©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tuexenia 23: 227–255. Göttingen 2003.

Die Porphyrkuppenlandschaft des unteren Saaletals – Vegetationsdynamische Untersuchungen auf kleinflächigen Kuppen unterschiedlicher Entstehungszeit

– Monika Partzsch, Wiebke Scherf, Isabell Hensen –

Zusammenfassung

In der stark fragmentierten Porphyrkuppenlandschaft nordwestlich von Halle (Sachsen-Anhalt) wurden vegetationsdynamische Prozesse auf kleinflächigen xerothermen Standorten (Kuppen unter 500 m²) unterschiedlichen Alters analysiert. Die Grundlage bildeten detaillierte, flächengenaue vegetationskundliche Erhebungen aus den Jahren 1992 und 2000. Hierbei konnte festgestellt werden, daß die Individuendichte der meisten der insgesamt 216 Arten Schwankungen aufwies, wobei nur für einen geringen Teil der Arten eine deutliche Ab- bzw. Zunahme (Stetigkeitsschwankungen > 10 %) registriert wurde. Während vorwiegend ruderale Arten zurückgingen, erhöhte sich die Stetigkeit einer Reihe von Arten der Trocken- und Halbtrockenrasen. Die floristische Ähnlichkeit der Kuppen zwischen den beiden Untersuchungsjahren lag im Mittel bei 62 %. Dies schlug sich z.T. auch in einem Umbau der insgesamt 28 Pflanzengesellschaften nieder. Dabei zeigten die xerothermen Trocken- und Halbtrockenrasen eine höhere Stabilität, während die stärker ruderalisierten Gesellschaften eine hohe Dynamik aufwiesen und sich auf verschiedenen Wegen zur *Festuca rupicola*-Gesellschaft und zum *Thymo-Festucetum* umbildeten. Unter den gegebenen standörtlichen Verhältnissen stellen diese beiden Gesellschaften vorläufige Endstadien der Vegetationsentwicklung dar. Dieser Trend zur Entwicklung von Trocken- und Halbtrockenrasen auf den kleinflächigen Porphyrkuppen spiegelt sich auch in der Zusammensetzung der Diasporenbank wider.

Kleinflächige Porphyrkuppen sind nicht durch Pufferzonen vom angrenzenden Umland abgeschirmt. Daher stellen Störungen, die vorwiegend durch die Art und Weise der Bewirtschaftung gekennzeichnet sind, einen entscheidenden Einflußfaktor für die Vegetationsentwicklung dar. Je geringer das Ausmaß der jährlichen Störungen ist, desto eher tendiert die Entwicklung zu naturnäheren sowie stabileren Trocken- und Halbtrockenrasen-Gesellschaften. Dabei kann sich die Form der Umlandbewirtschaftung jährlich ändern bzw. können außergewöhnliche Ereignisse auftreten. Aus diesem Grund unterliegt die Artenzusammensetzung sowie die Vegetationsentwicklung auf den kleinflächigen Porphyrkuppen einer großen Zufälligkeit. Dies erklärt, daß die Zusammenhänge zwischen Artenzahl und Gemeinschaftskoeffizienten in Abhängigkeit von der Flächengröße der Kuppen nur eine geringe Korrelation aufweisen.

Aus naturschutzfachlicher Sicht besitzen die kleinen Porphyrkuppen jedoch ein Potential an gefährdeten und geschützten Arten, welches hinsichtlich Artenzahl sowie Individuendichte mit dem Alter der Kuppen zunimmt. Somit können sie Trittsteinfunktionen in der stark fragmentierten Landschaft des unteren Saaletals einnehmen.

Abstract: The porphyry landscape of the lower Saale valley – Investigations of vegetation dynamics on small outcrops of different genesis

Vegetation-dynamic processes on small outcrops of different origin were investigated in the fragmentated landscape with porphyry outcrops in the lower valley of the river Saale. Relevés from 1992 and 2000 were used as a database. The analysis showed that the abundance of most species (216) had changed over this time but that the constancy of only a few species increased or decreased more than 10%. Ruderal species mostly declined, and species of dry and semi-dry grasslands gained. The floristical similarity of the outcrop samples in the two years was 62 % on average. This also included some restructuring of the 28 plant communities. Whereas the xerothermic dry and semi-dry grasslands were rather stable, the more ruderal communities appeared highly dynamic and changed into a *Festuca rupicola* community and into the *Thymo-Festucetum cinereae*. Due to the special site conditions these two

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

communities represent provisional final stages of the vegetation succession. A tendency for the development of dry and semi-dry grasslands was also reflected by the seed-bank composition.

The small outcrops are not protected by buffer zones against influences from the surrounding landscape. Disturbances caused by agricultural land use are the main factors influencing the vegetation dynamics here. Vegetation development tended toward nearly natural, more stable communities of dry and semi-dry grasslands under less disturbance. Agricultural management, however, can change every year, and unexpected events can happen. For this reason the vegetation development of the small porphyry outcrops is characterisied by a very high stochasticity. This also explains the low correlation between the number of species and community coefficient with the size of the outcrops.

The small outcrops have the potential to conserve endangered and protected plant species, the number and abundance of which increased with the age of the outcrops. Hence these locations can serve as stepping stones in the fragmentated landscape of the Saale valley.

Keywords: fragmentation, vegetation dynamics, porphyry outcrops, outcrop size, outcrop genesis, diaspore bank, disturbance

1. Einleitung

Der verstärkte Ausbau der verkehrsbedingten Infrastruktur und der zunehmende Bau von Siedlungen sowie Gewerbe- bzw. Industriegebieten führt in Mitteleuropa mehr und mehr zur Zerschneidung von Landschaftsräumen. Ursprünglich größere, zusammenhängende Gebiete ähnlicher Vegetationsausprägung werden immer stärker reduziert und die verbleibenden Fragmente zunehmend voneinander isoliert (AMLER et al. 1999). Daraus ergibt sich die Frage, inwieweit die Kleinflächigkeit der Standorte Einfluß auf vegetationsdynamische Prozesse nimmt.

Die Porphyrkuppenlandschaft nordwestlich von Halle ist eine der wenigen mitteleuropäischen Regionen, die naturgegebene Fragmentierung aufweist. Sie ist gekennzeichnet durch eine hohe Anzahl mehr oder weniger erhabener, sich in der Flächengröße deutlich unterscheidender Porphyrkuppen, die in traditionell stark genutzte Agrarflächen eingebettet sind. Die Entstehungszeit ist sehr unterschiedlich; während ein Teil bereits vor- und frühgeschichtlichen Ursprungs ist, wurden die meisten im Zusammenhang mit der fortschreitenden Technisierung der landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsverfahren (Tiefpflügen) herausmodelliert (SCHNEIDER et al. 1995). Dieser Prozeß setzt sich bis heute fort.

Aufgrund der klimatischen und standörtlichen Verhältnisse weisen diese Porphyrkuppen ein reichhaltiges Mosaik an Xerothermvegetation auf (MEUSEL 1940, MAHN 1957, 1965, SCHUBERT 1960), das in Abhängigkeit von Flächengröße und Genese der Standorte variiert (PARTZSCH & MAHN 1997, 1998, PARTZSCH 2000, 2001). Die detaillierte Erfassung der Zusammensetzung des Vegetationsmosaiks von PARTZSCH & KRUMBIEGEL (1996) von Anfang der 1990er Jahre diente als Grundlage für weiterführende Arbeiten. Der Schwerpunkt dieser Analyse lag auf Untersuchungen von Sukzessions- bzw. Fluktuationsprozessen in diesem Landschaftsraum, die infolge eines seit 1990 verstärkten Nutzungswandels zu erwarten waren. Dabei wurden speziell die kleinflächigen Kuppen ausgewählt, um eine mögliche Veränderung der Vegetation in einem mittelfristigen Zeitabschnitt von nur 8 Jahren zu erfassen. Es sollte geprüft werden, ob neben einem eventuellen floristischen Wandel auch ein Umbau der Pflanzengesellschaften stattgefunden hat und inwieweit sich die aktuelle Vegetation in der Zusammensetzung der Diasporenbank widerspiegelt. Die neu entstandenen Kuppen, die in diesem Zeitraum durch vollständiges Abtragen der ackerbaulich genutzten Bodenschicht freigelegt worden sind, boten die Möglichkeit, die Initialentwicklung von Vegetation auf diesen Standorten zu erfassen. Zugleich sollte der naturschutzfachliche Wert kleinflächiger Landschaftsstrukturen in einer stark fragmentierten Agrarlandschaft beurteilt werden.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

2. Untersuchungsgebiet

Die Porphyrkuppenlandschaft ist ein Teil des unteren Saaletals, welches sich nordwestlich von Halle, im kollinen, östlichen Harzvorland befindet (Abb. 1). Durch ihre Lage im Regenschatten des Harzes weist sie eine klimatische Sonderstellung auf, die durch relativ geringe Niederschlagsmengen von 450 bis 550 mm (langjähriges Mittel: 473,3 mm) sowie eine Jahresmitteltemperatur zwischen 8,5 und 9,5 °C (langjähriges Mittel: 9,2 °C) gekennzeichnet ist. Im Februar fallen mit durchschnittlich 22,3 mm die wenigsten Niederschläge, im Juni demgegenüber mit 59,8 mm die meisten. Der wärmste Monat ist der Juli mit durchschnittlich 18,3 °C und der kälteste der Januar mit 0,3 °C, wobei im Mittel 76,8 Frosttage pro Jahr registriert werden können. Durch das Auftreten von Spätfrösten sind jedoch nur vier Monate im Jahr völlig frostfrei. Das Mitteldeutsche Trockengebiet zeichnet sich somit durch ein kontinental getöntes Klima aus.

