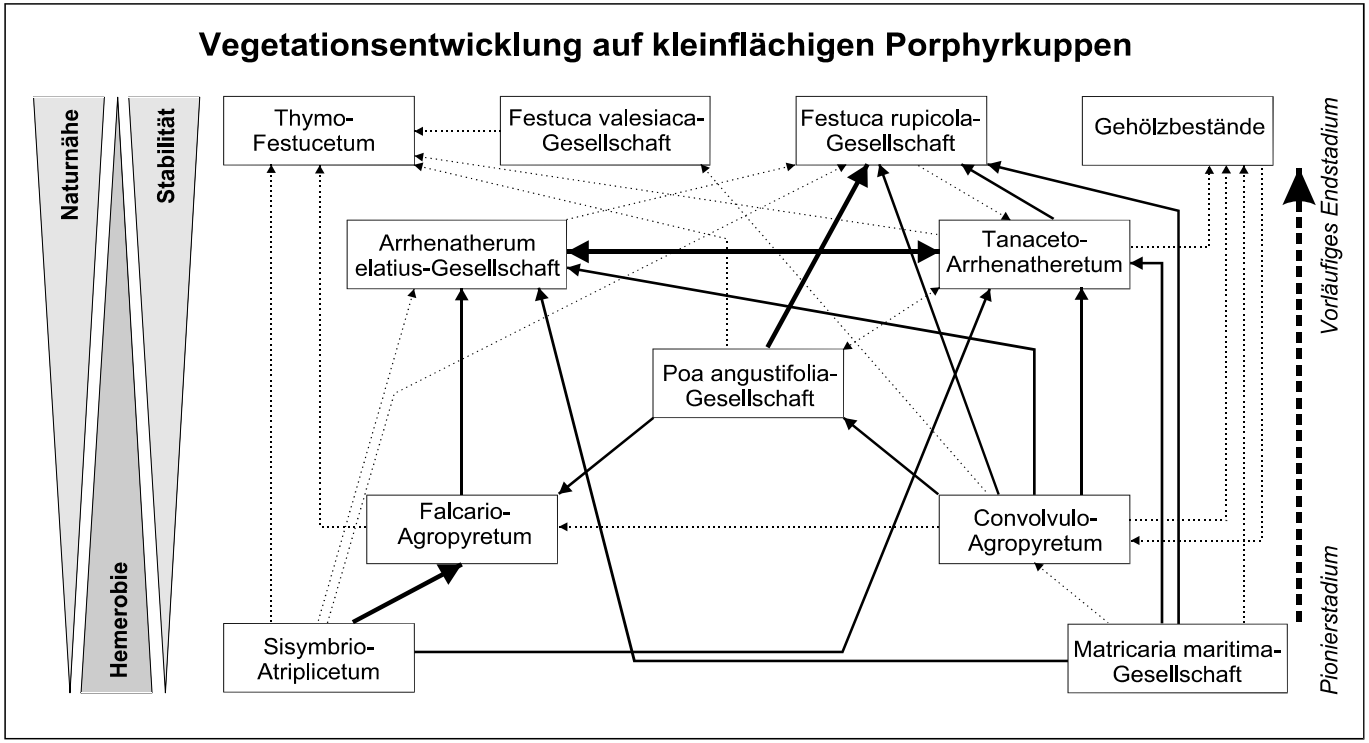


Abb. 27: Übersicht über nachgewiesene und angenommene Sukzessionswege auf den kleinflächigen Porphyrkuppen (< 500m²) zwischen 1992 und 2000. Die Strichstärke verdeutlicht die Häufigkeit des Umbaus (aus PARTZSCH et al. 2003).
Fig. 27: Survey of real and predicted succession ways on the small porphyry outcrops (< 500 m²) between 1992 und 2000 (from PARTZSCH et al. 2003).

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Ausmaß und Häufigkeit der Störungen sind wesentliche Einflussgrößen, die über Dynamik oder Stabilität eines Pflanzenbestandes entscheiden (LASKA 2001). Neben der Schaffung von Offenflächen soll es dabei auch zu einer Mobilisierung von Nährstoffen und einer damit verbundenen Bereitstellung von Ressourcen kommen (JENTSCH et al. 2002), die sich in den Anfangsstadien der Vegetationsentwicklung in einem höheren Anteil an Ruderalarten äußert. Die Wiederbesiedlung wird dabei im Wesentlichen durch die Muster der Störungen bestimmt (JENTSCH 2001). Vor allem im Zuge der Umlandbewirtschaftung können auch regressive Sukzessionsprozesse ausgelöst werden. Neben immer wiederkehrenden Störungen spielen zufällige Ereignisse eine wichtige Rolle. Hier sollte die Funktion der Tiere zum einen als Verursacher von Störungen zum anderen als Ausbreitungsvektoren von Pflanzenarten nicht unterschätzt werden (MROTZEK et al. 1999). MILTON et al. (1997) beobachteten durch verschiedene Tierarten (Wildschweine, Füchse, Kaninchen, Wühlmäuse) hervorgerufene Störungen der Vegetationsdecke in der Porphyrkuppenlandschaft. Die Aktivität der Tiere ist im hohen Maße von der Beschaffenheit des Bodens (z.B. Bodentiefe für Nest- und Tunnelbau) und der Bereitstellung von Nahrung abhängig. Auf gestörten Flächen kann dabei lokal der Artenreichtum zunehmen. So begünstigt die Tätigkeit von Nagetieren das Auftreten von wind- und tierausgebreiteten, ein- bis zweijährigen, hochwüchsigen Arten (z.B. *Carduus acanthoides*, *Cirsium vulgare*, *Tripleurospermum perforatum*, *Senecio vernalis*), während das Graben von Wildschweinen durch das Freilegen des mineralischen Untergrundes selbstausbreitende, kleine Therophyten und Ackerunkräuter (z.B. *Anagallis arvensis*, *Chenopodium album*, *Fallopia convolvulus*, *Polygonum aviculare*, *Viola arvensis*) fördert (MILTON et al. 1997). An solchen Stellen können vor allem auch Adventivpflanzen ihre Chancen zur Etablierung auf den Porphyrkuppen nutzen (PARTZSCH & MAHN 2001).

Bei den Kuppen unter 500 m² sind die Flächen zum einen für eine entsprechende Nischen- bzw. Habitatdifferenzierung zu klein, zum anderen spielen die Einflüsse aus dem Umland eine entscheidende Rolle. Da die Störanfälligkeit durch das Fehlen von Pufferzonen größer ist und sogenannte "edge"-Effekte stärker wirksam werden, unterliegt die Artenzahl auf den kleinflächigen Porphyrkuppen einer weitaus größeren Zufälligkeit und folgt nicht der Flächengröße-Artenzahl-Beziehung (vgl. PARTZSCH et al. 2003).

Obwohl bereits eine Reihe von seltenen und gefährdeten Arten auf den kleinen Porphyrkuppen auftritt, ist deren Anzahl im Vergleich zu den größeren Kuppen niedrig (PARTZSCH & MAHN 1998). Ebenso weisen diese Arten auf den größeren und älteren Kuppen deutlich höhere Populationsdichten auf, die somit aufgrund der höheren genetischer Variabilität gegenüber Inzuchtdepressionen und verringerter Fitness deutlich weniger gefährdet sind (OOSTERMEIER 1996, DANNEMANN 2000). Das Potential der kleinflächigen Standorte für die Entwicklung artenreicher Trocken- und Halbtrockenrasen wird als gering eingeschätzt. PARTZSCH (2001) wies nach, dass bestimmte Gesellschaften (z.B. Euphorbio-Callunetum) dieser xerothermen Vegetationskomplexe erst ab Kuppengrößen von über 1.500 m² auftreten und eine Reihe von Arten erst auf Standorten mit langen Entwicklungszeiten siedeln. Trotzdem kommt den kleinen Kuppen in der fragmentierten Agrarlandschaft eine Funktion als Trittsteinbiotop zu.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

11. Ordination

Mit Hilfe moderner Ordinationsverfahren wurde das gesamte Datenmaterial der häufigsten Pflanzengesellschaften (595 Vegetationsaufnahmen von PARTZSCH & KRUMBIEGEL 1996) einer DCA („Detrended Correspondence Analysis") unterzogen (TER BRAAK & ŠMILAUER 2002). Das Datenmaterial gruppiert sich dabei entlang eines relativ langen floristischen Gradienten von 6,11 s.d. (s.d. = Standardabweichung), was einen Artenwechsel von 1,5 zwischen den beiden unähnlichsten Vegetationsaufnahmen verdeutlicht (Abb. 28). Die Achse 1 ist die wichtigste, die mit einem Eigenwert von 0,69 den Großteil der Variation des Datensatzes erklärt. Im linken Bereich des Diagramms sind vor allem die Aufnahmen des Thymo-Festucetum und des Euphorbio-Callunetum gruppiert, die sich durch extrem saure und auch sehr nährstoffarme Verhältnisse auszeichnen. In den Mitte gruppieren die basiphytischen Gesellschaften, wie das Festuco-Brachypodietum, die *Festuca rupicola*-Gesellschaft und das Festuco-Stipetum, während im rechten Bereich die mehr oder weniger ruderalisierten, nährstoffliebenden Gesellschaften (Arrhenatheretum, Falcario-, Cardario-, Convolvulo-Agropyretum) und am äußersten rechten Rand das Sisymbrio-Atriplicetum platziert sind. Dies lässt vermuten, dass die Achse 1 einen Nährstoffgradienten darstellt.

Die beschreibenden Umweltparameter für Klima und Boden werden durch die mittleren ELLENBERG-Zeigerwerte (nach ELLENBERG et al. 2001) angegeben, die für jede Vegetationsaufnahme errechnet worden sind. Dabei ergibt sich, dass die Achse 1 positiv mit den Indikatorwerten für die Nährstoffverfügbarkeit, Bodenfeuchte, Bodenreaktion korreliert (Tab. 3). Eine negative Korrelation ergibt sich mit dem Abstand der Vegetationsaufnahme bzw. Pflanzengesellschaft zum Rand der Porphyrkuppen (Tab. 3). Die Achse ist auch negativ mit der Größe der Porphyrkuppen korreliert. Die stärker ruderalisierten und nitrophytischen Gesellschaften im rechten Teil der Abb. 28 befinden sich in der Tat vorwiegend in oder nahe der Randbereiche der Kuppen, wohingegen die wertvollen Trocken- und Halbtrockenrasen und Zwergstrauchheiden in größerer Distanz vom Kuppenrand siedeln. Die Aufnahmen in der linken Seite der Achse sind sowohl reicher an xerothytischen als auch an gefährdeten und seltenen Arten (signifikante negative Korrelation mit Achse 1), während der gesamte Reichtum an Gefäßpflanzenarten in den Vegetationsaufnahmen eine schwache Korrelation mit allen drei Achsen aufweist. Dies bestätigt die Ergebnisse von PARTZSCH & MAHN (1998), PARTZSCH (2001) und PARTZSCH et al. (2003), in denen festgestellt wurde, dass 30 gefährdete Arten erst auf Kuppen mit ein Größe von mehr als 1000 m² gefunden werden konnten, wohingegen auf den kleineren Kuppen nur 12 solcher Arten mit kleinen und instabilen Populationen siedeln.

Die Achse 2 weist eine negative Korrelation mit den Zeigerwerten für Temperatur und eine positive mit der Größe der Porphyrkuppen auf. Demgegenüber korreliert die Achse 3 negativ mit Temperatur und Bodenreaktion und positiv mit Bodenfeuchte, Nährstoffverfügbarkeit und der Distanz zum Kuppenrand.

Das Kuppenalter zeigt nur eine schwache Korrelation, die deutlich geringer ist als die Korrelation mit der Flächengröße der Kuppen. Dies ist nicht verwunderlich, da der Alterseffekt deutlich von der Größe der Kuppen überlagert wird, weil meist auch

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

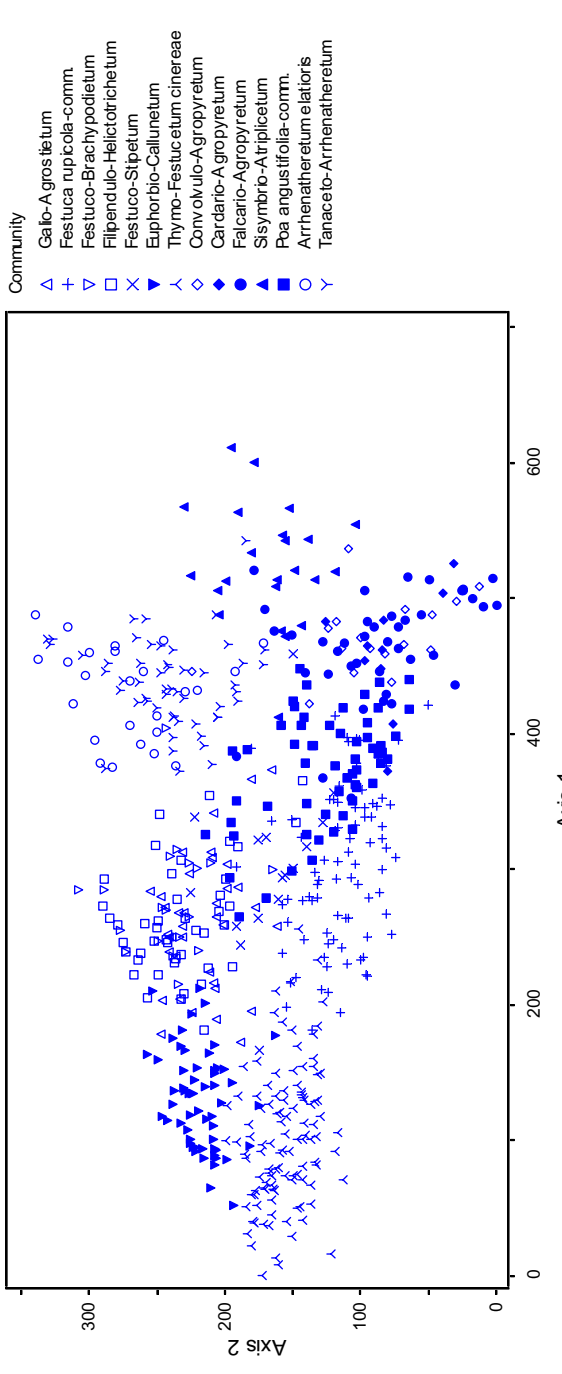


Abb. 28: DCA des gesamten Datensatzes (Achse 1: 6,11/ Eigenwert 0.69; Achse 2: 3,40/0,32; Achse 3: 3,32/026; n >1, Quadratwurzeltransformation). Jeder Punkt markiert eine Vegetationsaufnahme, die Symbole verdeutlichen die entsprechende Pflanzengesellschaft (aus WESCHE et al. 2005).
Fig. 28: Detrended Correspondence Analysis of the entire data set (Axis 1: length 6.11 /Eigenvalue 0.69; axis 2: 3.40/0.32; axis 3: 3.32/0.26; n>1, square root transformation). Each mark represents one relevé, symbols indicate the plant communities (from WESCHE et al. 2005).

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Tab. 3: KENDALLS τ Nichtparametrische Korrelationskoeffizienten der verschiedenen Umweltvariablen mit den ersten drei Achsen in der Ordination in Abb. 28 (Die Signifikanz der Werte wird angegeben: '*' p <0.05, '**' p <0.001) (aus WESCHE et al. 2005).
Table 3: KENDALLS τ non-parametric correlation coefficients with the environmental variables with the first three axes of the ordination in fig. 28 (values significant according to standard statistical tables were marked to facilitate interpretation, '*' p <0.05, '**' p <0.001). (from WESCHE et al. 2005).