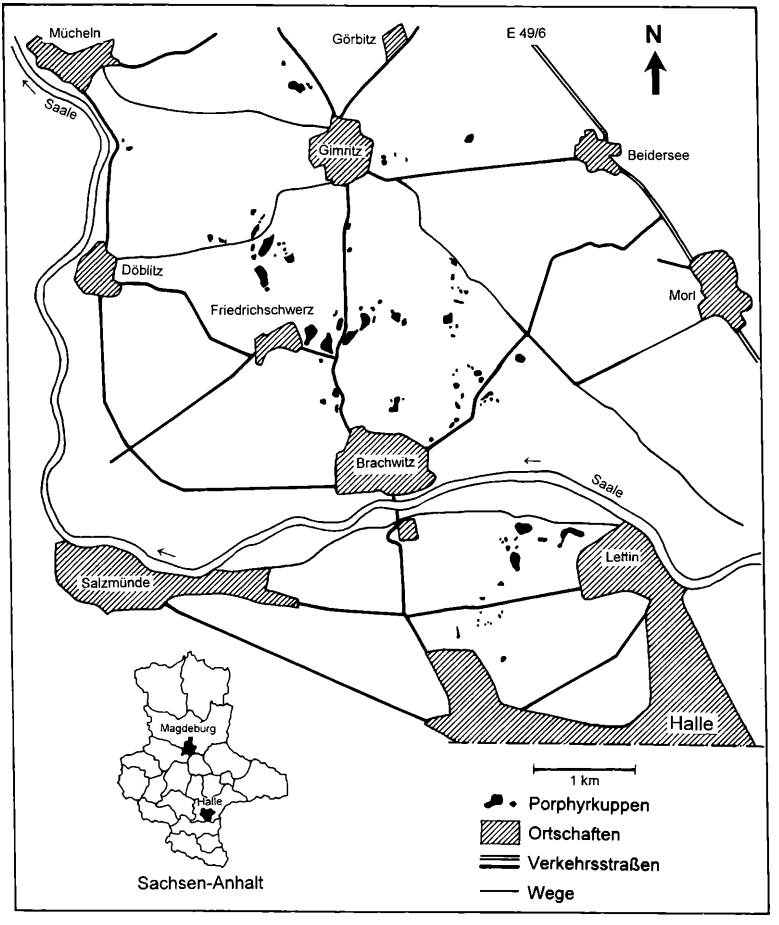

Abb. 1: Übersicht über das Untersuchungsgebiet Porphyrkuppenlandschaft nordwestlich von Halle (Sachsen-Anhalt).

Die Entstehung der Porphyrkuppenlandschaft reicht erdgeschichtlich etwa 300 Millionen Jahren, in die Zeiten des Oberkarbon und des Rotliegenden, zurück. Durch Inversion der Mitteldeutschen Kristallinzone kam es zu Absenkungen und somit zur Entstehung der Halleschen Mulde (Saale-Senke), in die saure und z.T. auch intermediäre bis basische Magmen aufstiegen. Durch eine langsame Erstarrung innerhalb der Erdkruste entstand der

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Untere Hallesche Porphyr, durch eine schnelle Abkühlung an der Erdoberfläche der Obere Hallesche Porphyr. Dabei gingen die Porphyre (Rhyolite) aus den sauren, die Porphyrite (Andesite) aus den basischen Magmen hervor (KRUMBIEGEL & SCHWAB 1974 a, b, EXNER & SCHWAB 2000). In der Kreidezeit und im Tertiär trat eine Phase der Verwitterung des halleschen Porphyrkomplexes ein, die durch tiefgründige Kaolinisierung der feldspathaltigen Porphyre gekennzeichnet war. Durch die Eismassen des Pleistozäns wurde dieser weiche, verwitterte Untergrund größtenteils abgetragen, nur das feste Gestein blieb als Kuppen erhalten. In dieser Zeit wurden die wesentlichen Züge des heutigen Reliefs geprägt (LAATSCH 1934, WAGENBRETH & STEINER 1985). Nacheiszeitlich wurde aus den Sanderflächen ausgeblasener Löß bzw. Sandlöß in mächtigen äolischen Deckschichten abgelagert und erst im Laufe der Zeit entweder auf natürlichem Wege oder durch anthropogene Beeinflussung stellenweise wieder abgetragen.

Das Gebiet des unteren und mittleren Saaletals zählt zu den bereits in den ur- und frühgeschichtlichen Perioden sehr dicht besiedelten Landschaften Mitteleuropas. Die Siedler der ersten neolithischen Kultur der Linienbandkeramik (4500 v.u.Z.) nahmen das Gebiet als Ackerbauern und Viehzüchter in Besitz (KAUFMANN 1997). Bis zum Mittelalter stieg die Bevölkerungsdichte so stark an, daß neben den ertragreichen Flächen, die dem Ackerbau vorbehalten waren, auch die weniger ertragreichen Flächen durch Beweidung mehr oder weniger stark genutzt worden sind. Ende des 19. Jahrhunderts wurden neue Methoden bei der landwirtschaftlichen Bearbeitung, wie das Tiefpflügen, eine veränderte Fruchtfolge und der Einsatz von Mineraldünger, eingeführt. Im Zusammenhang mit der tiefergründigen Bodenbearbeitung kam es durch verstärkte Erosion zu Abtragungen der ursprünglich wohl weitgehend geschlossenen Lößdecken. Im Laufe der Zeit wurden skelettreiche, mehr oder weniger flachgründige Standorte herausmodelliert und nach und nach aus der weiteren agrarischen Nutzung entlassen. Meist dienten sie nur noch dem extensiven Weidegang. Die Vorgänge der Freilegung von Kuppen durch verstärkte Bodenerosion sind bis in die Gegenwart zu beobachten (vgl. SCHNEIDER et al. 1995, PARTZSCH 2001).

Die heutige Vegetationsdecke der Porphyrkuppen ist ein sehr kleinräumiges Mosaik von verschiedensten naturnahen bis halbnatürlichen, submediterran beeinflußten bzw. kontinentalen Trocken- und Halbtrockenrasen sowie subatlantischen Zwergstrauchheiden (MEUSEL 1940, SCHUBERT 1960, MAHN 1965). Auf besser mit Nährstoffen versorgten Standorten kommen Frischwiesen-Gesellschaften sowie an Störstellen kurzlebige bis ausdauernde Ruderalgesellschaften vor. Gehölzbestände unterschiedlicher Artenzusammensetzung weisen auf Sukzessionsprozesse hin (PARTZSCH 2000). Die feingliedrige Zusammensetzung des Vegetationsmosaiks wird neben den edaphischen und mikroklimatischen Bedingungen stark von der Flächengröße und der Genese der Kuppen beeinflußt (BLISS & PARTZSCH 1997, PARTZSCH 2001).

3. Methoden

Die Erfassung des Vegetationsmosaiks auf den Porphyrkuppen von PARTZSCH & KRUMBIEGEL (1996) von Anfang der 90er Jahre lieferte die Datenbasis für die hier dargestellten Untersuchungen. Die vorliegenden Vegetationsaufnahmen und -karten ermöglichten 2000 eine flächengenaue Neubearbeitung der Standorte. Von den über 100 bearbeiteten Kuppen wurden jedoch nur die 44 kleinflächigen Standorte ausgewählt, deren Flächengröße unter 500 m² lag. Neu erfaßt wurde die Vegetation auf 18 weiteren, erst in den letzten Jahren durch landwirtschaftliche Bearbeitung und Bodenerosion hervorgetretene Kuppen (Flächengrößen von ca. 4 bis 40 m²). Hierbei handelt es sich um sehr flachgründige Porphyrstandorte, die mit einer mehr oder weniger geringmächtigen Feinerdeauflage überdeckt sind. Die Nutzungsanalyse von SCHNEIDER et al. (1995) auf der Grundlage von aktuellen und historischen Kartenunterlagen ergab, daß sich die Porphyrkuppen hinsichtlich ihrer Entstehungszeiten deutlich unterscheiden. Dies gilt auch für die kleinflächigen Kuppen, die somit in unterschiedliche Alterskategorien (vgl. PARTZSCH 2000, 2001) eingeordnet werden können (Tab. 1).

Für alle bearbeiteten Kuppen wurde die Umlandbewirtschaftung notiert. Tab. 5 informiert über Aussaat- und Erntetermine sowie Dünger- und Herbizidgaben für die drei wichtigsten, im Gebiet angebauten Kulturen Mais, Weizen und Raps.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 1: Übersicht über die Alterskategorien und Anzahl der untersuchten kleinflächigen Porphyrkuppen (< 500 m²)

Alterskategorien	Kartenmaterial von	Entstehungszeit	Anzahl der Kuppen
Neue Kuppen		bis 2000	18
Sehr junge Kuppen	1985/1990	bis 1990	2
Junge Kuppen	1940/1950	bis 1950	16
Alte Kuppen	1902/1904	bis 1904	18
Sehr alte Kuppen	1851	vor 1851	8

Unter Verwendung der 9-teiligen Artmächtigkeitsskala von BRAUN-BLANQUET (1964; modifiziert nach WILMANNS 1989) wurden auf den 62 Porphyrkuppen insgesamt 158 Vegetationsaufnahmen erstellt. Die Größe der Aufnahmeflächen richtete sich nach den standörtlichen Gegebenheiten und war abhängig von der Größe der Vegetationseinheiten.

Für die Benennung der Gefäßpflanzenarten wurde die Nomenklatur von ROTHMALER et al. (1994) zugrunde gelegt. Die Determination der Pflanzengesellschaften erfolgt auf der Grundlage der Originalarbeiten von MAHN (1965) und SCHUBERT (1960) sowie weiterführend von POTT (1995), PASSARGE (1999) und PREISING et al. (1993, 1995, 1997). Aufgrund der standörtlichen Verhältnisse treten auf den kleinflächigen Porphyrkuppen eine Reihe von nicht eindeutig zuzuordnenden Pflanzenbeständen auf. Um diese in ihrer Zusammensetzung bewerten zu können, wurden die Angaben zum soziologisch-ökologischen Verhalten der beteiligten Arten herangezogen (ELLENBERG et al. 1992).

Das Aufkommen der Arten in beiden Untersuchungsjahren 1992 und 2000 wurde hinsichtlich ihres prozentualen Vorkommens (Stetigkeit) verglichen. Unterschiede von mehr als 10 % wurden als deutliche Veränderung bezüglich Zu- oder Abnahme der Individuendichte gewertet. Die Beurteilung des Anteils an gefährdeten und geschützten Arten erfolgte auf der Grundlage der Roten Listen von Sachsen-Anhalt und Deutschland sowie der Bundesartenschutzverordnung. Hinweise zur Bestandsentwicklung konnten FRANK & NEUMANN (1999) entnommen werden. Da sich die juvenilen Entwicklungsstadien der Kleinarten von *Achillea millefolium* anhand von morphologischen Merkmalen kaum differenzieren lassen, wurden in der vorliegenden Arbeit die 1992 unterschiedenen *A. pannonica* und *A. setacea* mit *A. millefolium* zusammengefaßt.

Für die Berechnung der Ähnlichkeit der Pflanzenbestände je Kuppe von 1992 und 2000 diente der SOERENSEN-Koeffizient (DIERSCHKE 1994). Die statistischen Berechnungen von Regressionogeraden, Bestimmtheitsmaß, Standardabweichung und Signifikanz wurden mit dem Computer-Programm EXCEL bzw. WINSTAT vorgenommen.

Die Untersuchungen zur Zusammensetzung der Diasporenbank erfolgten exemplarisch auf 15 Kuppen, die sich hinsichtlich ihrer Entstehungszeit und der Flächengröße unterscheiden. Zu Beginn der Vegetationsperiode (April 2000) wurden je Kuppe 25 zufällig verteilte Proben in einer Bodentiefe von 0 bis 5 cm mit Hilfe eines Bodenbohrers entnommen und zu je einer Mischprobe zusammengefügt. Jeweils 500 g der Bodenproben wurden in Pflanzschalen auf einem Sandgemisch (3 cm) ausgebracht, im Gewächshaus aufgestellt und gleichmäßig feucht gehalten. Das Keimlingsaufkommen, d.h. Anzahl der Individuen sowie deren Artzugehörigkeit, wurde zweimal wöchentlich über einen Zeitraum von 12 Monaten kontrolliert.

4. Ergebnisse

4.1. Ergebnisse der floristischen Analyse

4.1.1. Zusammensetzung des Artenspektrums

Auf den Porphyrkuppen mit einer Flächengröße von unter 500 m² wurden in den Jahren 1992 und 2000 insgesamt 216 Gefäßpflanzenarten nachgewiesen. Den höchsten Anteil von fast 44 % nahm dabei die Gruppe der Arten der anthropo-zoogenen Heiden und Rasen ein (Abb. 2). Allerdings war der Anteil der krautigen Vegetation oft gestörter Plätze (Ruderal- und Segetalarten) mit ca. 43 % fast ebenso hoch. Auf die Gruppen der krautigen Saumarten entfielen 7,4 % und auf die der Gehölzarten nur 5,6 %.

Innerhalb der Artengruppe der anthropo-zoogenen Heiden und Rasen sind die Vertreter der Klassen *Sedo-Scleranthetea* und *Festuco-Brometea* zu je ca. einem Drittel vorhanden,

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

während sich die *Molinio-Arrhenatheretea-* und die weitverbreiteten Magerrasenarten zu 17 % bzw. ca. 15 % am Aufbau des Artenspektrums beteiligen. Die beiden Vertreter der Klasse *Nardo-Callunetea* sind im Diagramm nicht berücksichtigt.

Bei den Vertretern der krautigen Vegetation oft gestörter Plätze stellen die kurzlebigen Ruderalarten der Klasse *Chenopodietea* mit fast 50 % den höchsten Anteil, während Ackerunkräuter, die in der Klasse der *Secalietea* zusammengefaßt sind, nur mit ca. 26 % vorkommen. Die ausdauernden ruderalen Vertreter der Klasse *Artemisietea* nehmen nur knapp 15 % und *Agropyretea* nur ca. 5 % ein. Hinzu kommen noch ca. 4 % weitverbreiteten Ruderalarten.

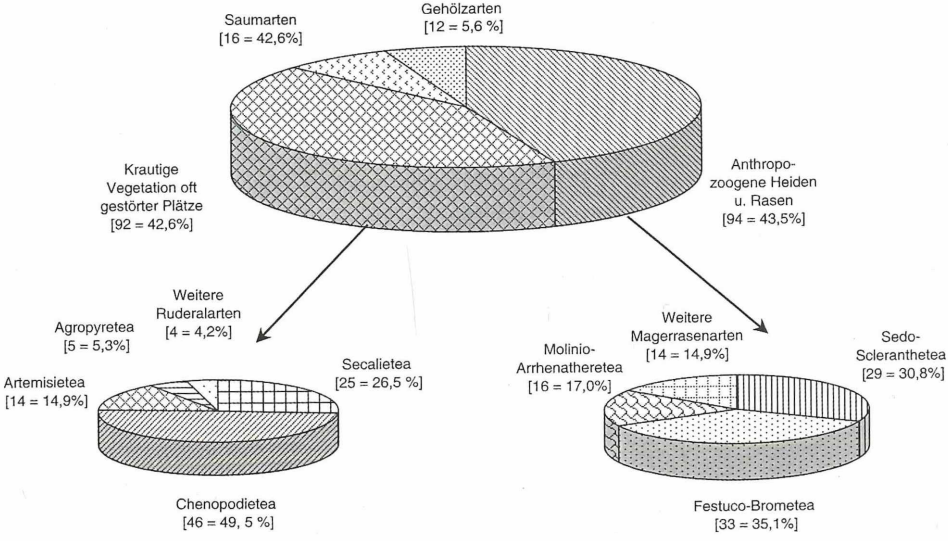

Abb. 2: Zusammensetzung des Artenspektrums auf den kleinflächigen Porphyrkuppen (< 500 m²); n = 216 Arten.

4.1.2. Verteilung der Artenzahlen in Abhängigkeit von der Flächengröße der Porphyrkuppen

Im Jahre 1992 wurden auf den kleinflächigen Porphyrkuppen 195 Gefäßpflanzenarten und acht Jahre später 161 Arten gefunden (Tab. 2 am Ende). Die Verteilung der Artenzahl in Abhängigkeit von der Flächengröße der Kuppen zeigt Abb. 3. Hieraus ergibt sich, daß mit steigender Flächengröße die Anzahl der Pflanzenarten mehr oder weniger deutlich zunimmt. Aus dem Anstieg der Regressionsgeraden wird ersichtlich, daß die Beziehungen zwischen Flächengröße und Artenzahl 1992 besser korrelierten als im Jahre 2000. Das Bestimmtheitsmaß r^2 weist im Jahre 1992 eine Abhängigkeit von ca. 44 % auf, im Jahre 2000 ist sie jedoch nur etwa halb so groß. Diese Beziehungen sind signifikant.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

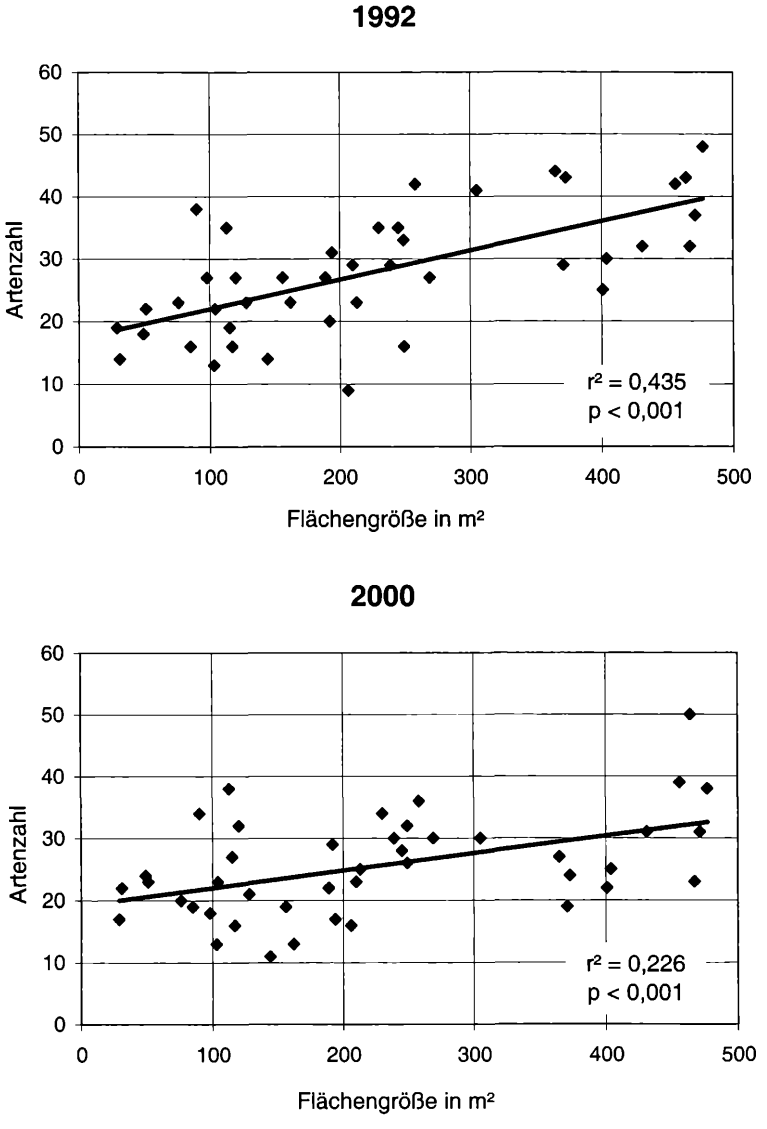

Abb. 3: Beziehungen zwischen Flächengröße und Artenzahl auf den kleinflächigen Porphyrkuppen (< 500 m²) in den Untersuchungsjahren 1992 und 2000 (mit Angabe des Bestimmtheitsmaßes und der Signifikanz).