Full model	Axis 1 tau	Axis 2 tau	Axis 3 tau
Age class – Altersklasse	-0.13**	0.04	-0.06
Log size – Flächengröße	-0.30**	0.23**	0.08**
Distance to edge – Abstand zum Kuppenrand	-0.46**	0.10**	0.15**
Indicator values – Indikatorwerte (nach ELLENBERG et al. 2001):			
Light – Licht	-0.09	-0.06	0.02
Temperature – Temperatur	0.02	-0.18**	-0.12*
Continentality – Kontinentalität	0.10*	-0.10*	-0.07
Moisture – Feuchte	0.35**	0.09	0.17**
Soil reaction – Bodenreaktion	0.23**	0.07	-0.15**
Nutrients – Nährstoffe	0.53**	0.05	0.12*
Richness of vascular plants (total) – Reichtum an Gefäßpflanzen (insgesamt)	0.03	0.13**	0.23**
Richness of vascular plants of xerothermic grasslands – Reichtum an Xerothermarten	-0.49**	0.17**	0.22**
Richness of red data list vascular plants – Reichtum an Rote-Liste-Arten	-0.35**	0.14**	0.16**

die großen Kuppen älter sind. Außerdem werden bei diesem Verfahren die seltenen Arten herabgewichtet, so dass solche Arten, die PARTZSCH (2001) als Indikatorarten historisch alter Xerothermrasen benannt hat (vgl. Kap. 7), aus der Analyse entfernt werden.

12. Zusammensetzung der Diasporenbanken

Für die Bewertung bzw. Prognose von vegetationsdynamischen Vorgängen ist die Kenntnis der reproduktiven Strategien von entscheidender Bedeutung (URBANSKA 1992), vor allem, um Entscheidungshilfen für Management und Wiederherstellung selten gewordener Habitate und Vegetationseinheiten zu formulieren (HÖLZEL & OTTE 2004). Dabei werden der Mangel an Diasporenquellen sowie die limitierte Ausbreitung von Zielarten als Haupthindernis für ein erfolgreiches Management erachtet (BAKKER & BERENDSE 1999). Dem Fortbestand bzw. der Wiedereinführung der traditionellen Landnutzungsformen, wie zum Beispiel der Schafbeweidung, weisen POSCHLOD et al. (1998) vor allem in Kalktrockenrasen eine wichtige Rolle zu.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Nach BAKKER et al. (1996) hat jedoch die Diasporenbank eine große Bedeutung bei der Wiederherstellung diverser Pflanzengesellschaften. Dabei ist das Aussterberisiko vor allem in fragmentierten Landschaften stark von der Lebensdauer der Samen im Boden abhängig (STÖCKLIN & FISCHER 1999).

Die Untersuchungen zur Bewertung des reproduktiven Potentials der Diasporenbanken von Vegetationseinheiten unterschiedlichen Hemerobiegrades auf xerothermen Standorten haben gezeigt, dass sowohl die qualitative als auch die quantitative Zusammensetzung der Diasporenbanken stark variieren. Die mit der Auflaufmethode ermittelte Anzahl an keimfähigen Diasporen (3.500–13.000 Diasporen/m²) für die xerothermen Trocken- und Halbtrockenrasen kommt den Angaben von POSCHLOD (1991, 1992) für naturnahe Kalkmagerrasen (4.000–8.400 Diasporen/m²) recht nahe, wohingegen die Zahlen aus den ruderalisierten Grasdominanzbestände deutlich höher waren (9.500–35.600 Diasporen/m²). Mit der von uns verwendeten Diasporen-Bestimmungsmethode (PARTZSCH 1999, 2001) ergaben sich ebenfalls deutlich höhere Werte zwischen 19.500 und 83.250 Diasporen/m², und es wurden mehr Arten als mit der Auflaufmethode nachgewiesen. Besonders deutliche Unterschiede wiesen die artenreichen Bestände des Filipendulo-Helictotrichetum und des Festuco-Brachypodietum auf. Ursachen hierfür liegen sowohl in einem unterschiedlichen Keimungs- und Dormanzverhalten der Arten als auch darin, dass viele Diasporen beschädigt waren und somit ihre Lebensfähigkeit verloren hatten.

Zusammensetzung und Größe der Diasporenbank variieren saisonal (THOMPSON & GRIME 1979). POSCHLOD & JACKEL (1993) konnten die Veränderungen in der Samenbank von Kalkmagerrasen in Abhängigkeit von der jahreszeitlichen Rhythmik des Samenfalls nachweisen. Auch unsere Untersuchungen haben ergeben, dass die Diasporenbank im Herbst mit deutlich mehr Arten sowie keimfähigen Diasporen aufgefüllt ist als im Frühjahr und je nach Gesellschaft der Großteil der Diasporen innerhalb der ersten 3 bis 7 Wochen keimte (Abb. 29). Demgegenüber laufen im Frühjahrsansatz nur sehr wenige Individuen auf. Eine Ausnahme bildet das Euphorbio-Callunetum, das durch das plötzliche Auflaufen von *Calluna vulgaris* ab der 7. Woche auf hohe Keimlingszahlen kommt. Im Herbstansatz war dieses explosionsartige Auftreten von *Calluna*-Keimlingen zeitlich um 2 bis 3 Wochen vorverlegt. Im Frühjahrsansatz, d.h. nach Überwinterung, laufen vor allem Arten wie *Agrostis capillaris*, *Arenaria serpyllifolia*, *Calluna vulgaris*, *Danthonia decumbens*, *Erysimum crepidifolium*, *Hypericum perforatum*, *Myosotis stricta*, *Potentilla incana* und *Rumex acetosella* auf, die eine persistente bzw. permanente Diasporenbank aufbauen. Die meisten dieser Arten bilden nur sehr kleine Diasporen aus. Dies stimmt mit der Annahme von THOMPSON (1987) und BEKKER et al. (1998) überein, dass die Größe der Diasporen negativ mit ihrer Überlebensfähigkeit im Boden korreliert. Die Ursachen, warum manche Arten keine, andere Arten eine kurzlebige und wieder andere eine langlebige Samenbank aufbauen, sind nicht ausreichend geklärt (KUNZMANN 2000). BASKIN & BASKIN (1998) sehen die Ursachen für die unterschiedlich lange Lebensfähigkeit der Diasporen der einzelnen Arten in spezifischen Keimungs- und Dormanzmustern, die endogen veranlagt sind und durch Umweltfaktoren beeinflusst werden.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

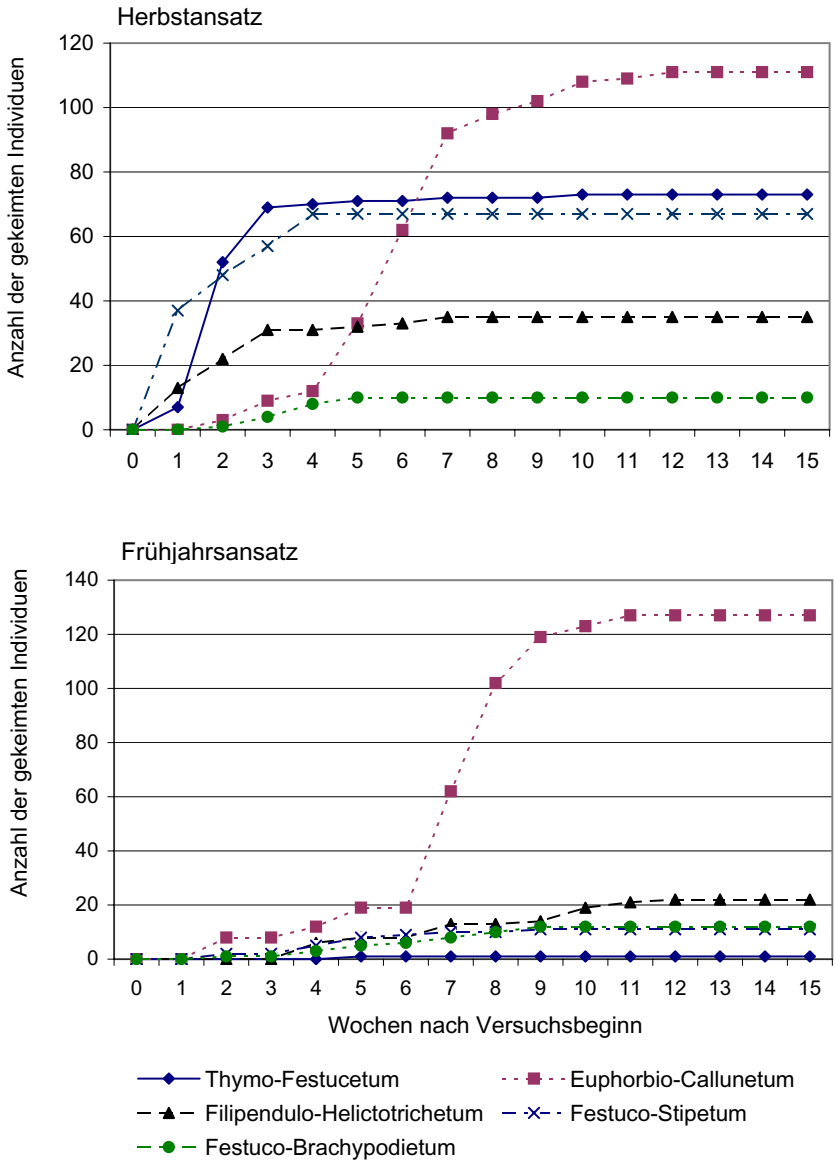


Abb. 29: Jahreszeitliche Dynamik der Diasporenbanken von Vegetationseinheiten xerothermer Standorte. Vergleich zwischen der Anzahl der auflaufenden Keimlinge im Herbst und im Frühjahr (aus PARTZSCH 2005).

Fig. 29: Seasonal dynamics of the seed bank in different plant communities on the porphyry outcrops. Number of germinated seeds in autumn and spring (from PARTZSCH 2005).

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Als Maß der Übereinstimmung von aktueller Vegetation und Diasporenbank wurde der Jaccard-Index genutzt (Tab. 4). Er zeigt, dass zwischen Vegetation und Samenbank in allen Gesellschaften nur geringe Übereinstimmung besteht: meist liegen die Werte deutlich unter 50 %, im Mittel zwischen ca. 20 und 40 %. Dies gilt für beide verwendeten Methoden (Auflaufmethode und Bestimmungsmethode). Dabei wurden nur die Arten in der aktuellen Vegetation berücksichtigt, die auf der beprobten Fläche von 16 m² wuchsen. Wäre das gesamte Arteninventar der jeweiligen Gesellschaft in die Berechnung einbezogen worden, läge der Wert noch deutlich niedriger. Dies stimmt mit den Ergebnissen von MILLER & CUMMINS (2003) überein, die feststellten, dass die Samenbank verschiedener montaner Gesellschaften (Wälder, Heiden, Grasland) im Vergleich zur oberirdischen Vegetation relativ artenarm (zwischen 30 und 37 %) ist. Dies konnten auch TOUZARD et al. (2002) für eutrophe Feuchtwiesen in Westfrankreich bzw. DAVIES & WAITE (1998) für Kalkmagerrasen in Großbritannien bestätigen. Im Widerspruch dazu stehen die Ergebnisse von DRÜCKHAMMER & WRIEDT (1996), die eine gute Übereinstimmung (58–95 %) von Samenbank und aktueller Vegetation im Feuchtgrünland von Schleswig-Holstein feststellen konnten.

Das reproduktive Potential der untersuchten Xerothermrasen bezogen auf die im Boden lagernden Diasporen kann insgesamt nur als gering eingeschätzt werden. Demgegenüber ist das Aussterberisiko von Pflanzenarten vor allem in fragmentierten Landschaften stark von der Lebensdauer der Samen und Früchte im Boden abhängig. Die Annahme von STÖCKLIN & FISCHER (1999), dass eine langlebige Samenbank wesentlich zum Überleben von Populationen und zur Artenvielfalt in Kalktrockenrasen beiträgt, konnte nicht bestätigt werden. Sie fanden jedoch gleichfalls, dass sich vor allem Arten mit einer hohen phytozönologischen Affinität an das Mesobromion durch kurzlebige Diasporen auszeichnen. Dies kann auch für die Zusammensetzung unserer Vegetationstypen bestätigt werden (Tab. 5). Nach THOMPSON et al. (1998) bestehen enge Beziehungen zwischen dem Grad der Störung in einem Habitat (z.B. Acker- und Ruderalgesellschaften) und der Tendenz der Arten, eine langlebige Diasporenbank aufzubauen. Dies konnten sowohl HÖLZEL & OTTE (2004) für Wiesen des Cnidion und Molinion mit periodischer oder episodischer Störung (Überflutung) als auch DRÜCKHAMMER & WRIEDT (1996) für verschiedene weitere Feuchtwiesen bestätigen. So sind es in der nordwesteuropäischen Flora vor allem die kurzlebigen (ein- und zweijährigen) Arten, die eine dauerhafte, langlebige Samenbank aufbauen (THOMPSON et al. 1998). Dies stimmt mit der Aussage von REES (1993) überein, dass die Langlebigkeit von adulten Pflanzen negativ mit der Perisistenz ihrer Diasporen korreliert, und zwar vor allem dann, wenn die Variabilität der Umweltfaktoren relativ konstant ist. So nehmen auch in unseren Untersuchungen die Therophyten entlang eines gedachten Gradienten von stabileren, naturnahen Trocken- und Halbtrockenrasen bis hin zu Grasdominanzbeständen mit höherem Hemerobiegrad in den Diasporenbanken deutlich zu (Tab. 4–6). Dies gilt ebenso für die sich durch Kurzlebigkeit, hohe Diasporenproduktion und Störungstoleranz auszeichnenden Ruderalstrategen. Im sehr lückigen Thymo-Festucetum können sie auch entsprechende Bestandslücken für sich nutzen. Diese Arten sind im Vergleich zur aktuellen Vegetation um das Doppelte bis Dreifache in der Samenbank häufiger. Während

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Tab. 4: Keimlingsaufkommen im Auflaufverfahren. Vergleich von aktueller Vegetation und Diasporenbank mittels Jaccard-Index sowie Vergleich nach Lebensform (ELLENBERG et al. 2001), Strategietyp (GRIME 1985) und Diasporenbanktyp (THOMPSON et al. 1997, KUNZMANN 2000) der aufgelaufenen Arten bzw. Keimlinge (Angabe: Anzahl der Arten / Anzahl der Keimlinge) (aus PARTZSCH 2005).

Table 4: Results of the emerging method. Comparison of the actual vegetation cover, and the seed supply by using the Jaccard-Index. Comparison of live forms (ELLENBERG et al. 200), the strategy types (GRIME 1985) and the seed bank types (THOMPSON et al. 1997, KUNZMANN 2000) of the emerging seedlings (number of species / number of seedlings) (from PARTZSCH 2005).