4.1.3. Floristische Ähnlichkeit

Unter Verwendung des Gemeinschaftskoeffizienten nach SOERENSEN (DIERSCHKE 1994) sollte geprüft werden, inwieweit sich der Pflanzenbestand der einzelnen Kuppen zwischen den beiden Untersuchungsjahren verändert hat (Abb. 4). Im Mittel ergab sich eine floristische Ähnlichkeit von 62 %. Den geringsten Gemeinschaftskoeffizienten von 40 % wies die Kuppe IV/21 auf, die zwar schon ca. 100 Jahren alt, aber mit 85 m² sehr klein ist. Dazu kommt, daß angrenzend im Jahr 2000 Raps angebaut wurde, was auf einen hohen Störein-

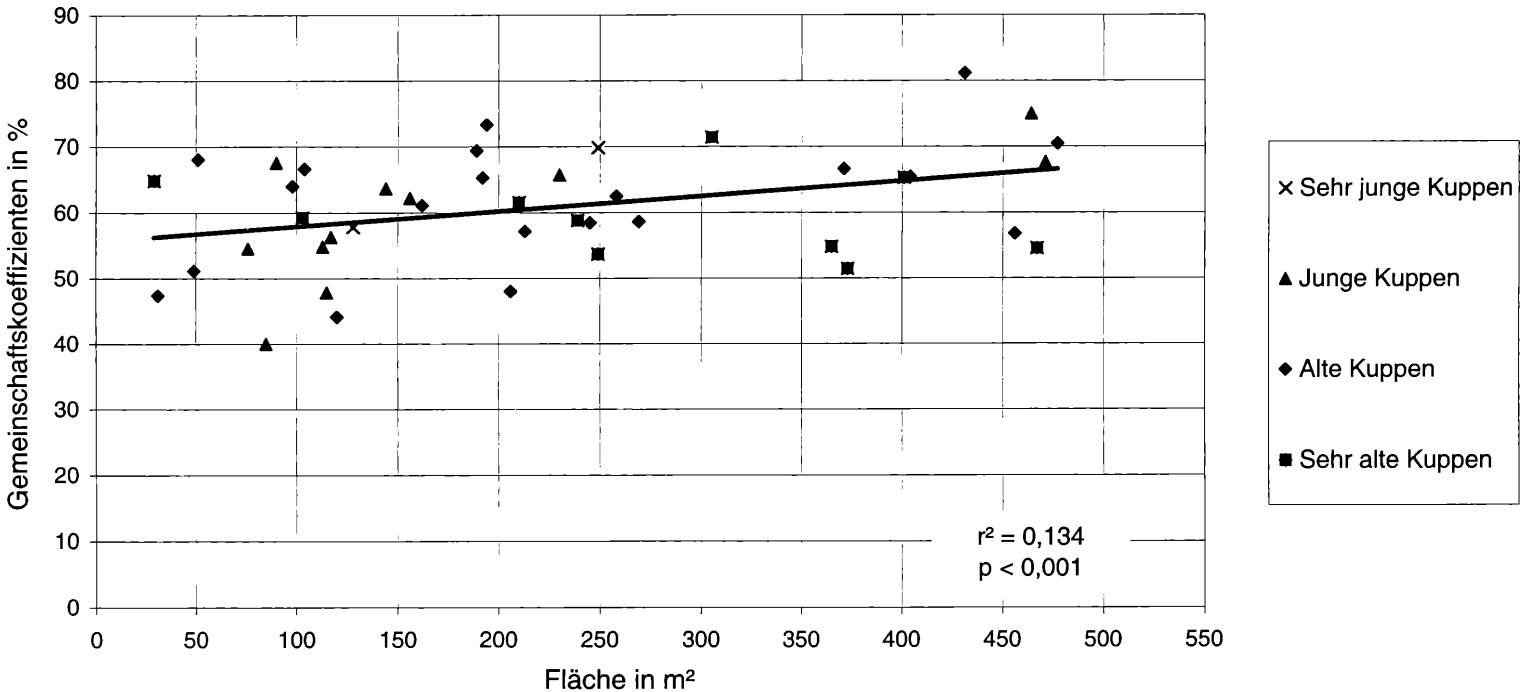

Abb. 4: Darstellung der floristischen Ähnlichkeit (Gemeinschaftskoeffizient nach SOERENSEN) der kleinflächigen Porphyrkuppen (< 500 m²) zwischen den beiden Untersuchungsjahren mit Bezug zur Entstehungszeit der Kuppen (mit Angabe des Bestimmtheitsmaßes und der Signifikanz).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

fluß hinweist. Demgegenüber zeigt die Kuppe II/42 die größte Übereinstimmung im Arteninventar mit einem Gemeinschaftskoeffizienten von 81,2 %. Hierbei handelt es sich mit 431 m² um eine relativ große Kuppe, die zu den sehr alten Kuppen gehört und in einer durch Brache bzw. Wiesenwirtschaft genutzten Fläche eingebettet ist.

Allgemein zeichnet sich jedoch in Abhängigkeit von der Flächengröße hinsichtlich der Verteilung der Gemeinschaftskoeffizienten kein einheitlicher Trend ab. Dies wird auch durch den sehr geringen Anstieg der Regressionsgeraden bzw. den geringen r^2-Wert von 0,134 bestätigt (Abb. 4). Berechnet man jedoch den Mittelwert der Koeffizienten in Abhängigkeit von der Entstehungszeit der kleinflächigen Kuppen, so ergibt sich mit ansteigendem Kuppenalter ein leichter, tendenzieller Anstieg der Gemeinschaftskoeffizienten. Dies deutet darauf hin, daß sich die vegetationsdynamischen Prozesse und damit der Umbau in den Pflanzenbeständen mit zunehmendem Alter der Standorte verlangsamen (Abb. 5).

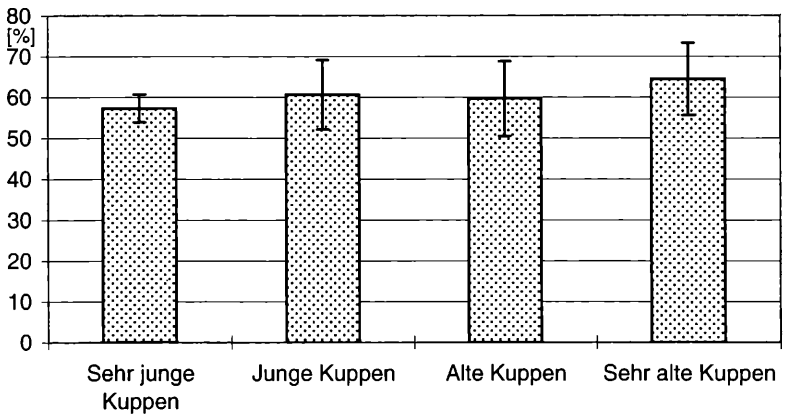

Abb. 5: Gemeinschaftskoeffizient nach SOERENSEN in Abhängigkeit von der Entstehungszeit der Porphyrkuppen (mit Angabe der Standardabweichung).

4.1.4. Arten mit deutlichen Veränderungen in der Bestandsdichte

Anhand eines Stetigkeitsvergleiches wurden die Veränderungen der einzelnen Arten hinsichtlich ihrer Individuendichte verglichen (Tab. 2). Dabei fällt auf, daß die meisten Arten zwischen den beiden Untersuchungsjahren in ihrer Bestandsdichte schwankten. Eine deutliche Zu- bzw. Abnahme in der Individuendichte wurde mit einer Stetigkeitsdifferenz von mehr als 10 % bewertet. Dies konnte für *Arabidopsis thaliana* und *Potentilla argentea* aus der Klasse der *Sedo-Scleranthetea*, für *Eryngium campestre, Euphorbia cyparissias* und *Festuca rupicola* aus der Klasse der *Festuco-Brometea* und für *Arrhenatherum elatius* aus der Klasse der *Molinio-Arrhenatheretea* registriert werden. Bei den krautigen Saumarten war ein deutlicher Anstieg nur bei *Hypericum perforatum* und innerhalb der Ruderal- und Segetalarten bei *Bromus sterilis, Falcaria vulgaris, Linaria vulgaris, Senecio vernalis* und *Sisymbrium loeselii* zu verzeichnen. Die Zunahme von *Brassica napus* liegt an dem häufigeren Anbau dieser Kulturart in den letzten Jahren. Ebenso weisen die Gehölze *Rosa canina, Rubus caesius* und *Sambucus nigra* Ausbreitungstendenzen auf. Zu den am stärksten zunehmenden Arten zählen *Arabidopsis thaliana, Hypericum perforatum, Senecio vernalis, Sisymbrium loeselii* und *Rosa canina* mit einem Anstieg von mehr oder weniger 30 %. *Festuca rupicola* nahm um ca. 20 % zu.