Assoziation:	**Euphorbio-Callunetum**		**Thymo-Festucetum**			**Filipendulo-Helictotrichteum**			**Festuco-Stipetum**	**Festuco-Brachypodietum**		**Galio-Agrostid-etum**	**Festuca rupicola-Ges.**			**Arrh. elatioris (ruderal)**	**Conv.-Agropyr-etum**
Gebiet:	Br6	Mücheln	Mücheln	Br4	Br5	Br6	Br6	Mücheln	Mücheln	Br6	Mücheln	Br5	Br2	Br3	Br4	Br5	Br1
Gesamtkeimlingsaufkommen	100	130	75	26	32	91	198	38	68	84	11	212	146	151	179	95	356
Diasporen / m²	10.000	13.000	7.500	2.600	3.200	9.000	19.800	3.800	6.800	8.400	1.100	21.200	14.600	15.100	17.900	9.500	35.600
Gesamtartenzahl:																	
Akuelle Vegetation	17	16	11	24	18	23	26	37	24	35	33	30	15	23	19	16	21
Diasporenbank	13	6	6	9	12	12	18	8	5	22	2	12	19	16	12	16	26
JACCARD-Index	**36,4**	**37,5**	**54,5**	**18,5**	**25,0**	**34,6**	**29,4**	**21,0**	**20,8**	**32,6**	**6,1**	**15,6**	**41,7**	**42,3**	**19,2**	**28,0**	**46,9**
Anzahl der auflaufenden Arten bzw. Keimlinge je Lebensform:																	
Therophyten	2 / 6	-	2 / 67	4 / 5	6 / 9	6 / 29	4 / 80	2 / 12	1 / 25	9 / 51	-	6 / 40	14 / 59	10 / 134	6 / 143	6 / 50	17 / 299
Geophyten	-	1 / 9	1 / 2	1 / 1	1 / 2	1 / 6	1 / 1	-	-	1 / 4	-	1 / 1	1 / 56	1 / 3	-	2 / 8	2 / 5
Hemikryptophyten	10 / 23	4 / 17	2 / 5	3 / 19	2 / 14	5 / 56	11 / 115	6 / 26	4 / 43	12 / 29	2 / 11	5 / 171	4 / 31	3 / 14	6 / 36	8 / 37	7 / 51
Chamaephyten	1 / 71	1 / 104	1 / 1	-	1 / 4	-	2 / 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phanerophyten	-	-	-	1 / 1	2 / 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Strategietypen der aufgelaufenden Arten bzw. Keimlinge:																	
C-Strategen	3 / 9	1 / 1	- / -	2 / 13	3 / 15	2 / 33	2 / 66	- / -	- / -	2 / 2	- / -	1 / 15	1 / 15	2 / 4	1 / 14	5 / 27	6 / 51
CS-Strategen	4 / 74	3 / 117	- / -	1 / 6	- / -	2 / 19	3 / 26	1 / 2	1 / 5	3 / 13	1 / 3	1 / 3	2 / 15	3 / 19	1 / 5	2 / 8	2 / 3
S-Strategen	1 / 1	- / -	2 / 3	- / -	1 / 4	- / -	2 / 3	1 / 10	1 / 28	1 / 1	1 / 8	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -
SR-Strategen	- / -	- / -	1 / 64	1 / 1	- / -	1 / 5	1 / 25	1 / 8	- / -	3 / 25	- / -	- / -	3 / 8	3 / 38	1 / 9	1 / 3	2 / 76
R-Strategen	1 / 5	- / -	1 / 3	3 / 4	5 / 8	3 / 18	3 / 55	1 / 4	1 / 25	5 / 25	- / -	5 / 34	6 / 39	4 / 84	5 / 134	4 / 46	8 / 194
CR-Strategen	- / -	- / -	- / -	- / -	1 / 1	1 / 5	- / -	- / -	- /-	1 / 1	- / -	1 / 6	5 / 12	3 / 3	1 / 1	1 / 1	6 / 28
CSR-Strategen	4 / 11	2 / 12	2 / 5	2 / 2	2 / 4	3 / 11	7 / 23	4 / 14	2 / 10	7 / 17	- / -	4 / 154	2 / 57	1 / 3	3 / 16	3 / 10	2 / 4
Diasporenbanktypen der aufgelaufenen Arten bzw. Keimlinge:																	
transient	2 / 3	2 / 5	1 / 2	2 / 2	4 / 9	1 / 17	6 / 42	3 / 6	1 / 4	6 / 23	1 / 3	2 / 4	2 / 15	1 / 7	1 / 5	1 / 7	1 / 2
short-term persistent	3 / 3	1 / 11	2 / 4	1 / 6	1 / 2	1 / 1	1 / 4	- / -	1 / 5	3 / 21	- / -	- / -	1 / 2	3 / 13	2 / 9	3 / 6	2 / 3
long-term persistent	8 / 94	3 / 114	3 / 69	6 / 18	7 / 21	10 / 73	11 / 152	5 / 32	3 / 59	13 / 40	1 / 8	10 / 208	16 / 129	12 / 131	9 / 165	12 / 82	23 / 351

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Tab. 5: Vergleich zwischen Auflaufmethode und direkter Diasporen-Bestimmungsmethode (PARTZSCH 1991) sowie Vergleich von aktueller Vegetation und im Boden lagernden Diasporen mittels Jaccard-Index. Vergleich nach Lebensform (ELLENBERG et al. 2001), Strategietyp (GRIME1985) und Diasporenbanktyp (THOMPSON et al. 1997, KUNZMANN 2000) der nachgewiesenen Arten bzw. Diasporen im Boden (Angabe: Anzahl der Arten / Anzahl der Diasporen) (aus PARTZSCH 2005).
Table 5: Results of the emerging method and the seed determination method (PARTZSCH 1991) in comparison with the actual vegetation cover and the seeds in soil by using the Jaccard-Index. Comparison of life forms (ELLENBERG et al. 2001), the strategy types (GRIME 1985) and the seed bank types (THOMPSON et al. 1997, KUNZMANN 2000) of the species or diaspores found in soil (number of species / number of diaspores) (from PARTZSCH 2005).

Assoziation:	**Euphorbio-Callunetum**	**Thymo-Festucetum**	**Filipendulo-Helictotrichetum**	**Festuco-Stipetum**	**Festuco-Brachypodietum**
Gebiet:	Mücheln	Mücheln	Mücheln	Mücheln	Mücheln
Absolute Anzahl von Diasporen:					
Auflaufmethode (500 cm³ Boden)	130	75	38	68	11
Bestimmungsmethode (200 cm³ Boden)	191	140	333	168	78
Diasporen pro m²:					
Auflaufmethode	13.000	7.500	3.800	6.800	1.100
Bestimmungsmethode	47.750	35.000	83.250	42.000	19.500
Gesamtartenzahl:					
Akuelle Vegetation	16	11	37	24	33
Diasporen im Boden	8	6	17	6	16
JACCARD-Index	**41,2**	**41,7**	**21,4**	**20,0**	**17,1**
Lebensform der gefundenen Arten bzw. der Diasporen:					
Therophyten	1 / 2	1 / 112	4 / 70	2 / 7	5 / 12
Geophyten	1 / 62	-	3 / 14	-	2 / 6
Hemikryptophyten	4 / 55	2 / 13	8 / 246	4 / 143	7 / 57
Chamaephyten	2 / 72	2 / 13	1 / 2	-	1 / 2
Nanophanerophyten	-	1 / 2	1 / 1	-	1 / 1
Strategietypen der gefundenen Arten bzw. der Diasporen:					
C-Strategen	1 / 1	1 / 2	1 / 1	-	1 / 1
CS-Strategen	3 / 75	2 / 13	3 / 10	2 / 7	3 / 7
S-Strategen	-	2 / 13	1 / 219	1 / 134	1 / 45
SR-Strategen	1 / 2	1 / 112	2 / 3	-	1 / 5
R-Strategen	-	-	2 / 67	2 / 25	3 / 5
CR-Strategen	-	-	1 / 2	1 / 2	-
CSR-Strategen	3 / 113	-	7 / 31	-	7 / 15
Diasporenbanktypen der gefundenen Arten bzw. Keimlinge:					
transient	3 / 53	3 / 18	8 / 35	-	8 / 15
short-term persistent	3 / 5	2 / 10	1 / 1	2 / 4	2 / 3
long-term persistent	2 / 133	1 / 112	8 / 297	4 / 164	6 / 60

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

der Anteil der Arten mit transientem Diasporenbanktyp in den Samenbanken der Gesellschaften mit steigendem Hemerobiegrad abnimmt, steigt der Anteil an Arten, die eine langlebige Diasporenbank im Boden aufbauen (Tab. 6).

Die Grasdominanz-Gesellschaften haben sich vor allem in dem stark fragmentierten, kleinflächigen Porphyrkuppenkomplex etabliert, der ehemals teilweise bewirtschaftet worden ist (vgl. SCHNEIDER et al. 1995). Die Kuppen sind hier in intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen eingebettet, die somit häufig Störungen unterliegen (vgl. Kap. 10; PARTZSCH et al. 2003). Bei den naturnahen Gesellschaften des Euphorbio-Callunetum, des Thymo-Festucetum, des Filipendulo-Helictotrichetum und des Festuco-Brachypodietum zeigt sich, dass deren Diasporenbank auf dem älteren, großflächigen Porphyrkomplex in Mücheln deutlich artenärmer ist, obwohl die Gesellschaften wahrscheinlich hier schon über mehrere Jahrhunderte siedeln (RICHTER et al. 2003) und einige Arten, die als Indikatoren historisch alter Xerothermrasen bewertet werden können, nachgewiesen wurden (vgl. Kap. 7; PARTZSCH 2001). Bei den meisten dieser Graslandarten dominiert jedoch die vegetative Vermehrung (ERIKSSON & JAKOBSSON 1998), und die Keimung wird durch die dicke Streuauflage in diesen Halbtrockenrasen stark behindert (TOUZARD et al. 2002).

Generell spiegelt die Zusammensetzung der Diasporenbank nicht den Artenreichtum der Trocken- und Halbtrockenrasen wider. Die typischen Xerothermrasenarten sind in der Diasporenbank nicht oder nur mit sehr geringen Individuenzahlen vorhanden. Dies sind meist stresstolerante Arten, die an Standorten mit geringer Nährstoffverfügbarkeit siedeln und sich nach BOSSUYT & HERMY (2003) durch einen signifikant niedrigen „seed longevity index“ (Samenlebensdauerindex) auszeichnen. Der Anteil von Therophyten (sowohl Arten als auch Individuen) ist in den Samenbanken gegenüber der aktuellen Vegetation um das Doppelte bis Dreifache höher und stieg mit zunehmender Ruderalisierung an. Dies gilt ebenso für die Ruderalstrategen (Tab. 4, 5).

Unsere Ergebnisse unterstützen die Feststellung von SAUTTER (1994), dass mit fortschreitendem Vegetationsschluss und Reifegrad der Pflanzengesellschaften die Übereinstimmung zwischen aktueller Vegetation und Samenreservoir des Bodens zunehmend geringer wird. Falls bestimmte Arten aus der aktuellen Vegetation verschwinden, ist keine Erneuerung aus der Diasporenbank möglich. Die Fernausbreitung von vielen Xerothermrasenarten ist nach TACKENBERG (2001) wenig effizient, so dass Prozesse der Wiederbesiedelung nur sehr langsam erfolgen können. Dem Zufallsprinzip nach EGLER (1953) muss dabei eine große Bedeutung beigemessen werden. Der Wegfall der traditionellen Landnutzung auf den ertragsarmen Standorten wirkt sich daneben gleich zweifach negativ auf verschiedene Gesellschaften aus: So fallen zum einen traditionelle Ausbreitungsvektoren (z.B. Schafe) durch veränderte Landnutzung weg (POSCHLOD et al.1996, 1998), und gleichzeitig verdichtet sich bei fehlender Nutzung der Biomasse die Streuschicht, die das Auflaufen von Keimlingen verhindert. Diese Auswirkungen werden in der Porphyrkuppenlandschaft des Unteren Saaletals bei der Besiedelung von neu entstandenen Kuppen deutlich sichtbar (vgl. Kap. 8 10; PARTZSCH 2001, PARTZSCH et al. 2003). Somit sollte der Erhaltung von bedrohten bzw. seltenen Vegetationseinheiten in einem stabilen Zustand große Bedeutung

Tab. 6: Zusammensetzung von aktueller Vegetation und Diasporenbank (Auflaufmethode) der untersuchten Gesellschaften nach den prozentualen Anteilen der Diasporenbanktypen (nach THOMPSON et al. 1997 und KUNZMANN 2000) (aus PARTZSCH 2005).

Table 6: Composition of actual vegetation cover and seed bank (emerging method) of the plant communities and the proportions of the seed bank types (after THOMPSON et al. 1997 and KUNZMANN 2000) (from PARTZSCH 2005).

	Transienter Diasporenbanktyp		**Short-term persistenter Diasporenbanktyp**		**Long-term persistenter Diasporenbanktyp**	
	Aktuelle Vegetation	Diasporen-bank	Aktuelle Vegetation	Diasporen-bank	Aktuelle Vegetation	Diasporen-bank
Euphorbio-Callunetum	45,4	21	18,2	21	36,4	57,9
Thymo-Festucetum	32,2	25,6	26,6	14,4	41,2	58,9
Filipendulo-Helictotrichetum	49,5	25	14,1	2,8	36,4	72,2
Festuco-Stipetum	60,9	20	17,4	20	21,7	60
Festuco-Brachypodietum	55,9	29	17,6	11	26,5	60
Galio-Agrostidetum	26,7	16,6	16,7	-	56,7	83,4
Festuca rupicola-Ges.	28,3	8,5	10,7	11,1	61	80,4
Arrhenatheretum elatioris (ruderal)	31,3	12,5	18,7	12,5	50	75
Convolvulo-Agropyretum	9,5	3,8	4,8	7,7	85,7	88,5

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

beigemessen werden (SAUTTER 1994, MILLER & CUMMINS 2003), was langfristig wahrscheinlich nur durch gezielte Managementplanung gewährleistet werden kann.

13. Naturschutzfachliche Bewertung des Gebietes

Aufgrund der reichen und wertvollen Naturausstattung sowohl mit dem oben beschriebenen floristischen und phytozönologischen Inventar als auch dem Vorkommen vieler faunistischer Besonderheiten sind verschiedene Gebiete der Landschaft zwischen Halle und Wettin als Schutzgebiete unterschiedlicher Kategorie ausgewiesen (vgl. SCHÖNBRODT & EBEL 1991, EBEL & SCHÖNBRODT 1993).

Die auf der linken Seite der Saale, nahe der Ortschaft Lettin gelegenen Lunzberge hatten schon frühzeitig das Interesse der halleschen Botaniker geweckt und dienten als interessantes Objekt für Forschung und Lehre. Allerdings wurde das Gebiet, welches eine Fläche von ca. 26 ha umfasst, erst 1990 einstweilig gesichert. Seit 1993 ist es als Naturschutzgebiet ausgewiesen.

Das NSG Franzigmark befindet sich am rechten Saaleufer im Norden von Halle und erstreckt sich bis zum Kirschberg bei Brachwitz. Es umfasst insgesamt ca. 300 ha. Große Bereiche des Gebietes wurden in DDR-Zeiten als militärischer Übungsplatz genutzt und waren für den Besucherverkehr gesperrt. 1990 erfolgt die einstweilige Sicherung durch die Bezirksverhaltungsbehörde, mittlerweile besitzt es ebenfalls den Status eines Naturschutzgebietes.

Im Bereich der Ortschaft Gimritz befindet sich ein großer zusammenhängender Porphrykomplex, welcher als NSG „Porphyrkuppenlandschaft bei Gimritz“ seit 1990 ausgewiesen ist. Es umfasst eine Fläche von 195 ha.

Das NSG „Saalehänge bei Dobis“ ist mit 15 ha bedeutend kleiner, wurde aber bereits 1967 unter Schutz gestellt. Das Gebiet befindet sich am rechten Saaleufer gegenüber von Friedeburg.

Die Porphyrhänge der Ortschaft Mücheln bei Wettin umfassen die beiden geschützten Landschaftsbereiche (GLB) „Trockenrasen bei Mücheln“ im Süden und „Salzaterrassen bei Mücheln“ im Norden (RICHTER et al. 2003).

Neben den großflächigen Schutzgebieten befindet sich auch eine Vielzahl von kleinen Flächennaturdenkmälern im Untersuchungsgebiet. Hier ist beispielsweise das FND „Küsterberge bei Brachwitz“ zu nennen, welches bereits 1976 eingerichtet worden ist.

Die genannten NSG und GLB liegen alle im Landschaftsschutzgebiet (LSG) „Saale“.