Einen deutlichen Schwund hinsichtlich ihrer Individuendichte weisen demgegenüber die zumeist aus der Gruppe der Ruderal- und Segetalarten stammenden Vertreter *Apera spica-venti, Atriplex oblongifolia, Buglossoides arvensis, Camelina microcarpa, Campanula rapunculoides, Consolida regalis, Conyza canadensis, Descurainia sophia, Elytrigia repens, Fallopia convolvulus, Lactuca serriola, Polygonum aviculare, Valerianella locusta, Veronica arvensis, V. hederifolia* und *Viola arvensis* auf. Dabei am stärksten vom Rückgang betroffen sind *Atriplex*

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

oblongifolia, Descurainia sophia, Fallopia convolvulus, Lactuca serriola, Polygonum aviculare und *Valerianella locusta*, die in ihrer Bestandsdichte deutlich um mehr als 20 % abnahmen.

4.1.5. Vorkommen gefährdeter und geschützter Arten

Während zahlreiche weitverbreitete Arten hinsichtlich des Artenschutzes weniger interessant sind, war die Frage von Interesse, inwieweit die kleinflächigen Porphyrkuppen auch ein Refugium für seltene und gefährdete Arten darstellen können. Insgesamt konnten 17 Arten nachgewiesen werden, die einer Gefährdungskategorie der Roten Liste von Sachsen-Anhalt zugeordnet sind bzw. nach der Bundesartenschutzverordnung einen Schutzstatus besitzen (Tab. 2). Die höchsten Bestandsdichten weisen dabei die unter gesetzlichem Schutz stehenden Arten *Dianthus carthusianorum* und *Eryngium campestre* auf, die allerdings in Sachsen-Anhalt nicht als gefährdet gelten. Die anderen Arten zeigen nur geringe Stetigkeiten und weisen meist Schwankungen in ihren Bestandsdichten zwischen den beiden Untersuchungsjahren auf. *Anthericum liliago, Armeria elongata, Helichrysum arenarium* und *Saxifraga granulata* zeigen einen geringfügigen Rückgang, während *Galeopsis angustifolia, Myosotis discolor, Pseudolysimachium spicatum* und *Silene otites* im Jahre 2000 nicht mehr auf den kleinen Kuppen gefunden wurden. Die Bestandsdichten von *Peucedanum oreoselinum* und *Sedum telephium* sind konstant geblieben. Eine geringe Zunahme weisen nur *Pulsatilla vulgaris* und *Silene vulgaris* auf. Außerdem wurden im Jahre 2000 *Scabiosa canescens* und *Veronica verna* erstmals auf den kleinen Porphyrkuppen nachgewiesen.

Innerhalb der kleinflächigen Porphyrkuppen wird jedoch der Trend sichtbar, daß sich die Anzahl sowie die Individuendichten der gefährdeten und geschützten Arten mit zunehmendem Kuppenalter häufen (Tab. 3). Auf den sehr jungen Kuppen sowie den erst neu entstandenen kommen nur *Eryngium campestre, Dianthus carthusianorum, Silene otites, Armeria elongata, Consolida regalis, Galeopsis angustifolia* und *Veronica verna* lediglich mit Artmächtigkeiten zwischen „r" und „+" vor, die mit zunehmendem Alter der Kuppen deutlich individuenreicher werden. Dies sind Arten, die in Sachsen-Anhalt kaum als gefährdet angesehen werden bzw. handelt es sich bei den drei letztgenannten um Vertreter der kalkholden Segetalflora, die hier kurzzeitig eine Nische finden. Auf den zwischen 50 und 60 Jahre alten Kuppen treten dann bereits Arten auf, die einer Gefährdungskategorie der Roten Liste zugeordnet sind, wie *Anthericum liliago, Myosotis discolor, Saxifraga granulata, Scabiosa canescens* und *Silene vulgaris*. Auf den über 100-jährigen Kuppen kommen noch *Helichrysum arenarium, Peucedanum oreoselinum, Pseudolysimachium spicatum, Pulsatilla vulgaris* und *Sedum telephium* hinzu.

Tab. 3: Maximale Deckungsgrade der gefährdeten und geschützten Arten (Rote Liste von Sachsen-Anhalt, Bundesartenschutzverordnung) auf den kleinflächigen Porphyrkuppen (< 500 m²) der verschiedenen Alterskategorien

Arten	Neue Kuppen	Sehr junge Kuppen	Junge Kuppen	Alte Kuppen	Sehr alte Kuppen
Eryngium campestre	1	+	3	2a	2b
Dianthus carthusianorum		r	+	2a	2b
Consolida regalis		+	+	+	+
Galeopsis angustifolia		+		+	
Silene otites		+		r	
Armeria elongata		r		2a	1
Veronica verna	1		1		1
Anthericum liliago			r	2a	1
Saxifraga granulata			r	r	1
Scabiosa canescens			+	+	+
Myosotis discolor			1	1	
Silene vulgaris			+	+	
Peucedanum oreoselinum				3	2b
Helichrysum arenarium				1	+
Pulsatilla vulgaris				+	+
Sedum telephium				2a	
Pseudolysimachium spicatum	.	.	.	.	+

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

4.1.6. Verbuschungstendenzen

Auf den kleinen Porphyrkuppen ist mit insgesamt 12 Arten ein relativ hoher Anteil an Gehölzen zu verzeichnen. Während im Jahre 1992 auf nur fünf Kuppen Gehölzarten zu finden waren, kamen im Jahre 2000 noch 19 weitere Kuppen hinzu, auf denen sich diese in der Zwischenzeit etablieren konnten. Nur noch knapp die Hälfte der Kuppen (20) waren somit gehölzfrei.

4.2. Ergebnisse der phytozönologischen Analyse

4.2.1. Zusammensetzung des Vegetationsmosaiks und dessen Dynamik

Die kleinflächigen Porphyrkuppen weisen ein vielfältiges Vegetationsmosaik auf (Tab. 4). In den beiden Untersuchungsjahren wurden insgesamt 28 Vegetationseinheiten gefunden (1992 23 und 2000 20 Vegetationseinheiten). Das Spektrum umfaßt acido- bzw. basiphytische Trocken- und Halbtrockenrasen, Frischwiesenbestände, halbruderale Quecken- und Pionierrasen, Segetalgesellschaften, kurzlebige und ausdauernde Ruderalgesellschaften, Gesellschaften nitrophiler Säume sowie verschiedene Gehölzstrukturen. Einer Reihe von Beständen fehlt jedoch die typische Artengruppenkombination. Bei diesen handelt es sich häufig um Dominanzbestände, die nur als ranglose Initial- bzw. Fragmentgesellschaften gefaßt werden. Ihre Zuordnung zu übergeordneten Syntaxa ist z.T. noch vorläufig.

Abgesehen von den Gesellschaften, die in den beiden Untersuchungsjahren nur einmal vorkamen, wurden in Abb. 6 die elf häufigsten zusammengestellt. Dabei war die Anzahl der Vegetationsaufnahmen in beiden Jahren mit jeweils 124 gleich. In beiden Untersuchungsjahren traten die Furchenschwingel- sowie die Glatthaferbestände am häufigsten auf. Allgemein wird jedoch ersichtlich, daß die Anteile der Gesellschaften zwischen den beiden Untersuchungsjahren deutlich schwanken. Vegetationseinheiten, die sich durch einen höheren Grad der Natürlichkeit auszeichnen, haben mehr oder weniger deutlich zugenommen, während die Gesellschaften höheren Hemerobiegrades eher abnahmen. So konnte eine deutliche Zunahme von *Festuca rupicola* in den Halbtrockenrasen, von *Arrhenatherum elatius* in den Wiesengesellschaften sowie der ruderalen Wiese des *Tanaceto-Arrhenatheretum* und des *Falcario-Agropyretum* bei den halbruderalen Halbtrockenrasen gefunden werden. Ausgesprochene Ruderalgesellschaften wie das *Sisymbrio-Atriplicetum oblongifoliae* sind eher selten. Ebenso ist ein Zunahme der Bestände bei dem relativ seltenen *Thymo-Festucetum cinereae* und der *Festuca valesiaca*-Gesellschaft zu verzeichnen. Demgegenüber nehmen die halbruderalen Halbtrockenrasen des *Convolvulo-Agropyretum* sowie die kurzlebige Ruderalgesellschaft des *Sisymbrio-Atriplicetum oblongifoliae* deutlich, die *Poa angustifolia*-Gesellschaft nur gering ab. Von den vielen im Jahre 1992 registrierten *Matricaria maritima*-Beständen, die sich vor allem in den ersten Jahren nach Brachlegung eines Standortes einstellen (vgl. KRUMBIEGEL et al. 1998), sind im Jahr 2000 keine mehr zu finden.