Die europäische Kommission hat in der Vergangenheit verschiedene Richtlinien zum Erhaltung der biologischen Vielfalt und einem reichhaltigen und empfindlichen Naturerbe erlassen. Im Rahmen des europäischen Netzwerkes „NATURA 2000“ (SSYMANK 1998) wurde die „Porphyrkuppenlandschaft nordwestlich Halle“ aufgrund der Ausstattung mit wertvollen Lebensraumtypen nach Anhang I der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie als besonderes Schutzgebiet ausgewiesen (MINISTERIUM FÜR RAUMORDNUNG, LANDWIRTSCHAFT UND UMWELT DES LANDES SACHSEN-ANHALT 2000). Das Gebiet umfasst eine Gesamtfläche von 674 ha und schließt Bereiche der

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Stadt Halle und des Saalkreises ein. Als besonders wertvolle Lebensraumtypen sind die trockenen europäischen Heiden (LRT 4030), die naturnahen Kalktrockenrasen und deren Verbuschungsstadien (Festuco-Brometalia) (LRT 6210), die Silikatfelsen mit Felsspaltenvegetation (LRT 8220) und die Silikatfelsen mit Pioniervegetation (LRT 8230) sowie als Arten nach Anhang II der FFH-Richtlinie der Kammmolch (*Triturus cristatus*; 1166) und die Sand-Silberscharte (*Jurinea cyanoides*; 1805) zu nennen.

14. Maßnahmen zur Erhaltung

Die Tatsache, dass die Zusammensetzung der Vegetation maßgeblich durch die Beweidung beeinflusst wird (POTT 1996, CIERJACKS et al. 2002) und die Artenvielfalt nach Aufbrechen der Dominanz von Grasarten deutlich erhöht ist (WILLEMS 1987), liegt auf der Hand. Zeitpunkt und Intensität von Beweidungsmaßnahmen können sich dabei sowohl positiv als auch negativ auf die Diversität von Xerothermrasen auswirken (BAKKER 1989, BULLOCK et al. 2001, WATKINSON & ORMEROD 2001). Die Vorhersage der pflanzlichen Reaktion auf Beweidung wird jedoch dadurch erschwert, da geographische Lage und klimatische Bedingungen zusätzlichen Einfluss ausüben (VESK & WESTOBY 2001, DIAZ et al. 2001).

Die Ausprägung der artenreichen xerothermen Pflanzengesellschaften auf den Porphyrkuppen ist das Ergebnis einer traditionellen Bewirtschaftung, die in verschiedenen Gebieten (z.B. Mücheln bei Wettin) bis ins frühe Mittelalter und darüber hinaus zurückreicht. Im Zusammenwirken mit den stark variierenden Standortfaktoren hat dies zur Ausbildung eines Mosaiks verschiedener Trocken- und Halbtrockenrasen sowie Zwergstrauchheiden geführt. Um diese auch für zukünftige Generationen zu erhalten, sollte die traditionelle Pflege in Form von Beweidung unbedingt beibehalten bzw. wieder eingeführt werden. Dabei könnte die Zusammensetzung der noch verbliebenen Tierherde zugunsten der alten, genügsameren und widerstandfähigeren Schafrassen (z.B. „Coburger Fuchsschaf", „Merino-Landschaf") verschoben werden, wobei Mischherden aufgrund des unterschiedlichen Fress- und Selektionsverhaltens der Tiere am günstigsten sind. Auch das Mitführen von Ziegen würde zu einem stärkeren Zurückdrängen der Gehölze durch Verbiss führen (JEDICKE 1993, BERG & WOLLERT 2000). Das zeitliche Optimum der Magerrasen-Beweidung liegt zwischen Juni und August, kann aber auch von Mai bis Jahresende ausgedehnt werden. Auf Verbiss und Tritt besonders empfindlich reagierende Pflanzengesellschaften sollten dabei während der Blühphase von der Beweidung ausgeschlossen werden (z.B. Festuco valesiacae-Stipetum capillatae). Demgegenüber sollten stark mit *Brachypodium pinnatum* verfilzte Bereiche bereits im Mai und Juni beweidet werden, da zu diesem Zeitpunkt dieses Gras noch von jungen Sprossen dominiert und damit von den Schafen nicht verschmäht wird. Auch durch spezielle Hütetechniken (weites und enges Gehüt) sowie unterschiedliche Mahdhäufigkeit kann die Vegetationsentwicklung stark verbuschter oder verfilzter Flächen gesteuert werden (vgl. KONOLD et al. 1999). So sollte vor allem die *Poa angustifolia*-Gesellschaft durch ein enges Gehüt bewirtschaftet werden. Die typischen Glatthaferwiesen werden im Allgemeinen gemäht. Die relativ kleinflächigen Bestände im Randbereich der Kuppen sind jedoch meist schwer zugänglich, eine Mahd wäre hier uneffektiv. Auch sie sollten deshalb beweidet werden.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Ebenso können die *Calluna*-Heiden durch Beweidung gepflegt werden; hierfür eignet sich besonders das „Coburger Fuchsschaf". Das traditionelle Flämmen solcher Bestände wird heute kontrovers diskutiert. Aus naturschutzfachlicher Sicht bestehen dabei Vorbehalte, da es bei unkontrolliertem Brand sowohl zur Schädigung der Phyto- als auch der Zoozönosen kommen kann (MAHN 1966). LÜTKEPOHL & STUBBE (1997) beschreiben jedoch die Verjüngungsfreudigkeit der Besenheide nach Brand unter den klimatischen Bedingungen Nordwestdeutschlands. Man könnte versuchen, die alten Bestände des Euphorbio-Callunetum durch kontrolliertes Brennen in den Wintermonaten zu regenerieren. Die sich anschließende Vegetationsentwicklung sollte dabei wissenschaftlich begleitet werden. Ein Entkusseln der stark verbuschten Unterhänge zwischen August bis März ist ebenfalls ratsam. Detaillierte, gebietsbezogene Pflegemaßnahmen sind in EBEL & SCHÖNBRODT (1991) zu finden.

15. Dank

Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes möchte ich mich ganz herzlich bei Herrn Dr. Anselm Krumbiegel bedanken. Mein besonderer Dank gilt Frau Zech, die eine Reihe von Zeichnungen angefertigt hat.

16. Literatur

ADOLPHI, K. 1995: Neophytische Kultur- und Anbaupflanzen als Kulturflüchtlinge des Rheinlandes. Diss. TU Berlin. Nardus **2**: 1–272.

ALTEHAGE, C. 1937: Die Steppenheidehänge bei Rothenburg-Könnern im unteren Saaletal. Abhandlungen und Berichte aus dem Museum für Naturkunde und Vorgeschichte und dem Naturwissenschaftlichen Verein in Magdeburg **VI**/4: 233–262.

AMLER, K., BAHL, A., HENLE, K., KAULE, G., POSCHLOD, P. & SETTELE, J. (Hrsg.) 1999: Populationsbiologie in der Naturschutzpraxis: Isolation, Flächenbedarf und Biotopansprüche von Pflanzen und Tieren. Ulmer-Verlag, Stuttgart.

BACHMANN, U., HENSEN, I. & PARTZSCH, M. 2005: Is *Campanula glomerata* threatened by competition of expanding grasses? Plant Ecology **180**: 257–265.

BAKKER, J. P. & BERENDSE, F. 1999: Constraints in the restoration of ecological diversity in grassland and heathlands. Trends in Ecology & Evolution **14**: 63–68.

BAKKER, J. P. (1989): Nature management by grazing and cutting. On the ecological significance of grazing and cutting regimes applied to restore former species-rich grassland communities in the Netherlands. Academic Publisher Kluwer, Dordrecht.

BAKKER, J. P., POSCHLOD, P., STRYKSTRA, R.J., BEKKER, R.M. & THOMPSON, K. 1996: Seed bank and seed dispersal: important topics in restoration ecology. Acta Botanica Neerlandica **45**: 461–490.

BÄRLOCHER, A., SCHÜTZ, M., KRÜSI, B.O., GRÄMIGER, H. & SCHNELLER, J.J. 2000: Development of species richness in mono-dominant colonies of tor grass (*Brachypodium pinnatum*) – an indicator of the impact of grazing upon subalpine grassland? In: SCHÜTZ, M., KRÜSI, B.O. & EDWARDS, P. (eds.): Succession research in the Swiss National Park. From Braun-Blanquet´s permanent plots to models of long-term ecological change. Nationalpark-Forschung Schweiz **89**: 89–105.

BARON, E. & HEBESTEDT, J. 1998: Die Templerkapelle Unser Lieben Frauen in Mücheln bei Wettin. Halle.

BASKIN, J.P. & BASKIN, C.C. 1998: Seeds – ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego, London, Boston.

BECKER, T. 2003: Auswirkungen langfristiger Fragmentierung auf Populationen am Beispiel der reliktischen Steppenrasenart *Astragalus exscapus* L. (Fabaceae). Dissertationes Botanicae, Band **380**. J. Cramer, Berlin, Stuttgart.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

BEKKER, R.M., BAKKER, J.P., GRANDIN, U., KALAMEES, R., MILBERG, P., POSCHLOD, P., THOMPSON, K. & WILLEMS J.H. 1998: Seed size, shape and vertical distribution in the soil: indicators of seed longevity. Functional Ecology **12**: 834–842.

BENKERT, D., FUKAREK, F. & KORSCH, H. 1996: Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands. Fischer, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm.

BERG, C. & MAHN, E.-G. 1990: Anthropogene Vegetationsveränderungen der Straßenrandvegetation in den letzten 30 Jahren – die Glatthaferwiesen des Raumes Halle/Saale. Tuexenia **10**: 185–195.

BERG, C. & WOLLERT, H. 2000: Vom Aussterben bedrohte Pflanzenarten in Mecklenburg-Vorpommern. – Empfehlungen zum Erhalt und zur Pflege ihrer Lebensräume. III. Zur Bedeutung und Pflege von Magerrasen in Mecklenburg-Vorpommern. Naturschutz in Mecklenburg-Vorpommern **43**: 37–43.

BLISS, P. & PARTZSCH, M. 1997: Vegetation data analysis and ecological effect evaluation. Proceedings International Conference on Habitat Fragmentation & Infrastructure, 18.-21. Sept. 1995, Maastricht/The Hague, The Netherlands: 272–279.

BONN, S. & POSCHLOD, P. 1998: Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas. Quelle & Meyer, Wiesbaden.

BOSSUYT, B. & HERMY, M. 2003: The potential of soil seedbanks in the ecological restoration of grassland and heathland communities. Belgian Journal of Botany **136** (1): 23–34.

BRANDES, D. & SANDERS, C. 1995: Neophytenflora der Elbufer. Tuexenia **15**: 447–472.

BRANDES, D. 1991: Die Ruderalvegetation der Altmark im Jahre 1990. Tuexenia **11**: 109–120.

BRAUN-BLANQUET, J. 1928: Pflanzensoziologie. Berlin.

BRAUN-BLANQUET, J. 1964: Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. Springer, Wien, New York.

BULLOCK, J.M., FRANKLIN, J., STEVENSON, M.J., SILVERTOWM, J., COULSON, S.J., GREGGORY, S.J. & TOFTS 2001: A plant trait analysis of responses to grazing in a long-term experiment. Journal of Applied Ecology **38**: 689–267.

CIERJACKS, A., HENSEN, I. & GÓMEZ, P.S. 2002: Effects of grazing on the species composition in a holm oak forest community of south-eastern Spain (Adenocarpo decorticantis-Quercetum rotundifoliae Rivas Martinez 1987). Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie **123**/4:447–462.

DANNEMANN, A. 2000: Der Einfluß von Fragmentierung und Populationsgröße auf die genetische Variation und Fitness von seltenen Pflanzenarten am Beispiel von *Biscutella laevigata* (Brassicaceae). Dissertationes Botanicae, Band **330**. J. Cramer, Berlin, Stuttgart.

DAVIES, A. & WAITE, S. 1998: The persistence of calcareous grassland species in the soil seed bank under developing and established scrub. Plant Ecology **136**: 27 – 39.

DE JONG, M., FANGMEIER, A. & JÄGER, H.-J. 1998: Reaktionen von drei Süßgrasarten mit unterschiedlichen Nährstoffansprüchen auf steigende NH_3-Konzentrationen und NH_4^+-Gaben - Ergebnisse aus zwei Vegetationsperioden. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie **28**: 373–380.

DEIL, U. & LODI, F. 2000: Vegetation and climate – an introduction. Phytocoenologia **30**: 275–277.

DIAZ, S., NOY-MEIR, I. & CABIDO, M. 2001: Can grazing response of herbaceous plants be predicted from simple vegetations traits? Journal of Applied Ecology **38**: 497–508.

DIEKMANN, M. & FALKENGREN-GRERUP, U. 2002: Prediction of species response to atmospheric nitrogen deposition by means of ecological measures and life history traits. Journal of Ecology **90**: 108 –120.

DIERSCHKE, H. 1994: Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. Ulmer, Stuttgart.

DOMIN, I. 1931: Geobotanick exkurse na Vysokou v Malych Karpatech. Rozpravy Ceskoslovenské Akademie **41**: 1–13. Zitiert nach KOPECKÝ. K. 1988.

DÖRING, J. 1996: Klimaverhältnisse am Ökohof Seeben. In DIEPENBROCK, W. & HÜLSENBERGEN, K.-J. (Hrsg.): Langzeiteffekte des ökologischen Landbaus auf Fauna, Flora und Boden: Beiträge der wiss. Tagung am 25.04.1996 in Halle/S., Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Landwirt. Fakultät.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

DRÜCKHAMMER, A. & WRIEDT, S. 1996: Die Samenbank unterschiedlicher Feuchtgrünland-Gesellschaften Schleswig-Holsteins und ihre Bedeutung für den Artenschutz. Feddes Repertorium **107**(3-4): 243–261.

EBEL, F. & SCHÖNBRODT, R. 1991: Rote-Liste-Arten der Naturschutzobjekte im Saalkreis. Arbeiten aus dem Naturpark „unteres Saaletal“ **2**: 1–86

EGLER, F. E. 1954: Vegetation science concepts I. Initial floristic compositon. A factor in old-field vegetation development. Vegetatio **4**: 412–417.

ELLENBERG, H. 1996: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Aufl. Ulmer, Stuttgart.

ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, T., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULISSEN, D. 1992: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Aufl. Scripta Geobotanica **9**: 1–258.

ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V. & WERNER, W. 2001: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa.. 3. durchgesehene Aufl., Scripta Geobotanica **18**: 1–262.

ERIKSSON, O. & JAKOBSSON, A. 1998: Abundance, distribution and life histories of grassland plants: a comparative study of 81 species. Journal of Ecology **86**: 922–933.

EXNER, M. & SCHWAB, M. 2000: Der Wettin-Rhyolith - Beitrag zur Oberflächenverbreitung und Entstehung eines Halleschen Quarzporphyrs. Hercynia **33**/2:173–190.

FIEDLER, O. 1938: Neue Fremdpflanzenfunde an der Leipziger Wollkämmerei und an der städtischen Kläranlage im Leipziger Rosentale. Sitzungsberichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig **63**/**64**: 189–219.

FRANK, D.& NEUMANN, V. (Hrsg.) 1999: Bestandssituation der Pflanzen und Tiere Sachsen-Anhalts. Ulmer, Stuttgart.

FRANK, D., HERDAM, H., HILBIG, W., JAGE, H., JOHN, H., G., KISON, H.-U., KORSCH, H., & STOLLE, J. Mit Beiträgen von BRÄUTIGAM, S., THIEL, H., UHLEMANN, I., WEBER, H. E. & WELK, E. (2004). Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzengesellschaften des Landes Sachsen-Anhalt. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt **39**: 91–110.

FRANK, D., HERDAM, H., JAGE, H., KLOTZ, S., RATTEY, F., WEGENER, U., WEINERT, E., WESTHUS, W., BENKERT, D., BRÄUTIGAM, S., KALLMEYER, H., KISON, H.-U., PETERSON, J., PUSCH, J. & STOHR, G. (1992): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen des Landes Sachsen-Anhalt. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt **1**: 46–65.

FRANZ, H. 1952/53: Dauer und Wandel der Lebensgemeinschaften. Schriften des Vereins zur Verbreitung Naturwissenschaftlicher Kenntnisse **93**: 27–45.

FREY, W. & HENSEN, I. 1995: Spergulo morisonii-Corynephoretum canescentis (Frühlingsspark-Silbergrasflur) – Lebensstrategien von Binnendünen- und Lockersandbesiedlern. Feddes Repertorium **106**: 533–553.

FROMM, A., JAKOB, S. & TISCHEW, S. 2002: Sandtrockenrasen in der Bergbaufolgelandschaft. Syntaxonomische und experimentelle Ansätze. Naturschutz und Landschaftsplanung **34**(2/3): 45–51.

GARCKE, A. 1848: Flora von Halle. I. Phanerogamen. Halle.

GIGON, A. 1994: Positive Interaktionen bei Pflanzen in Trespen-Halbtrockenrasen. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie **23**: 1–6.

GIGON, A. & LEUTERT, A. 1996: The Dynamic keyhole-key model of coexistence to explain diversity of plants in limestone and other grasslands. Journal of Vegetation Science **7**: 29–40.

GOTTLIEB, L. & NEUMEISTER, H. 1994: Der Saalkreis. Halle.

GRIESE, D. 1998: Die viatische Migration einiger neophytischer Pflanzensippen am Beispiel norddeutscher Autobahnen. Braunschweiger Geobotanischer Arbeiten **5**: 263–270.

GRIME, J.P. 1985: Towards a functional description of vegetation. In WHITE, J. (ed.): The population structure of vegetation. Handbook of vegetation science **3**: 503–514.

GROSSE, E. 1985: Anthropogene Florenveränderungen in der Agrarlandschaft nördlich von Halle (Saale). Hercynia N.F. **22**(2): 129 –172.

HAEUPLER, H. 1998: Ein Vergleich zwischen “echten Inseln und Habitatisolaten. Braunschweiger Geobotanische Arbeiten **5**: 39–60.

HAMPE, E. 1873: Flora Hercynica. Halle.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

HENSEN, I. 1995: Die kontinentalen *Stipa*-Steppenrasen der mittel- und nordostdeutschen Trockengebiete. Gleditschia **23**: 3–24.

HENSEN, I. & MÜLLER, C. 1997: Experimental and structural investigations of anemochorous dispersal. Plant Ecology **133**: 169–180.

HOBOHM, C. 1998: Pflanzensoziologie und die Erforschung der Artenvielfalt. Archiv naturwissenschaftlicher Dissertationen, Band 5. Wiehl.

HOBOHM, C.& HÄRDTLE, W. 1997: Zur Bedeutung einiger ökologischer Parameter für die Artenvielfalt innerhalb von Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. Tuexenia **17**: 19–52.

HÖGL, C. 1987: Vegetationskartierung im Raum Friedeburg/Friedeburgerhütte im MTB 4336 Könnern unter Verwendung von Luftbildern bei Darstellung des Ausmaßes anthropogener Einflüsse in der Landschaft. Diplomarbeit, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Geobotanik.

HÖLZEL, N. & OTTE, A. 2004: Assessing soil seed bank persistence in flood meadows: The search for reliable traits. Journal of Vegetation Science **15**: 93–100.

HOUGHTON, J.J., MEIRO FILHO, L.G., CALLANDER, B.A., HARRIS, N., KATTENBERG, A. & MASKELL, K. (Eds.) 1995: Climate change 1995 – The science of climate change. Contribution of working group I to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press. Cambridge.

HUECK. K. 1931: Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte des Endmoränengebietes von Chorin (Uckermark). Beiträge zur Naturdenkmalpflege **14**: 109–214.

HUNDT, R. 1996: Zur Veränderung der Wiesenvegetation Mitteleuropas unter dem Einfluß einer starken Bewirtschaftungsintensität. Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft **8**: 127–143.

JACKEL. A. & POSCHLOD, P. 1996: Plant strategies on continental dry grassland sites. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie **26**: 511–517.

JÄGER, E.J. 1991: Grundlagen der Pflanzenverbreitung. In SCHUBERT, R. (Hrsg.): Lehrbuch der Ökologie. 3. Aufl. Jena.

JEDICKE, E. 1993: Praktische Landschaftspflege: Grundlagen und Maßnahmen. Stuttgart.

JENTSCH, A. 2001: The significance of disturbance for vegetation dynamics. A case study in dry acidic grasslands. Dissertation, Universität Bielefeld: 199 S. + Anhang.

JENTSCH, A., BEYSCHLAG, W., NEZADAL, W., STEINLEIN, T. & WELSS, W. 2002: Bodenstörung – treibende Kraft für die Vegetationsdynamik in Sandlebensräumen. Naturschutz und Landschaftsplanung **34**(2/3): 37– 44.

KAUFMANN, D. 1997: Vor Jahrtausenden im unteren und mittleren Saalegebiet. In DAMISCH, W. & VILLWOCK, G. (Hrsg.): Beiträge zur Natur, Landnutzung und Wirtschaft des Naturparkes "Unteres Saaletal". – Arbeiten aus dem Naturpark „Unteres Saaletal" **5**: 29 –41.

KONOLD, W., BOECKER, R. & HAMPICKE, U. 1999: Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege; Kompendium zu Schutz und Entwicklung von Lebensräumen und Landschaften. Teil 2. Landsberg am Lech.

KOPECKÝ, K. 1988: Einfluß auf die Synanthropisierung der Flora und Vegetation nach Beobachtungen in der Tschechoslowakei. Folia Geobotanica et Phytotaxonomica **23**: 145–171.

KÖRBER-GROHNE, U. 1990: Gramineen und Grünlandvegetationen vom Neolithikum bis zum Mittelalter in Mitteleuropa. Bibliotheca Botanica **139**: 1–109.

KÖRSCHENS, M. & MAHN, E.-G. (Hrsg.)1995: Strategien zur Regeneration belasteter Agrarökosysteme des mitteldeutschen Schwarzerdegebietes. B.G. Teubner Verlagsgesellschaft Stuttgart, Leipzig.

KOWARIK, I. (1992): Einführung und Ausbreitung nichteinheimischer Gehölzarten in Berlin und Brandenburg. Verhandlungen des Botanischen Vereins Berlin Brandenburg. Beiheft 3.

KRATOCHWIL, A. 1998: Zur Gültigkeit der Inseltheorie bei Festland-Ökosystemen – Eine kritische Betrachtung für den Naturschutz. Braunschweiger Geobotanische Arbeiten **5**: 7–37.

KRATOCHWIL, A. & SCHWABE, A. 2001: Ökologie der Lebensgemeinschaften. Biozönologie. Ulmer-Verlag, Stuttgart.

KRAUSE, W. 1940/41: Untersuchungen über die Ausbreitungsfähigkeit der Niedrigen Segge (*Carex humilis* Leyss.) in Mitteldeutschland. Planta **31**: 91–168**.**

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

KRUMBIEGEL, A. & KLOTZ, S. 1996: Bedeutung von Standort und Artenpotential der angrenzenden Vegetation für die Entwicklung von Dauerbrachen. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung **34**: 157–168.

KRUMBIEGEL, A.& OTTO, B. (1999): Die Vegetation der Abraumhalden des Steinkohlentiefbaues nördlich von Wettin (Saalkreis, Sachsen-Anhalt). Hercynia N.F. **32**(2): 22–33.

KRUMBIEGEL, A., SCHMIDT, T & KLOTZ, S. 1998: Artenverschiebung und Einwanderungsprozesse an einer Brache-Trockenrasen-Grenze im Mitteldeutschen Trockengebiet. Tuexenia **18**: 313–330**.**

KRUMBIEGEL, G. & SCHWAB, M. 1974 a: Saalestadt Halle und Umgebung. Ein geologischer Führer. Teil 1. Geologische Grundlagen. Halle/S.

KRUMBIEGEL, G. & SCHWAB, M. 1974 b: Saalestadt Halle und Umgebung. Ein geologischer Führer. Teil 2. Geologische Spazier- und Wanderwege in und um Halle. Halle/S.

KUHN, W., BIEDERMANN, R. & KLEYER, M., unter Mitarbeit von APPELT, M., BAMBERGER, H., BAUMANN, T., BLISS, P., FRANK, D., HOFFMANN, E., PARTZSCH, M., SCHÖPKE, H., SEUFERT, W., SUNDERMEIER, A., SELUGA, K., VETTER, B. & WALLASCHEK, M. 1998: Das Überleben von Tierpopulationen in der Kulturlandschaft. Die Bedeutung von Habitatqualität, Habitatgröße und Isolation. CD-Rom, Universität Rostock.

KUNZMANN, D. 2000: Untersuchungen zur Diasporenbank und des Samenflugs trocken-magerer Standorte als Beitrag zur Definition biotischer Entwicklungspotentiale. Dissertationes Botanicae, Band **326**. J. Cramer. Berlin, Stuttgart.

LAATSCH , W. 1934: Die Bodentypen um Halle (Saale) und ihre postdiluviale Entwicklung. Jahrbuch des Halleschen Verbandes für die Erforschung der Mitteldeutschen Bodenschätze und Ihrer Verwertung N.F. **13**: 57–112.

LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT 2000: Karte der Potentiellen Natürlichen Vegetation von Sachsen-Anhalt. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Sonderheft **1**: 1–230.

LASKA, G. 2001: The disturbance and vegetation dynamics: a review and an alternative framework. Plant Ecology **157**: 77–99.

LOHMEYER, W. & SUKOPP, H. 1992: Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas. Schriftenreihe für Vegetationskunde **25**: 1–185.

LOTZ, A. 1998: Flora und Vegetation des Frankfurter Osthafens: Untersuchung mit Diskussion der verwendeten Analysekonzepte. Tuexenia **18**: 417–449.

LÜTKEPOHL, M. & STUBBE, A. 1997: Feuergeschichte in nordwestdeutschen *Calluna*-Heiden unter besonderer Berücksichtigung des Naturschutzgebietes Lüneburger Heide. NNA-Berichte **5**: 105–114.

MACARTHUR, R. H. & WILSON, E.O. 1967: The theory of island Biogeography. Princeton, New Jersey.

MAHN, E.-G. 1957: Über die Vegetations- und Standortsverhältnisse einiger Porphyrkuppen bei Halle. Wissenschaftliche Zeitschrift der Martin-Luther-Universität, Halle-Wittenberg, Mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe **VI/1**: 177–208.

MAHN, E.-G. 1965: Vegetationsaufbau und Standortverhältnisse der kontinental beeinflußten Xerothermrasengesellschaften Mitteldeutschlands. Abhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse **49**(1): 1–138.

MAHN, E.-G. 1966: Beobachtungen über die Vegetations- und Bodenentwicklung eines durch Brand gestörten Silikattrockenrasenstandortes. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung **6**(1/2): 61–90.

MAHN, E.-G. 1985: Expositionsbedingte Vegetations- und Standortsdifferenzierungen und ihre makroklimatische Beeinflussung. Colloques phytosociologiques **XIII**: 133–147.

MAHN, E.-G. & PARTZSCH, M. 1995: Struktur und Veränderung der Vegetation in zwei stadtnahen Dörfern des Mitteldeutschen Trockengebietes. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie **24**: 667–671.

MAHN, E.-G. & PARTZSCH, M. 1996: The vegetation cover of the porphyry outcrops. In: SETTELE, J., MARGULES, C., POSCHLOD, P. & HENLE, K. (eds.): Species survival in fragmented landscapes. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London. GeoJournal Library **35**: 169–172.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

MEUSEL, H. 1940: Die Grasheiden Mitteleuropas. Versuch einer vergleichend-pflanzengeographischen Gliederung. Botanisches Archiv **41**: 337–519**.**

MILLER, G. R. & CUMMINS, R.P. 2003: Soil seed banks of woodland, heathland, grassland, mire, and montane communities, Cairngorm Mountains, Scotland. Plant Ecology **168**: 255–266.

MILTON, S. J., DEAN, W.R.J., KLOTZ, S. 1997: Effects of small-scale animal disturbances on plant assemblages of set-aside land in Central Germany. Journal of Vegetation Science **8**: 45–54.

MINISTERIUM FÜR RAUMORDNUNG, LANDWIRTSCHAFT UND UMWELT DES LANDES SACHSEN-ANHALT 2000: NATURA 2000. Besondere Schutzgebiete Sachsen-Anhalts nach Vogelschutz-Richtlinie und der FFH-Richtlinie. Magdeburg.

MROTZEK, R., HALDER, M. & SCHMIDT, W. 1999: Die Bedeutung von Wildschweinen für die Diasporenausbreitung von Phanerogamen. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie **29**: 437– 443.

MUCINA, L., GRABHERR, G. & ELLMAUER, T. (Hrsg.) 1993: Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil I: Anthropogene Vegetation. Jena, Stuttgart, New York.

OBERDORFER, E. 1978: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil II. Fischer Verlag, Stuttgart, New York.

OBERDORFER, E. 1983: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil III. Fischer Verlag, Stuttgart, New York.

OOSTERMEIER, J. G. B. 1996: Population size, genetic variation, and related parameters in small, isolated plant populations: a case study. In: SETTELE, J., MARGULES, C., POSCHLOD, P., HENLE, K. (eds.): Species survival in fragmented landscapes. Kluwer Academic Publisher, GeoJounal Library **35**: 61–68.

PARTZSCH, M. 1991: Bestimmungsschlüssel für Diasporen. – In: CREMER, J., PARTZSCH, M., ZIMMERMANN, G., SCHWÄR, CH. & GOLTZ, H.: Acker- und Gartenwildkräuter – ein Bestimmungsbuch. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.

PARTZSCH, M. 2000: Die Porphyrkuppenlandschaft des unteren Saaletals – Strukturwandel ihrer Vegetation in den letzten vier Jahrzehnten. Tuexenia **20**: 153–187.

PARTZSCH, M. 2001: Die Porphyrkuppenlandschaft des unteren Saaletals – Vergleich der Vegetation in Abhängigkeit von Flächengröße und Genese der Porphyrkuppen. Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie **123**/1: 1–45.

PARTZSCH, M. 2005: Das reproduktive Potential der Diasporenbanken unterschiedlicher Pflanzengesellschaften xerothermer Standorte. Tuexenia **25**: 341–355.

PARTZSCH, M., CREMER, J., ZIMMERMANN, G. & GOLTZ, H. 2006: Acker- und Gartenunkräuter. Agrimedia GmbH, Bergen/Dumme.

PARTZSCH, M. & KRUMBIEGEL, A.1996 a: Kuppen. In: WALLASCHEK, M., BLISS, P., SCHÖPKE, H. & WITSACK, W. (Hrsg.): Beiträge zur Erfassung der Biodiversität im Unteren Saaletal. Phytozönosen, Pflanzenarten und Tierarten von Landschaftselementen der Halleschen Kuppenlandschaft. Arbeiten aus dem Naturpark „Unteres Saaletal“ **3**: 55–145.

PARTZSCH, M. & KRUMBIEGEL, A. 1996 b: Samenpflanzen – Spermatophyta. In: WALLASCHEK, M., BLISS, P., SCHÖPKE, H. & WITSACK, W. (Hrsg.): Beiträge zur Erfassung der Biodiversität im Unteren Saaletal. Phytozönosen, Pflanzenarten und Tierarten von Landschaftselementen der Halleschen Kuppenlandschaft. Arbeiten aus dem Naturpark „Unteres Saaletal“ **3**: 13–21.

PARTZSCH, M. & KRUMBIEGEL, A. 1996 c: Vegetation. In: WALLASCHEK, M., BLISS, P., SCHÖPKE, H. & WITSACK, W. (Hrsg.): Beiträge zur Erfassung der Biodiversität im Unteren Saaletal. Phytozönosen, Pflanzenarten und Tierarten von Landschaftselementen der Halleschen Kuppenlandschaft. Arbeiten aus dem Naturpark „Unteres Saaletal“ **3**: 11–13.