Hieraus ergibt sich die Frage, ob diese Gesellschaften in der Zwischenzeit durch Umbau anderer neu entstanden sind oder ob sie sich am Wuchsort über den Zeitraum von 8 Jahren erhalten konnten (Tab. 4). Von den 124 erhobenen Vegetationseinheiten sind 54 Bestände unverändert geblieben. Interessant ist, daß die Gesellschaften der acidophytischen Pionierfluren auf Porphyr bzw. Porphyrgrus sowie die zu den basiphytischen Trocken- und Halbtrockenrasen gehörenden Gesellschaften (*Festuca valesiaca*-Gesellschaft) keinem oder nur geringem Umbau (*Thymo-Festucetum cinereae*) unterlagen. Dies gilt ebenso für die Gehölzbestände. Bei den verschiedenen Beständen des Glatthafers haben sich ca. 40 % in andere Gesellschaften umgewandelt. Bei den halbruderalen Pionierrasen wurden im *Falcario-Agropyretum* etwas weniger und bei der *Poa angustifolia*-Gesellschaft etwas mehr als die Hälfte der Bestände in andere Gesellschaften überführt. Beim *Convolvulo-Agropyretum* waren nur noch 6 der ursprünglich 22 Bestände (27 %) unverändert geblieben. Demgegenüber unterlagen die Ruderalgesellschaften einem nahezu vollständigen Umbau.

Mehr als die Hälfte der Bestände (70) haben sich jedoch im Verlaufe der acht Jahre in andere Gesellschaften umgewandelt. Dabei ist in einem Schema (Abb. 7) versucht worden,

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 4: Synsystematische Übersicht der Pflanzengesellschaften auf den kleinflächigen Porphyrkuppen (< 500 m²). Anzahl der Vegetationsaufnahmen in den beiden Untersuchungsjahren 1992 und 2000 sowie Anzahl der in der Zwischenzeit unveränderten (A) bzw. umgebauten (B) Pflanzenbestände (be-zogen auf die Angaben von 1992), Gesamtzahl der Aufnahmen jeweils 124.

	1992	2000	A	B
Sedo-Scleranthetea Br.Bl. 1955 em. Th. Müller 1961 - Acidophytische Pionierfluren auf Porphyr u. Sand				
Sedo-Scleranthetalia Br.Bl. 1955				
Seslerio-Festucion pallentis Klika 1931 em. Korneck 1974 pp.				
***Thymo-Festucetum cinereae* Mahn 1959**	8	10	7	1
***Hieracium pilosella*-Gesellschaft**	1	2	1	
***Centaurea stoebe*-Gesellschaft**	1	1		1
***Rumex acetosella*-Gesellschaft**		1		
***Potentilla argentea*-Gesellschaft**		1		
Festuco-Sedetalia R.T. 1951				
Armerion elongatae Krausch 1961				
***Galio-Agrostidetum (tenuis)* Mahn 1965**	1			1
***Galium verum*-Gesellschaft**	-	1	-	-
Festuco-Brometea Br.Bl. et R.Tx. 1943 - Basiphile Trocken- und Halbtrockenrasen				
Festucetalia valesiacae Br.Bl. et R.Tx.1943				
Festucion valesiacae Klika 1931				
***Festuca valesiaca*-Gesellschaft**	3	5	3	
Cirsio-Brachypodion Hadac et Klika 1944				
***Festuca rupicola*-Gesellschaft**	12	22	10	2
***Koeleria macrantha*-Gesellschaft**	1	1	1	-
Molinio-Arrhenatheretea R.Tx. 1937 - Frischwiesen				
Arrhenatheretalia elatioris Pawl. 1928				
Arrhenatherion elatioris (Br.Bl. 1925) W.Koch 1926				
***Arrhenatherum elatius*-Gesellschaft**	18	26	11	7
***Tanaceto-Arrhenatheretum elatioris* A. Fischer 1985**	5	14	2	3
Agropyretea repentis (Oberd. et al.1967)Th.Müll.et Görs 1969 - Ruderale Pionierrasen u. Queckenfluren				
Agropyretalia repentis Oberd. et al. 1967				
Convolvulo-Agropyrion repentis Görs 1966				
***Falcario-Agropyretum* Th. Müll. et Görs 1969**	11	15	6	5
***Convolvulo-Agropyretum* Felföldy 1943**	22	9	6	16
***Poa angustifolia*-Gesellschaft**	11	8	4	7
***Cardario-Agropyretum* Th. Müll. et Görs 1968**	1			1
***Poa compressa*-Gesellschaft**	1	-	-	1
Stellarietea mediae (Br.Bl.1921) R.Tx., Lohm. et Prsg. 1950 - Segetalgesellschaften				
Spergularietalia arvensis Hüppe et Hofmeister 1990				
Aperion spicae-venti R.Tx. in Oberd. 1949				
***Apera spica-venti*- Gesellschaft**	-	1	-	-
Sisymbrietea officinalis Gutte et Hilbig 1975 - Kurzlebige Ruderalgesellschaften				
Sisymbrietalia officinalis J.Tx. in Lohm. et al. 1962				
Atriplicion nitentis Pass. 1978				
***Sisymbrio-Atriplicetum oblongifoliae* Oberd. 1957**	9	1	1	8
***Lactuco-Sisymbrietum altissimi* Lohm, ap. R. Tx. 1955**	1			1
Sisymbrion officinalis R.Tx. et al. ap. R. Tx. 1950 em. Hejny 1979				
***Sisymbrietum loeselii* Gutte 1971 em. Elias 1979**	2			2
***Matricaria maritima*-Gesellschaft**	10			10
***Bromus sterilis*- Gesellschaft**	-	1	-	-
Artemisietea vulgaris Lohm. et al. in R. Tx. 1950 - Ausdauernde Ruderalgesellschaften				
Onopordetalia acanthii Br.Bl. et R. Tx. ex Klika et Hadac 1944				
Dauco-Meliotion Görs 1966				
***Tanaceto-Artemisietum vulgaris* Siss. 1960**	1			1
Arction lappae R.Tx. 1937				
***Leonuro-Ballotetum nigrae* Slavnic 1951**	1	-	-	1
Galio-Urticetea dioicae Pass. 1967 - Nitrophile Säume				
Glechometalia hederaceae R.Tx. in Brun-Hool et R. Tx. 1975				
Geo-Alliarion (Oberd. 1957) Lohm. et Oberd. in Oberd. et al. 1967				
***Torilidetum japonicae* Lohm. in Oberd. et al. 1967**	1	-	-	1
Rhamno-Prunetea spinosae Rivas Goday et Borja Carbonell 1961 em. Klotz - Xerotherme Gebüsche				
Prunetalia spinosae R. Tx. 1952 em. Klotz				
Berberidion Br.Bl. 1950				
***Rubus plicatus*-Gebüsch**	2	3	1	1
***Rosa canina*-Gebüsch**		1		
***Crataegus-Rosa*-Gebüsch**	1	1	1	-
Summe	124	124	54	70

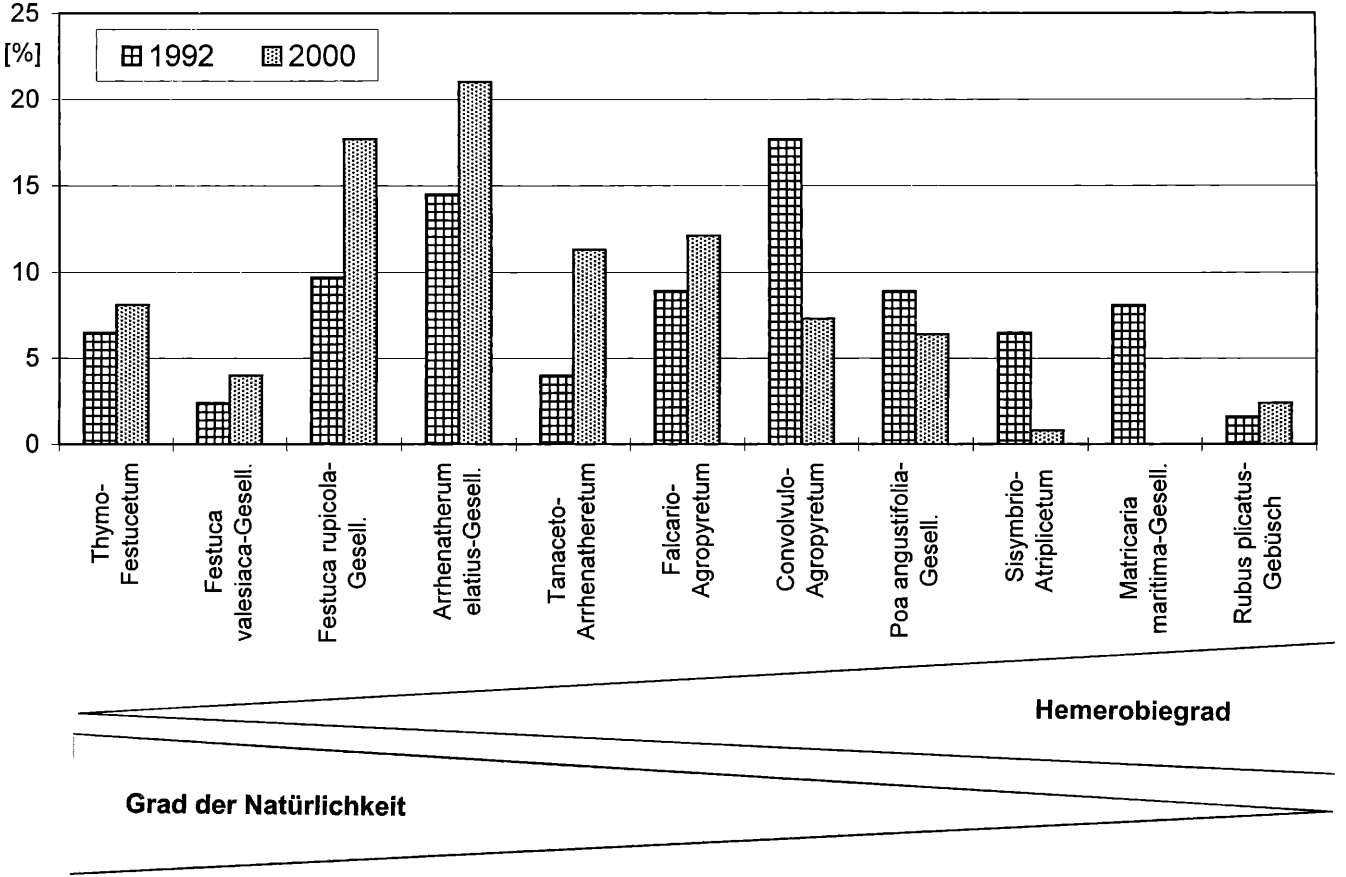

Abb. 6: Vergleich der prozentualen Anteile der 11 häufigsten Pflanzengesellschaften auf den kleinflächigen Porphyrkuppen (< 500 m²) in den beiden Untersuchungsjahren 1992 und 2000.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

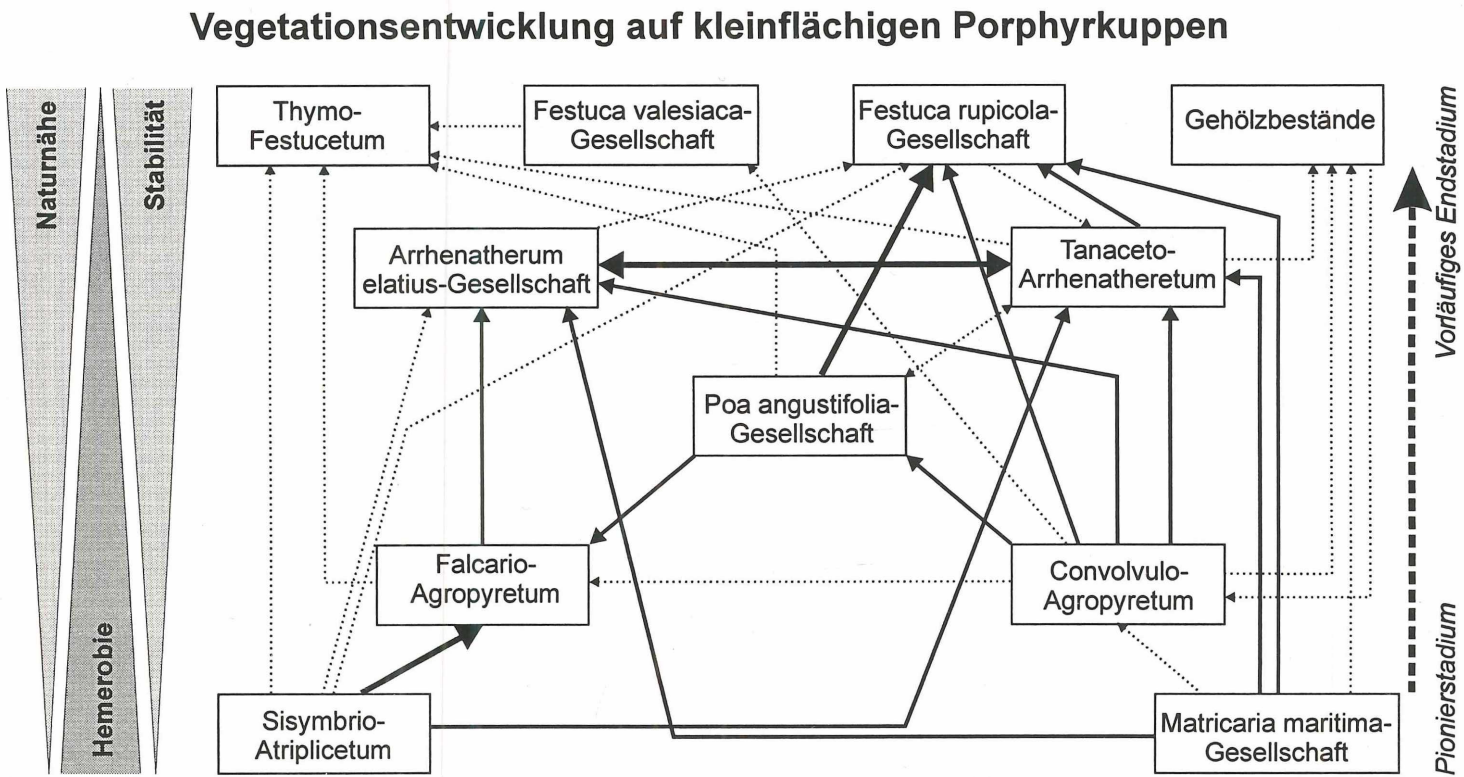

Abb. 7: Darstellung der Vegetationsentwicklung auf den kleinflächigen Porphyrkuppen (< 500 m²) in einem Zeitraum von 8 Jahren.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

die dynamischen Veränderungen in der Vegetation darzustellen, wobei durch unterschiedliche Strichstärken die Häufigkeit des Umbaus der Gesellschaften und somit die Dynamik verdeutlicht werden. Kritisch zu berücksichtigen ist jedoch, daß es sich hier nur um „Momentaufnahmen" zu zwei Untersuchungszeitpunkten handelt und die in der Zwischenzeit abgelaufenen Prozesse nicht erfaßt werden konnten.

Auffällig ist, daß die Entwicklungsrichtungen sehr vielfältig sind. Vor allem bei den kurzlebigen Ruderalgesellschaften *Sisymbrio-Atriplicetum oblongifoliae* und *Matricaria maritima*-Gesellschaft wird deutlich, daß sie in der Zwischenzeit in jeweils fünf verschiedene Vegetationseinheiten übergegangen sind. Der vielfältigste Umbau zu sechs anderen Gesellschaften wurde jedoch für das *Convolvulo-Agropyretum* registriert. Demgegenüber weisen das *Falcario-Agropyretum*, die *Poa angustifolia*-Gesellschaft und die *Arrhenatherum elatius*-Gesellschaft nur jeweils zwei und das *Tanaceto-Arrhenatheretum* drei verschiedene Entwicklungsrichtungen auf. Dabei gehen die *Arrhenatherum elatius*-Dominanzbestände und die stärker ruderalisierten Bestände des *Tanaceto-Arrhenatheretum* häufig ineinander über. Bei den Gehölzbeständen war nur eine Rückentwicklung zum *Convolvulo-Agropyretum* aufgetreten, was als Folge massiver Störung gedeutet werden muß. Die stärker xerotherm beeinflussten Vegetationseinheiten des *Thymo-Festucetum cinereae*, die *Festuca valesiaca*-Gesellschaft und die *Festuca rupicola*-Gesellschaft weisen im Zeitraum von acht Jahren keine dynamischen Veränderungen auf, die zu anderen Gesellschaften geführt hätten. Auffällig ist jedoch, daß die *Festuca rupicola*-Gesellschaft aus sechs verschiedenen Gesellschaften hervorgehen konnte.

4.2.2. Einfluß der Umlandbewirtschaftung

Die Bewirtschaftung des unmittelbaren Umlandes spielt eine wichtige Rolle für die Vegetationsausprägung auf den kleinflächigen Porphyrkuppen. Die im Gebiet angebauten Kulturen Mais, Weizen oder Raps unterscheiden sich deutlich im Aussaat- und Erntetermin sowie hinsichtlich Dünger- und Herbizidgaben (Tab. 5). So werden Raps und Weizen bereits im Herbst gesät, während Mais erst im Frühjahr (April/Mai) gedrillt wird. Den höchsten Bedarf an Dünger hat Raps (3 Gaben), bei Weizen und Mais sind es nur zwei Düngergaben. Zusätzlich wird jeweils einmal mit Herbzid behandelt (mdl. Mitteilung Cremer 2002).

Tab. 5: Allgemeine Angaben für die Behandlung der Kulturen Winterraps, Winterweizen und Mais hinsichtlich Aussaat- und Erntetermine sowie Herbizid- und Düngemittelgaben (mdl. Mittl. Dr. Jürgen Cremer, Frankfurt/M.)

	Winterraps	Winterweizen	Mais
Aussaat	10.8. - 15.09. des Vorjahres	20.9. - 15.11. des Vorjahres	25.4. - 15.05. des Vorjahres
Herbizidgaben	1 x September	1 x Herbst od. Frühjahr	1 x Mai
Düngemittelgaben	3 x September / Februar / März ca. 150 kg/ha N	2 x März / April ca. 120 kg/ha N	2 x April / Juni ca. 140 kg/ha N ca. 20 kg/ha P_2O_5
Ernte	Ende Juli	August	September / Oktober

Insgesamt liegen 19 Kuppen im intensiv genutzten Umland: 12 Kuppen im Raps-, 6 im Weizen- und nur eine im Maisfeld (Tab. 6). Einige Umlandbereiche unterliegen der Wiesennutzung (9 Kuppen), während andere Flächen brachliegen (11 Kuppen). 4 Kuppen befinden sich in einem Übergangsbereich zwischen Acker und Brachfläche.