PARTZSCH, M. & MAHN, E.-G. 1997: Welchen Einfluß haben Flächengröße, Entwicklungszeit und standörtliche Vielfalt isolierter Offenstandorte auf die floristisch-phytozönologische Struktur xerothermer Vegetationskomplexe? – Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie **27**: 93–99.

PARTZSCH, M. & MAHN, E.-G. 1998: Einfluss von Flächengröße, Entwicklungszeit und standörtlicher Vielfalt isolierter Offenstandorte auf die Struktur xerothermer Vegetationskomplexe. Braunschweiger Geobotanische Arbeiten **5**: 95–112.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

PARTZSCH, M. & MAHN, E.-G. 2000: Die dörfliche Flora und Vegetation im näheren Umkreis von Halle (Saale). Heimatblätter Halle-Saalkreis, Druckerei Berthold, Halle.

PARTZSCH, M. & MAHN, E.-G. 2001: Welche Etablierungschancen haben Adventivpflanzen in xerothermen Vegetationskomplexen? Braunschweiger Geobotanische Arbeiten **8**: 249–268.

PARTZSCH, M., SCHERF, W. & HENSEN, I. 2003: Die Porphyrkuppenlandschaft des unteren Saaletals – Vegetationsdynamische Untersuchungen auf kleinflächigen Kuppen unterschiedlicher Entstehungszeit. Tuexenia **23**: 1–29.

PASSAGE, H. 1999: Pflanzengesellschaften Nordostdeutschlands. II. Helocyperosa and Cespitosa. J. Cramer-Verlag, Berlin.

PETERSON, J. 1989: Zur Störung von Xerothermrasen durch die anthropogen geförderten Annuellen *Apera spica-venti* (L.) P.B. und *Bromus sterilis* L. Diplomarbeit, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Geobotanik.

PICARD, E. & KRAISS, A. 1922: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Lieferung 5, Blatt Halle a. S. (Nord). 2. Aufl.. Preußische Geologische Landesanstalt, Berlin.

POSCHLOD, P. 1991: Diasporenbanken in Böden – Grundlagen und Bedeutung. In: SCHMID, B. & STÖCKLIN, J. (Hrsg.): Populationsbiologie der Pflanzen. Birkhäuser, Basel.

POSCHLOD, P. 1992: Die Dauerhaftigkeit von generativen Diasporenbanken in Böden am Beispiel von Kalkmagerrasenpflanzen und deren Bedeutung für den botanischen Arten- und Biotopschutz. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie **22**: 229–240.

POSCHLOD, P. & JACKEL, A.-K. (1993): Untersuchungen zur Dynamik von generativen Diasporenbanken von Samenpflanzen in Kalkmagerrasen. I. Jahreszeitliche Dynamik des Diasporenregens und der Diasporenbank auf zwei Kalkmagerrasenstandorten der Schwäbischen Alb. Flora **188**: 49–71.

POSCHLOD, P., FISCHER, S. & KIEFER, S. 1996: A coenotical approach of plant population viability analysis on successional and afforested calcareous grassland sites. In: SETTELE, J., MARGULES, C.R., POSCHLOD, P., HENLE, K. (eds.): Species survival in fragmented landscapes. Kluwer Academic Publishers, GeoJournal Library **35**: 219–229.

POSCHLOD, P., KIEFER, S., TRÄNKLE, U., FISCHER, S. & BONN, S. 1998: Plant species richness in calcareous grasslands as affected by dispersability in space and time. Applied Vegetation Science **1**: 75–91.

POTT, R. 1995: Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 2. Aufl. Ulmer, Stuttgart.

POTT, R. 1996: Die Entwicklungsgeschichte und Verbreitung xerotherme Vegetationseinheiten in Mitteleuropa unter dem Einfluß ds Menschen. Tuexenia **16**: 337–369.

PREISING, E., VAHLE, H.-C., BRANDES, D., HOFMEISTER, H., TÜXEN, J.& WEBER, H.E. 1993: Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens – Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme. Ruderale Staudenfluren und Saumgesellschaften. Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen **20**/4: 1–86.

PRESTON, F.W. 1962: The canonical distribution of commonness and rarity: Part I. Ecology **43**: 185–215; Part II. Ecology **43**: 410–432.

REES, M. 1993: Trade-off among dispersal strategies in the British flora. Nature **366**: 150–152

REICHHOFF, L. & BÖHNERT, W. 1978: Zur Pflegeproblematik von Festuco-Brometea-, Sedo-Scleranthetea- und Corynephoretea-Gesellschaften in Naturschutzgebieten im Süden der DDR. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung **18**/2: 81–102.

RENNWALD, E. [Koordination] 2000: Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands – mit Datenservice auf CD-ROM. – Schriftenreihe für Vegetationskunde **35**: 1–800.

RICHTER, B., PARTZSCH, M. & HENSEN, I. 2003: Vegetation, Kultur- und Nutzungsgeschichte der xerothermen Hügellandschaft bei Mücheln/Wettin (Sachsen-Anhalt). Hercynia N.F. **36**: 91–121.

ROTHMALER W. (begründet), JÄGER E. & WERNER K. (Hrsg.) 2002: Exkursionsflora von Deutschland. Bd. 4: Kritischer Band Spektrum. Heidelberg, Berlin.

RUTHSATZ, B. 1998: Sukzessionsveränderungen im Seggenriedgürtel um ein vermoortes Maar der Vulkaneifel (NSG Mürmes) und ihre möglichen Ursachen. Tuexenia **18**: 237–259.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

SAUTTER, R. 1994: Untersuchungen zur Diasporen- und Samenökologie in bedrohten Pflanzengesellschaften sandiger Böden. Dissertationes Botanicae, Band **226**. J. Cramer. Berlin, Stuttgart.

SCHNEIDER, K., DANN, C. & KIRCHSTEIN, B. 1995: Historische Nutzungsanalyse und Grundlagenermittlung für die Bewertung des durch Flächenstillegungen in der Porphyrkuppenlandschaft nördlich von Halle stattfindenden Landschaftsstrukturwandels. Unveröff. Forschungsbericht, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

SCHÖNBRODT, R & EBEL, F. 1991: Geschützte Natur im Saalkreis. Landesamt des Saalkreises, Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle.

SCHUBERT, R. 1960: Die zwergstrauchreichen azidiphilen Pflanzengesellschaften Mitteldeutschlands. Pflanzensoziologie **11**: 1–235.

SCHUBERT, R. & MAHN, E.-G, 1959: Vegetationskundliche Untersuchungen in der mitteldeutschen Ackerlandschaft. 1. Die Pflanzengesellschaften der Gemarkung Friedeburg (Saale). Wissenschaftliche Zeitschrift der Martin-Luther-Universität, Halle-Wittenberg. Mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe **8**/6: 965–1012.

SCHUBERT, R., HILBIG, W. & KLOTZ, S. 1995: Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Mittel- und Norddeutschlands. Fischer-Verlag, Jena, Stuttgart.

SCHUBERT, R. unter Mitarbeit von FRANK, D., HERDAM, H., HILBIG, W., JAGE, H., KARSTE, G., KISON, H.-U., KLOTZ, S., PETERSON, J., REICHHOFF, L., STÖCKER, G., WEINITSCHKE, H., WEGENER, U. & WESTHUS, W. (2004). Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzengesellschaften des Landes Sachsen-Anhalt. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt **39**: 111–122.

SCHULZ, A. 1887: Die Vegetationsverhältnisse der Umgebung von Halle. Verlag von Tausch & Grosse. Halle.

SCHWAB, M. & VORTHMANN, P. 1979: Regionalgeologische Übersichten ausgewählter Kreisgebiete des Bezirkes Halle und der Harzkreise. Hercynia N.F. **16**: 295–313.

SCHWEINGRUBER, F.H. & POSCHLOD, P. 2005: Growth rings in herbs and shrubs: life span, age determination and stem anatomy. Forest snow and landscape research **79**/3:197–415.

SPEIER, M. 1996: Paläoökologische Aspekte der Entstehung von Grünland in Mitteleuropa. Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft **8**: 199–219.

SSYMANK, A.; HAUKE, U.; RÜCKRIEM, C.& SCHRÖDER, E., unter Mitarbeit von MESSER, D. 1998: Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz **53**: 1–560.

STEHLIK, I. & HOLDEREGGER, R. 2000: Spatial genetic structure and clonally diversity of *Anemone nemorosa* in late successional deciduous woodlands of Central Europe. Journal of Ecology **88**: 424–435.

STÖCKLIN, J. & FISCHER, M. 1999: Plants with longer-lived seeds have lower local extinction rates in grassland remnants 1950 – 1985. Oecologia **120**: 539–543

STOHLGREN, T.J., BINKLEY, D., CHONG, G.W., KALKHAN, M.A., SCHELL, L.D., BULL, K.A., OTSUKI, Y., NEWMAN, G., BASHKIN, M. & SON, Y. 1999: Exotic plant species invade hot spots of native plant diversity. Ecological Monographs **69**(1): 25–46.

STUDER-EHRENSBERGER, K. 1995: Geschichte und Naturschutz von artenreichen Kulturwiesen in der Schweiz: Eine Zusammenschau. Botanica Helvetica **105**: 3–16.

SUGIHARA, G. 1980: Minimal community structure: an explanation of species abundance patterns. The American Naturalist **116**: 770–787.

TACKENBERG, O. 2001: Methoden zur Bewertung gradueller Unterschiede des Ausbreitungspotentials von Pflanzenarten. Dissertationes Botanicae, Band **347**. J. Cramer, Berlin, Stuttgart.

TER BRAAK, C.J.F. & ŠMILAUER, P. 2002: CANOCO 4.5 Reference Manual. Biometris, Wageningen, České Budéjovice.

THOMPSON, K. 1987: Seeds and seed banks. In: RORISON, I.H., GRIME, J.P., HUNT, R., HENDRY, G.A.F. & LEWIS, D. H. (eds.): Frontiers of comparative plant ecology. New Phytologist **106** (Suppl.) 23–34.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

THOMPSON, K. & GRIME, J.P. 1979: Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. Journal of Ecology **67**: 893–921.

THOMPSON, K., BAKKER, J. P. & BEKKER, R.M. 1997: The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity. Cambridge University Press, Cambridge.

THOMPSON, K., BAKKER, J.P., BEKKER, R.M. & HODGSON, J.G. 1998: Ecological correlates of seed persistence in soil in the north-west European flora. Journal of Ecology **86**: 163–169.

TISCHEW, S. 1996: Analyse von Mechanismen der Gehölzsukzession auf Braunkohlentagebaukippen. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie **26**: 407–416.

TISCHEW, S. 1998: Sukzession als mögliche Folgenutzung in sanierten Braunkohletagebauen. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt **1**: 42 – 54.

TOUZARD, B., AMIAUD, B., LANGLOIS, E., LEMAUVIEL, S. & CLÉMENT, B. 2002: The relationships between soil seed bank, aboveground vegetation and disturbances in an eutropic alluvial wetland of Western France. Flora **197**: 175–185.

TREPL, L. 1982: Zur anthropogenen Beeinträchtigung stadtnaher Wälder am Beispiel der Eilenriede bei Hannover. Tuexenia **2:** 195–208.

UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) 1994: Saurer Regen. Probleme für Wasser, Boden und Organismen. ecomed, Landsberg.

URBANSKA, K.M. 1992: Populationsbiologie der Pflanzen. Fischer-Verlag, Stuttgart, Jena.

VESK, P.A. & WESTOBY, M. 2001: Predicting plant species`response to grazing. Journal of Applied Ecology **38**: 897–909.

VORONTZOVA, L.I. & ZAUGOLNOVA, L.B. 1985: Population biology of steppe plants. In: WHITE, J. (Ed.): The population structure of vegetation. – Handbook of vegetation science 3. Dordrecht, Boston, Lancaster; Kluwer. 143–78.

WAGENBRETH, O. & STEINER, W. 1982: Geologische Streifzüge: Landschaft und Erdgeschichte zwischen Kap Arkona und Fichtelberg. DeutscherVerlag für Grundstoffindustrie, Leipzig.

WALTER, G.-R. 2000: Climatic forcing on the dispersal of exotic species. Phytocoenolgia **30**(3–4): 409–430.

WATKINSON, A.R. & ORMEROD, S.J. 2001: Grasslands, grazing and biodiversity: editors' introduction. Journal of Applied Ecology **38**: 233–237.

WEBER, E. 2000: Switzerland and the invasive plant species issue. Botanica Helvetica **110**: 1–24.

WESCHE, K., PARTZSCH, M., KREBES, S. & HENSEN, I. 2005: Gradients in dry grassland and heath vegetation on rock outcrops in eastern Germany – an analysis of a large phytosociological data set. Folia Geobotanica **40**: 341–356.

WESTHUS, W. 1980: Die Pflanzengesellschaften der Umgebung von Friedeburg (Kr. Hettstedt) und Wanzleben während des Zeitraumes 1978/79 und ihr Vergleich mit Untersuchungsergebnissen von 1958/59 bzw. 1961/62. Diplomarbeit, Martin-Luther-Universität Halle Wittenberg, Institut für Geobotanik.

WILLEMS, J.H. 1987: Increasing dominance of *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. in chalk grasslands: a threat to species-rich ecosystem. Biological Conservation **40**: 301–314.

WILLEMS, J. H. 1988: Effects of management and nutrient availability on vegetation structure of chalk grassland. In: DURING, H.J., WERGER, M.J.A., WILLEMS, J.H.(eds.): Diversity and pattern in plant communities. SPB Academic Publishing, The Hague, 183–193.

WILLEMS, J.H. & BOBBINK, R. 1990: Spatial processes in the succession of chalk grassland on old fields in The Netherlands. In: KRAHULEC, F., AGNEW, A.D.Q., AGNEW, S. & WILLEMS, J.H. (eds.): Spatial processes in plant communities. Academia Prague, 237–249.

WILMANNS, O. & BOGENRIEDER, A. 1987: Zur Nachweisbarkeit und Interpretation von Vegetationsveränderungen. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie**16**: 35–44.

WILMANNS, O. 1989: Ökologische Pflanzensoziologie. 4. Aufl. Quelle & Meyer, Heidelberg.

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

17. Anhang

Tab. 1: Gesamtartenliste der Porphyrkuppen auf der Grundlage von PARTZSCH & KRUMBIEGEL (1996b) mit einer Reihe von Neufunden. Mit Angaben des Gefährdungsstatus nach den Roten Listen von 1992 (RL92) und 2004 (RL04) von FRANK et al. 1992, 2004 sowie zum gesetzlichen Schutz nach Bundesartenschutzverordnung (S) und zur Bestandssituation in Sachsen-Anhalt (BS) aus FRANK & NEUMANN (1999) (Angaben: RL 3 = gefährdet, RL 2 = stark gefährdet; BS ↘ rückgängig, ↘ stark rückgängig; 1) Schutz nach Berner Konvention, 2) FFH-Richtlinie, 3) Washingtoner Artenschutzabkommen). Die Nomenklatur richtet sich nach ROTHMALER et al. (2002).

Table 1: Species list of the porphyry outcrops based on PARTZSCH & KRUMBIEGEL (1996b) with new findings. With remarks of red lists from 1992 (RL92) and 2004 (RL04) from FRANK et al. 1992, 2004 and protection by lawn of Bundesartenschutzverordnung (S) and situation of survival (BS) from FRANK & NEUMANN (1999) (remarks: RL 3 = endangered, RL 2 = strongly endangered; BS ↘declining, ↘ strongly declining; 1) protection by the convention of Bern, 2) FFH-directive, 3) agreement of species protection of Washington). The nomenclature follows ROTHMALER et al. (2002).

.

RL04	RL 92	S	BS	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name
				Acer campestre L.	Feld-Ahorn
				Acer platanoides L.	Spitz-Ahorn
				Acer pseudoplatanus L.	Berg-Ahorn
				Achillea millefolium L.	Gemeine Schafgarbe
				Achillea pannonica Scheele	Ungarische Schafgarbe
3	3			*Achillea setacea* Waldt. et Kit.	Feinblättrige Schafgarbe
				Acinos arvensis (Lam.) Dandy	Gemeiner Steinquendel
3	3		↘↘	*Adonis aestivalis* L.	Sommer-Adonisröschen
				Aethusa cynapium L.	Hundspetersilie
				Agrimonia eupatoria L.	Kleiner Odermennig
				Agrostis capillaris L.	Rot-Straußgras
				Agrostis stolonifera L.	Weißes Straußgras
				Agrostis vinealis Schreb.	Schmalrispiges Straußgras
3	3			*Aira caryophyllea* L.	Frühe Haferschmiele
	3			*Aira praecox* L.	Nelken-Haferschmiele
				Alliaria petiolata (Mb.) Cavara et Grande	Knoblauchsrauke
				Allium oleraceum L.	Gemüse-Lauch
				Allium scorodoprasum L.	Schlangen-Lauch
				Allium vineale L.	Weinberg-Lauch
				Alopecurus pratensis L.	Wiesen-Fuchsschwanz
3	3		↘	*Alyssum montanum L.*	Berg-Steinkraut
				Amaranthus retroflexus L.	Zurückgebogener Fuchsschwanz
				Anagallis arvensis L.	Acker-Gauchheil
				Anchusa officinalis L.	Gebräuchliche Ochsenzunge
2	2	§	↘↘	*Antennaria dioica* (L.) Gaertn.	Gemeines Katzenpfötchen
			↘	*Anthemis arvensis* L.	Acker-Hundskamille
			↘	*Anthemis tinctoria* L.	Färber-Hundskamille
		§	↘	*Anthericum liliago* L.	Große Graslilie

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

RL04	RL 92	S	BS	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name
			↘	*Anthoxanthum odoratum* L.	Gemeines Ruchgras
				Anthriscus caucalis Mb.	Hunds-Kerbel
				Anthriscus sylvestris (L.) Hoffm.	Wiesen-Kerbel
			↘	*Anthyllis vulneraria* L.	Gemeiner Wundklee
				Apera spica-venti (L.) Pb.	Gemeiner Windhalm
				Arabidopsis thaliana (L.) Heynh.	Acker-Schmalwand
				Arctium lappa L.	Große Klette
				Arctium minus Bernh.	Kleine Klette
				Arenaria serpyllifolia L.	Quendel-Sandkraut
		§		*Armeria elongata* (Hoffm.) Koch	Gemeine Grasnelke
				Arrhenatherum elatius (L.) J. et C.Presl	Hoher Glatthafer
				Artemisia absinthium L.	Wermut
				Artemisia campestris L.	Feld-Beifuß
				Artemisia vulgaris L.	Gemeiner Beifuß
				Asparagus officinalis L.	Spargel
				Asperula cynanchica L.	Hügel-Meier
3	3		↘	*Astragalus danicus* Retz.	Dänischer Tragant
				Atriplex nitens Schkinhr	Glanz-Melde
				Atriplex oblongifolia W. et K.	Langblättrige Melde
				Atriplex patula L.	Spreizende Melde
				Avena fatua L.	Flug-Hafer
				Ballota nigra L.	Schwarznessel
				Berberis vulgaris L.	Gemeine Berberitze
				Berteroa incana (L.) Dc.	Graukresse
	3		↘	*Betonica officinalis* L.	Heilziest
				Betula pendula Roth.	Hänge-Birke
2	3	§	↘↘	*Biscutella laevigata* L.	Glattes Brillenschötchen
				Bothriochloa ischaemum (L.) Keng	Gewöhnliches Bartgras
				Brachypodium pinnatum (L.) Pb.	Fieder-Zwenke
			↘	*Briza media* L.	Gemeines Zittergras
				Bromus erectus Huds.	Aufrechte Trespe
				Bromus hordeaceus L.	Weiche Trespe
				Bromus inermis Leys.	Wehrlose Trespe
				Bromus sterilis L.	Taube Trespe
				Bromus tectorum L.	Dach-Trespe
				Bryonia alba L.	Weiße Zaunrübe
				Buglossoides arvensis (L.) I.M. Johnst.	Acker-Steinsame
				Calamagrostis epigejos (L.) Roth.	Land-Reitgras
				Calluna vulgaris (L.) Hull	Besenheide
			↘	*Camelina microcarpa* Andrz. ex Dc.	Kleinfrüchtiger Leindotter
3	3		↘	*Campanula glomerata* L.	Knäuel-Glockenblume
			↘	*Campanula patuta* L.	Wiesen-Glockenblume

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

RL04	RL 92	S	BS	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name
				Campanula rapunculoides L.	Acker-Glockenblume
				Campanula rotundifolia L.	Rundblättrige Glockenblume
				Capsella bursa-pastoris (L.) Med.	Gemeines Hirtentäschel
				Cardaria draba (L.) Desv.	Pfeilkresse
				Carduus acanthoides L.	Stachel-Distel
				Carduus crispus L.	Krause Distel
				Carduus nutans L.	Nickende Distel
			↘	*Carex caryophyllea* Latourr.	Frühlings-Segge
				Carex cuprina (Sand. ex Heuf) Nendt ex Kern	Falsche Fuchs-Segge
			↘	*Carex humilis* Leys.	Erd-Segge
				Carlina vulgaris L.	Golddistel
				Centaurea cyanus L.	Kornblume
				Centaurea jacea L.	Wiesen-Flockenblume
				Centaurea scabiosa L.	Skabiosen-Flockenblume
				Centaurea stoebe L.	Rispen-Flockenblume
		§		*Centaurium erythraea* Rafn.	Echtes Tausendgüldenkraut
				Cerastium arvense L.	Acker-Hornkraut
				Cerastium holosteoides Fries em. Hyl.	Gemeines Hornkraut
				Cerastium pumilum Curtis	Dunkles Zwerg-Hornkraut
				Cerastium semidecandrum L.	Fünfmänniges Hornkraut
				Chaerophyllum temulum L.	Betäubender Kälberkropf
				Chenopodium album L.	Weißer Gänsefuß
				Chenopodium hybridum L.	Unechter Gänsefuß
				Chenopodium polyspermum L.	Vielsamiger Gänsefuß
				Chondrilla juncea L.	Großer Knorpellattich
				Cichorium intybus L.	Gemeine Wegwarte
			↘	*Cirsium acaule* Scopoli	Stängellose Kratzdistel
				Cirsium arvense (L.) Scopoli	Acker-Kratzdistel
				Cirsium vulgare (Savi) Ten.	Lanzett-Kratzdistel
				Conium maculatum L.	Gefleckter Schierling
			↘	*Consolida regalis* S.F. Gray	Feld-Rittersporn
				Convolvulus arvensis L.	Acker-Winde
				Conyza canadensis (L.) Cronq.	Kanadisches Berufkraut
				Cornus mas L.	Kornelkirsche
				Cornus sanguinea L.	Blutroter Hartriegel
				Corylus avellana L.	Gemeine Haselnuß
				Corynephorus canescens (L.) Pb.	Silbergras
		§		*Cotoneaster intergerrimus* Medik	Gemeine Zwergmistel
				Crataegus laevigata (Poiret) Dc.	Zweigriffliger Weißdorn
				Crataegus monogyna Jacq.	Eingriffliger Weißdorn
				Crepis biennis L.	Wiesen-Pippau
				Crepis capillaris (L.) Wallr.	Kleinköpfiger Pippau
				Cuscuta epithymum (L.) L.	Quendel-Seide

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

RL04	RL 92	S	BS	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name
				Cynoglossum officinale L.	Echte Hundszunge
				Dactylis glomerata L.	Gemeines Knaulgras
			↘	*Danthonia decumbens* (L.) Dc.	Dreizahn
				Daucus carota L.	Wilde Möhre
				Descurainia sophia (L.) Webb ex Prantl	Sophienrauke
		§		*Dianthus carthusianorum* L.	Kartäuser-Nelke
				Echinops sphaerocephalus L.	Große Kugeldistel
				Echium vulgare L.	Gemeiner Natterkopf
				Elytrigia repens (L.) Desv.	Gemeine Quecke
				Epilobium adenocaulon Hauskn.	Drüsiges Weidenröschen
				Epilobium adnatum Griseb.	Vierkantiges Weidenröschen
				Epilobium angustifolium L.	Schmalblättriges Weidenröschen
				Equisetum arvense L.	Acker-Schachtelhalm
				Erigeron acris L.	Scharfes Berufkraut
				Erodium cicutarium (L.) L'Her.	Gemeiner Reiherschnabel
				Erophila verna (L.) Chevall.	Frühlings-Hungerblümchen
		§		*Eryngium campestre* L.	Feld-Mannstreu
				Erysimum cheiranthoides L.	Acker-Schöterich
				Erysimum crepidifolium Rchb.	Gänsesterbe
				Erysimum marschallianum Andrz. ex Dc.	Harter Schöterich
				Euphorbia cyparissias L.	Zypressen-Wolfsmilch
				Euphorbia esula L.	Esels-Wolfsmilch
				Euphorbia helioscopia L.	Sonnenwend-Wolfsmilch
			↘	*Euphrasia stricta* Wolff ex Lehm.	Steifer Augentrost
				Evonymus europaea L.	Europäisches Pfaffenhütchen
				Falcaria vulgaris Bernh.	Sichelmöhre
				Fallopia convolvulus (L.) A. Löve	Gemeiner Windenknöterich
				Festuca brevipila R. Tracey	Rauhblatt-Schwingel
				Festuca glaucina Stohr	Bleich-Schwingel
				Festuca ovina L.	Schaf-Schwingel
				Festuca pratensis Huds. Stohr	Wiesen-Schwingel
				Festuca pseudovina Hackel ex Wiesb.	Falscher Schaf-Schwingel
				Festuca rubra L.	Rot-Schwingel
				Festuca rupicola Heuff.	Furchen-Schwingel
				Festuca valesiaca Schlich ex Gaudin	Walliser-Schwiegel
				Filago arvensis L.	Acker-Filzkraut
				Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	Großes Mädesüß
				Filipendula vulgaris Moench	Kleines Mädesüß
				Fragaria vesca L.	Wald-Erdbeere
				Fragaria viridis (Duchesne) Weston	Knack-Erdbeere

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

RL04	RL 92	S	BS	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name
				Fraxinus excelsior L.	Gemeine Esche
				Fumaria officinalis L.	Gemeiner Erdrauch
3	2			*Gagea bohemica* (Zauschner) R. et Sch.	Felsen-Goldstern
3	3		↘	*Galeopsis angustifolia* (Ehrh.) Hoffm.	Schmalblättriger Hohlzahn
				Galium album Mill.	Wiesen-Labkraut
				Galium aparine L.	Kletten-Labkraut
			↘	*Galium boreale* L.	Nordisches Labkraut
				Galium glaucum L.	Blaugrünes Labkraut
				Galium verum L.	Echtes Labkraut
3	3		↘	*Genista pilosa* L.	Haar-Ginster
				Genista tinctoria L.	Färber-Ginster
				Geranium dissectum L.	Schlitzblättriger Storchschnabel
				Geranium molle L. L.	Weicher Storchschnabel
				Geranium pusillum Burm. fil. ex L.	Zwerg-Storchschnabel
				Geranium robertianum L.	Stinkender Storchschnabel
				Geum urbanum L.	Echte Nelkenwurz
2	2		↘↘	*Gypsophila muralis* L.	Acker-Gipskraut
				Hedera helix L.	Gemeiner Efeu
			↘	*Helianthemum nummularium* (L.) Mill.	Gemeines Sonnenröschen
		§		*Helichrysum arenarium* (L.) Moench	Sand-Strohblume
			↘	*Helictotrichon pratense* (L.) Besser	Echter Wiesenhafer
				Heracleum sphondylium L.	Wiesen-Bärenklau
				Herniaria glabra L.	Kahles Bruchkraut
				Hieracium lachenalii C.C. Gmel.	Gemeines Habichtskraut
				Hieracium laevigatum Willd.	Glattes Habichtskraut
				Hieracium pilosella L.	Kleines Habichtskraut
				Hieracium sabaudum L.	Savoyer Habichtskraut
				Hieracium umbellatum L.	Dolden-Habichtskraut
				Holcus lanatus L.	Wolliges Honiggras
				Holosteum umbellatum L.	Dolden-Spurre
				Hypericum perforatum L.	Tüpfel-Hartheu
3	3		↘	*Hypochoeris maculata* L.	Geflecktes Ferkelkraut
				Hypochoeris radicata L.	Gemeines Ferkelkraut
				Inula conyzae (Griess.) Meikle	Dürrwurz
3		§		*Inula germanica* L.	Deutscher Alant
			↘	*Jasione montana* L.	Berg-Sandköpfchen
2	2[1) 2)]	§		*Jurinea cyanoides*	Silberscharte
				Knautia arvensis (L.) Coult.	Acker-Witwenblume
				Koeleria macrantha (Lederb.) Schult.	Zierliches Schillergras
				Koeleria pyramidata (Lamk.) P.B.	Großes Schillergras

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

RL04	RL 92	S	BS	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name
				Lactuca serriola L.	Kompass-Lattich
				Lamium album L.	Weiße Taubnessel
				Lamium amplexicaule L.	Stängelumfassende Taubnessel
				Lamium purpureum L.	Purpurrote Taubnessel
				Larix decidua Mill.	Europäische Lärche
				Lathyrus pratensis L.	Wiesen-Platterbse
				Lathyrus tuberosus L.	Erdnuss-Platterbse
				Leontodon hispidus L.	Rauher Löwenzahn
				Lepidium campestre (L.) R. Br.	Feld-Kresse
				Leucanthemum vulgare Lam.	Wiesen-Margerite
				Ligustrum vulgare L.	Liguster
				Linaria vulgaris Mill.	Gemeines Leinkraut
				Linum catharticum L.	Purgier-Lein
				Lolium perenne L.	Deutsches Weidelgras
				Lonicera xylosteum L.	Rote Heckenkirsche
				Lotus corniculatus L.	Gemeiner Hornklee
			↘	*Luzula campestre* (L.) Dc.	Hasenbrot
				Lychnis viscaria L.	Pechnelke
				Lycium barbarum L.	Gemeiner Bocksdorn
				Mahonia aquifolium (Pursh) Nutt.	Mahonie
				Malus domestica Borkh.	Kultur-Apfel
			↘	*Malva neglecta* Wallr.	Weg-Malve
				Malva sylvestris L.	Wilde-Malve
				Matricaria recutita L.	Echte Kamille
				Medicago falcata L.	Sichel-Luzerne
				Medicago lupulina L.	Hopfenklee
3	3		↘	*Medicago minima* (L.) L.	Zwerg-Schneckenklee
				Medicago × *varia* Martyn	Bastard-Luzerne
				Melica ciliata L.	Wimper-Perlgras
				Melilotus alba Med.	Weißer Steinklee
3	3	§	↘	*Muscari tenuiflorum* Tausch	Schmalblütige Traubenhyazinthe
				Myosotis arvensis (L.) Hill.	Acker-Vergissmeinnicht
3	3		↘	*Myosotis discolor* Pers.	Buntes Vergissmeinnicht
				Myosotis ramosissima Rochel	Rauhes Vergissmeinnicht
				Myosotis stricta Link ex R. et Sch.	Sand-Vergissmeinnicht
			↘	*Nonea pulla* (L.) Dc.	Mönchskraut
				Ononis repens L.	Kriechende Hauhechel
				Ononis spinosa L.	Dornige Hauhechel
				Onopordum acanthium L.	Eselsdistel
2	2 [3)]	§	↘	*Orchis morio* L.	Kleines Knabenkraut
				Ornithogalum angustifolium Boreau	Schmalblättriger Dolden-Milchstern

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

RL04	RL 92	S	BS	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name
				Prunus padus L.	Gewöhnliche Traubenkirsche
				Papaver argemone L.	Sand-Mohn
				Papaver dubium L.	Saat-Mohn
				Papaver rhoeas L.	Klatsch-Mohn
				Pastinaca sativa L.	Pastinak
				Petrorhgia prolifera (L.) Ball et Eyw.	Sprossendes Nelkenköpfchen
3	3			*Peucedanum cervaria* (L.) Lapeyr.	Hirschwurz
3	3		↘	*Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench	Berg-Haarstrang
3				*Phleum phleoides* (L.) Karsten	Steppen-Lieschgras
				Picris hieracioides L.	Gemeines Bitterkraut
				Pimpinella saxifraga L.	Kleine Pimpinelle
				Pinus sylvestris L.	Wald-Kiefer
				Plantago lanceolata L.	Spitz-Wegerich
				Plantago major L.	Breit-Wegerich
				Plantago media L.	Mittlerer Wegerich
				Poa angustifolia L.	Schmalblättriges Rispengras
				Poa bulbosa L.	Zwiebel-Rispengras
				Poa compressa L.	Platthalm-Rispengras
				Poa pratensis L.	Wiesen-Rispengras
			↘	*Polygala vulgaris* L.	Gemeines Kreuzblümchen
				Polygonum aviculare L.	Vogel-Knöterich
				Populus tremula L.	Espe
3	3		↘	*Potentilla alba* L.	Weißes Fingerkraut
				Potentilla argentea L.	Silber-Fingerkraut
				Potentilla erecta (L.) Räuschel	Tormentill
			↘	*Potentilla heptaphylla* L.	Rötliches Fingerkraut
				Potentilla incana P. Gaertn., B. Mey. et Scherb.	Sand-Fingerkraut
				Potentilla reptans L.	Kriechendes Fingerkraut
				Potentilla x *subarenaria* Borbas ex Zimmeter	Bastard-Fingerkraut
				Potentilla tabernaemontani Asch.	Frühlings-Fingerkraut
		§		*Primula veris* L.	Wiesen-Schlüsselblume
3			↘	*Prunella grandiflora* (L.) Scholler	Großblütige Braunelle
				Prunella vulgaris L.	Gemeine Braunelle
				Prunus avium (L.) L.	Vogel-Kirche
				Prunus cerasus L.	Sauer-Kirsche
				Prunus domestica L.	Pflaume
				Prunus mahaleb L.	Steinweichsel
				Prunus spinosa L.	Schlehe
3	3	§	↘	*Pseudolysimachion spicatum* (L.) Opiz	Ähriger Blauweiderich
2	2	§	↘	*Pulsatilla vulgaris* Mill.	Gemeine Kuhschelle

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

RL04	RL 92	S	BS	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name
				Pyrus communis L. em. Gaertn.	Kultur-Birne
				Quercus robur L.	Stiel-Eiche
				Ranunculus bulbosus L.	Knolliger Hahnenfuß
				Raphanus raphanistrum L.	Hederich
				Reseda lutea L.	Gelbe Resede
				Reseda luteola L.	Färber-Resede
				Robinia pseudoacacia L.	Robinie
				Rosa canina L.	Hunds-Rose
				Rosa rubiginosa L.	Wein-Rose
				Rubus caesius L.	Kratzbeere
				Rubus plicatus Weihe et Ness	Faltblättrige Brombeere
				Rumex acetosa L.	Wiesen-Sauerampfer
				Rumex acetosella L.	Kleiner Sauerampfer
				Rumex crispus L.	Krauser Ampfer
				Rumex obtusifolius L.	Stumpfblättriger Ampfer
				Rumex thyrsiflorus Fingerhard	Rispen-Sauerampfer
				Salvia pratensis L.	Wiesen-Salbei
				Sambucus nigra L.	Schwarzer Holunder
				Sanguisorba minor Scopoli	Kleiner Wiesenknopf
				Cytisus scoparius (L.) Link	Besenginster
		§		*Saxifraga granulata* L.	Körnchen-Steinbrech
				Saxifraga tridactylites L.	Finger-Steinbrech
	3		↘	*Scabiosa canescens* W. et K.	Graue Skabiose
				Scabiosa ochroleuca L.	Gelbe Skabiose
				Scleranthus annuus L.	Einjähriger Knäuel
3			↘	*Scleranthus perennis* L.	Ausdauernder Knäuel
				Secale cereale L.	Roggen
				Securigera varia (L.) Lassen	Bunte Kronwicke
				Sedum acre L.	Scharfer Mauerpfeffer
				Sedum maximum (L.) Hoffm.	Felsen-Fetthenne
				Sedum rupestre L.	Große Fetthenne
				Sedum sexangulare L.	Milder Mauerpfeffer
				Sedum spurium Mb.	Kaukasus-Fetthenne
3	3			*Sedum telephium* L.	Purpur-Fetthenne
				Senecio jacabaea L.	Jakobs-Greiskraut
				Senecio vernalis W. et K.	Frühlings-Greiskraut
				Senecio viscosus L.	Klebriges Greiskraut
				Senecio vulgaris L.	Gemeines Greiskraut
3	3		↘	*Serratula tinctoria* L.	Färber-Scharte
3	2		↘	*Seseli hippomarathrum* Jacq.	Pferde-Sesel
				Setaria viridis (L.) Pb.	Grüne Borstenhirse
				Silene latifolia Poiret	Weiße Lichtnelke

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

RL04	RL 92	S	BS	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name
				Silene nocitflora L.	Acker-Lichtnelke
3	3		↘	*Silene otites* (L.) Wibel	Ohrlöffel-Lichtnelke
	3			*Silene vulgaris* (Moench) Garcke	Taubenkropf
				Sisymbrium altissimum L.	Hohe Rauke
				Sisymbrium loeselii L.	Lösels-Rauke
				Sisymbrium officinale (L.) Scopoli	Wege-Rauke
				Solanum dulcamara L.	Bittersüßer Nachtschatten
				Solanum nigrum L.em .Mill.	Schwarzer Nachtschatten
				Solidago canadensis L.	Kanadische Goldrute
				Sonchus asper (L.) Hill	Raue Gänsedistel
				Sonchus oleraceum L	Kohl-Gänsedistel
				Sorbus aucuparia L.	Eberesche
				Spergula arvensis L.	Acker-Spark
				Spergula morisonii Boreau	Frühlings-Spark
				Spergularia rubra (L.) J. et C.Presl	Rote Schuppenmiere
				Stachys recta L.	Aufrechter Ziest
				Stellaria media (L.) Vill.	Vogelmiere
	3	§	↘	*Stipa capillata* L.	Haar-Pfriemengras
3	3	§	↘	*Stipa pennata* L.	Echtes Federgras
3	3		↘	*Succisa pratensis* Moench	Teufelsabbiss
				Symphoricarpos albus (L.) Blake	Schneebeere
				Syringa vulgaris L.	Gemeiner Flieder
				Tanacetum corymbosum (L.) C.H. Schultz	Ebensträußige Margerite
				Tanacetum vulgare L.	Rainfarn
				Taraxacum laevigatum (Willd.) Dc.	Rotfrüchtige Kuhblume
				Taraxacum officinale Wiggers	Gemeine Kuhblume
	3			*Teesdalia nudicaulis* (L.) R.Br.	Bauernsenf
3	3		↘	*Tetragonolobus maritimus* (L.) Roth	Gelbe Spargelerbse
			↘	*Thalictrum minus* L.	Kleine Wiesenraute
3	3		↘	*Thesium linophyllon* L.	Mittleres Vermeinkraut
				Thlaspi arvense L.	Acker-Hellerkraut
				Thymus praecox Opiz	Frühblühender Thymian
				Thymus pulegioides L.	Gemeiner Thymian
				Thymus serpyllum L. em. Mill.	Sand-Thymian
				Torilis japonica (Houtt.) Dc.	Gemeiner Klettenkerbel
				Tragopogon dubius Scopoli	Großer Bocksbart
				Tragopogon pratensis L.	Wiesen-Bocksbart
				Trifolium alpestre L.	Wald-Klee
				Trifolium arvense L.	Hasen-Klee
				Trifolium campestre Schreb.	Feld-Klee
				Trifolium dubium Sibth.	Kleiner Klee
			↘	*Trifolium montanum* L.	Berg-Klee
				Trifolium pratense L.	Rot-Klee

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

RL04	RL 92	S	BS	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name
				Tripleurospermum perforatum (Mérat) M. Laínz	Geruchlose Kamille
				Trisetum flavescens (L.) Pb.	Gold-Grannenhafer
3				*Ulex europaeus* L.	Stechginster
				Ulmus minor Mill.	Feld-Ulme
				Urtica dioica L.	Große Brennnessel
				Valerianella locusta (L.) Laterrade	Gemeines Rapünzchen
3	3			*Verbena officinalis* L.	Echtes Eisenkraut
				Veronica agrestis L.	Acker-Ehrenpreis
				Veronica arvensis L.	Feld-Ehrenpreis
				Veronica chamaedrys L.	Gamander-Ehrenpreis
				Veronica hederifolia L.	Efeu-Ehrenpreis
				Veronica officinalis L.	Echter Ehrenpreis
				Veronica triphyllos L. L.	Dreiteiliger Ehrenpreis
	3		↘	*Veronica verna* L.	Frühlings-Ehrenpreis
				Vicia angustifolia L.	Schmalblättrige Wicke
				Vicia hirsuta (L.) S. F. Gray	Rauhaar-Wicke
				Vicia sativa L.	Saat-Wicke
				Vicia sepium L.	Zaun-Wicke
				Vicia parviflora Cav.	Zierliche Wicke
				Vicia tetrasperma (L.) Schreb.	Viersamige Wicke
				Vicia villosa Roth.	Zottel-Wicke
				Vincetoxicum hirundinaria Med.	Schwalbenwurz
				Viola arvensis Murray	Feld-Stiefmütterchen
				Viola canina L.	Hunds-Veilchen
				Viola hirta L.	Behaartes Veilchen
				Vulpia myuros (L.) C.C.Gmel.	Mäuseschwanz-Federschwingel

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Tab. 2: Gesamtliste der Pflanzengesellschaften auf den Porphyrkuppen (aus PARTZSCH & KRUMBIEGEL 1996b).
Table 2: General survey of the plant communities on the porphyry outcrops (from PARTZSCH & KRUMBIEGEL 1996b).

Pionierfluren auf Sand und Porphyr	
Airetum praecocis (Schwick. 44) Krausch 67	Pionierflur der Frühen Haferschmiele
Festuco cinereae-Corynephoretum Schubert 74	Blauschwingel-Silbergrasflur
Thymo-Festucetum cinereae Mahn 59	Sandthymian-Blauschwingel-Flur
Acidophytische Zwergstrauchheiden und Silikat-Magerrasen	
Euphorbio-Callunetum Schubert 60	Wolfsmilch-Heidekrautheide
Filipendulo-Helictotrichetum pratensis Mahn 65	Mädesüß-Wiesenhafer-Gesellschaft
Galio-Agrostidetum (tenuis) Mahn 65	Labkraut-Rotstraußgras-Rasen
Cynancho-Festucetum ovinae Mahn 65	Schwalbenwurz-Schafschwingel-Rasen
Kontinentale Trockenrasen	
Festuco valesiacae-Stipetum capillatae Mahn 65	Walliser Schwingel-Haarpfriemengras-Trockenrasen
Kontinentale Halbtrockenrasen	
Festuco rupicolae-Brachypodietum pinnati Mahn 59	Furchenschwingel-Fiederzwenken-Halbtrockenrasen
Festuca rupicola-Gesellschaft	Gesellschaft des Furchen-Schwingels
Halbruderale Halbtrockenrasen und ruderale Pionierfluren	
Cardario drabae-Agropyretum repentis Müll. et Görs 69	Pfeilkresse-Quecken-Pionierrasen
Convolvulo-Agropyretum repentis Felf.43	Ackerwinden-Quecken-Pionierrasen
Falcario vulgaris-Agropyretum repentis Müll. et Görs 69	Sichelmöhren-Quecken-Pionierrasen
Calamgrostis epigejos-Gesellschaft	Landreitgras-Gesellschaft
Poa angustifolia-Gesellschaft	Gesellschaft des Schmalblättrigen Rispengrases
Poa compressa-Gesellschaft	Platthalmrispengras-Gesellschaft
Frischwiesen und Weidegesellschaften	
Arrhenatherum elatius-Gesellschaft	Glatthafer-Gesellschaft
Tanaceto-Arrhenatheretum Fischer 84	Ruderalisierte Glatthaferwiese
Lolio-Festucetum pseudovinae Gutte 72	Weidelgras-Falscher Schafschwingel-Weide
Ruderalgesellschaften	
Artemisia absinthium-Gesellschaft	Wermut-Gesellschaft
Atriplicetum nitentis R. Knapp 45	Glanzmelden-Gesellschaft
Brometum sterilis Görs 66	Taube Trespen-Rasen
Carduetum acanthoidis Felf. 42	Stacheldistel-Gesellschaft
Cerastium arvense-Gesellschaft	Ackerhornkraut-Gesellschaft
Chenopodium album-Gesellschaft	Gesellschaft des Weißen Gänsefußes
Conyzo-Lactucetum serriolae Lohm. in Oberd.57	Kompasslattich-Flur
Epilobium angustifolia-Gesellschaft	Gesellschaft des Schmalblättrigen Weidenröschens

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Lactuco-Sisymbrietum altissimi Lohm.ap.R. Tx.55	Kompasslattich-Hohe Rauken-Flur
Lamio albi-Ballotetum nigrae Lohmeyer 70	Schwarznessel-Flur
Tripleurospermum. perforatum-Gesellschaft	Gesellschaft der Geruchlosen Kamille
Sisymbrietum loeselii (Kreh 35) Gutte72	Loeselsrauken-Flur
Sisymbrio-Atriplicetum oblongifoliae	Gesellschaft der Langblättrigen Melden
Tanaceto-Artemisietum vulgaris Br.-Bl. 31 corr. 49	Rainfarn-Beifuß-Gesellschaft
Torilidetum japonicae Lohm. in Oberd.et al. 67	Klettenkerbel-Gesellschaft
Trifolium arvense-Gesellschaft	Hasenklee-Gesellschaft
Urtica dioica-Gesellschaft	Große Brennnessel-Flur
Gebüsch- und Gehölzgesellschaften	
Aegopodio-Sambucetum nigrae Doing 62	Gebüsch des Schwarzen Holunders
Betula pendula-Gehölz	Hängebirken-Gehölz
Cerasus mahaleb-Gehölz	Steinweichsel-Gehölz
Crataegus monogyna-Gehölz	Gehölz des Eingriffligen Weißdorns
Ligustrum vulgare-Gehölz	Liguster-Gebüsch
Lycietum barbarei Felf.42	Bocksdorn-Gebüsch
Quercus robur-Gehölz	Stieleichen-Gehölz
Robinia pseudoacacia-Gehölz	Robinien-Gehölz
Rosa canina-Gebüsch	Hundsrosen-Gebüsch
Rubus plicatus-Gebüsch	Gebüsch der Faltblättrigen Brombeere
Rubus caesius-Gebüsch	Kratzbeeren-Gebüsch
Ulex europaeus-Gebüsch	Stechginster-Gebüsch
Ulmus minor-Gehölz	Feldulmen-Gehölz

Anschrift der Autorin

Monika Partzsch, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten, Am Kirchtor 1, D-06099 Halle/Saale, BR Deutschland. (E-mail: monika.partzsch@botanik.uni-halle.de)

©Institut für Biologie, Institutsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schlechtendalia

Jahr/Year: 2007

Band/Volume: 15

Autor(en)/Author(s): Partzsch Monika

Artikel/Article: Flora,Vegetation und historische Entwicklung der Porphyrkuppenlandschaft zwischen Halle und Wettin (Sachsen-Anhalt) 1-92