Die Verteilung der Pflanzengesellschaften, die sich auf den in unterschiedlich genutztem Umland gelegenen Kuppen ausgebildet haben, weist eine Tendenz zur Anhäufung von Wiesen- und Halbtrocken- bzw. Trockenrasenbeständen mit abnehmender Störungsintensität auf. Die Bestände des Glatthafers treten gehäuft auf Kuppen im Umland von Wiesen auf. Ebenso kommen die *Festuca rupicola*- und die *Poa angustifolia*-Gesellschaft sowie das *Thymo-Festucetum cinereae* verstärkt in weniger gestörten Bereichen der Brachen und Wiesen vor.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 6: Verteilung der Pflanzengesellschaften auf den kleinflächigen Porphyrkuppen (< 500 m²) in Beziehung zur Umlandbewirtschaftung und dem damit verbundenen Ausmaß der Störungen

Jährliche Störungen	sehr häufig			häufig		einmal	keine	
Umlandbewirtschaftung	Mais	Weizen	Raps	Brache/ Weizen	Brache/ Raps	Grün-land	Brache	Gesamt-zahl
Anzahl der Kuppen	1	6	12	1	3	9	11	43
Arrhenatherum elatius-Gesellschaft	1	2	7	-	1	12	3	26
Festuca rupicola-Gesellschaft	-	4	-	4	1	8	5	22
Falcario-Agropyretum	-	5	-	-	4	3	3	15
Tanaceto-Arrhenatheretum elatioris	-	3	6	-	-	1	4	14
Thymo-Festucetum cinereae	-	-	2	-	1	4	3	10
Convolvulo-Agropyretum	1	1	5	-	1	-	1	9
Poa angustifolia-Gesellschaft	-	1	1	-	1	2	3	8
Festuca valesiaca-Gesellschaft	1	-	-	1	-	-	3	5
Rubus plicatus-Gebüsch	1	-	1	-	-	-	1	3
Hieracium pilosella-Gesellschaft	-	-	1	-	-	1	-	2
Centaurea stoebe-Gesellschaft	-	-	-	-	1	-	-	1
Rumex acetosella-Gesellschaft	-	-	-	-	1	-	-	1
Potentilla argentea-Gesellschaft	-	-	-	-	1	-	-	1
Koeleria macrantha-Gesellschaft	-	-	-	-	-	1	-	1
Apera spica-venti-Gesellschaft	-	1	-	-	-	-	-	1
Bromus sterilis-Gesellschaft	-	-	1	-	-	-	-	1
Galium verum-Gesellschaft	-	-	-	-	-	1	-	1
Rosa canina-Gebüsch	1	-	-	-	-	-	-	1
Crataegus-Rosa-Gebüsch	-	-	-	-	-	1	-	1
Sisymbrio-Atriplicetum oblongifoliae	-	-	-	-	-	-	1	1
Summe	**5**	**17**	**24**	**5**	**12**	**34**	**27**	**124**

Andere Störungen wie zum Beispiel durch Reh- oder Schwarzwild bzw. Nagetiere sind dabei schwer zu kalkulieren und konnten in beiden Untersuchungsjahren auch nicht in größerem Maße beobachtet werden (vgl. MILTON et al. 1997).

4.2.3. Vegetation der neu entstandenen Kuppen

Auf den 18 erst in den letzten Jahren herausgeformten Porphyrkuppen ist das floristische Inventar mit insgesamt 59 Arten recht vielfältig. Dabei handelt es sich nur bei etwa einem Drittel um Ruderalarten, während der überwiegende Teil zu den Vertretern der Xerothermrasen und Wiesen gehört. Vier Gehölze waren bereits in der Lage, sich auf diesen Standorten zu etablieren.

Die Vegetation der neu entstandenen Porphyrkuppen zeichnet sich durch eine recht lückige Struktur aus. Sie schwankt zwischen minimal 20 % und maximal 90 % Deckung, im Mittel liegt sie bei nur 50 % (Tab. 7). Die mittlere Artenzahl je Vegetationsaufnahme liegt bei 15,2. Auffällig ist, daß noch keine stabilen Gesellschaften auftreten, sondern es sich eher um Dominanzbestände verschiedener Arten handelt, die Tendenzen zu den obengenannten xerothermbeeinflußten Gesellschaften aufweisen. So besiedeln die zum Teil recht flächendeckenden, artenarmen Bestände von *Hieracium pilosella* vorwiegend flachgründige Standorte auf saurem Porphyr bzw. -grus. Ebenso artenarme und lückige Dominanzbestände werden von *Festuca valesiaca* gebildet, wobei hier die Standorte eine geringmächtige Bodenauflage aufweisen. In beiden Gesellschaften ist der Anteil an Ruderalarten mit 4 bzw. 6 Arten relativ gering.

Die Vegetationseinheiten, die durch die Dominanz von *Cerastium arvense* bzw. *Festuca rupicola* ins Auge fallen, sind deutlich artenreicher und enthalten einem hohen Anteil an Ruderalarten. Die Bodenverhältnisse sind durch eine stärkere Feinerdeauflage deutlich günstiger, was sowohl eine bessere Nährstoff- als auch Wasserversorgung bedeutet.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 7: Zusammensetzung der Vegetation auf den neu entstandenen Kuppen (Untersuchungsjahr 2000)

	Hieracium pilosella-Bestände				*Festuca valesiaca*-Bestände		*Festuca rupicola*-Bestände				*Cerastium arvense*-Bestände							
laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Kuppennummer	II E	II B	II D	II C	III K	III A	I A	III D	III E	III J	III B	III I	III H	III F	II A	III C	III G	IV A
Gesamtartenzahl	15	9	10	12	10	7	17	18	25	10	22	12	12	16	23	26	12	17
Deckung in %	90	50	50	80	45	20	60	40	60	45	60	30	50	50	70	30	30	50
Hieracium pilosella	4	3	3	3	.	.	2m	.	2a	.	.	.	.	.	.	+	.	2a
Festuca valesiaca	.	.	.	.	3	2m	.	.	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Festuca rupicola	.	.	.	2b	r	1	3	3	3	3	2b	1	1	1	.	+	+	.
Cerastium arvense	.	.	.	.	2m	.	.	2m	2a	2b	3	2b	3	2b	2b	2b	2b	3
***Sedo-Scleranthetea*-Arten**																		
Vulpia myuros	2m	.	.	.	.	.	.	.	2b	.	1	2m	2b	2b	2m	.	.	.
Trifolium campestre	.	+	.	1	.	r	.	.	+	.	.	.	r	.	1	.	.	.
Trifolium arvense	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Potentilla argentea	.	.	.	.	r	.	2m	r	.	.	+	.	.	2m	.	+	r	.
Arabidopsis thaliana	.	.	.	.	r	.	.	1	+	r	1	1	2a	2a	.	r	1	+
Artemisia campestris	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Herniaria glabra	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.
Sedum acre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Erodium cicutarium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
Veronica verna	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Myosotis stricta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
***Festuco-Brometea*-Arten**																		
Eryngium campestre	1	.	+	1	.	r	+	.	+	.	.	+	1	r	1	r	.	.
Euphorbia cyparissias	.	.	.	.	.	.	2b	+	.	.	.	.	r	.	1	.	.	1
Cirsium acaule	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Medicago falcata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Poa angustifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Asperula cynanchica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+
Koeleria macrantha	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a
***Molinio-Arrhenatheretea*-Arten**																		
Achillea millefolium	+	1	1	.	.	1	.	r	2m	.	+	r	.	+	1	1	.	.
Arrhenatherum elatius	1	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	+	.	.
Taraxacum officinale	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	+
Dactylis glomerata	.	.	.	.	r	.	2m	1	1	.	.	r	+	+	2m	+	+	.
Poa pratensis	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bromus hordeaceus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Weitere Magerrasenarten																		
Rumex acetosella	+	.	r	.	.	.	2m	1	r	.	+	.	.	.	2a	.	.	.
Centaurea stoebe	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.
Potentilla neumanniana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1
Ruderalarten																		
Cirsium arvense	1	.	.	.	.	.	.	+	+	r	+	r	.	.	.	r	.	.
Carduus acanthoides	1	.	r	2m	.	.	.	.	+	.	.	.	r	.	.	.	.	.
Medicago varia	2m	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Echium vulgare	+	.	.	+	.	.	+	.	+	.	r	.	.	.	+	r	.	.
Artemisia vulgaris	+	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	1	r	.	.
Capsella bursa-pastoris	.	+	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	+
Anthemis arvensis	.	r	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	r	r	.
Convolvulus arvensis	.	.	.	.	r	.	1	+	+	+	1	.	+	+	2m	+	r	.
Matricaria maritima	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	r	r	r	r	1	.	.	+
Scleranthus annuus	.	.	.	.	+	.	.	+	r	.	r	.	.	+	.	+	.	.
Sisymbrium loeselii	.	.	.	.	.	+	.	r	+	r	+	.	.	+	.	r	r	.
Senecio vernalis	.	.	.	.	.	.	r	+	.	.	+	.	.	+	.	r	r	r
Falcaria vulgaris	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	+	1	+	+	.
Viola arvensis	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tanacetum vulgare	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Matricaria discoidea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
Bromus sterilis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	+	.	.	1	.	.	.
Elytrigia repens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Poa compressa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Erophila verna	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Papaver rhoeas	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
Saumarten																		
Hypericum perforatum	.	+	.	.	1	+	2b	1	2a	.	2a	+	.	1	1	+	+	.
Agrimonia eupatoria	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.
Galium verum	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gehölzarten																		
Rubus caesius	+	.	+	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rosa canina	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Crataegus monogyna	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	r	.	.	.
Cerasus avium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

4.2.4. Diasporenbank

Es ergibt sich die Frage, inwieweit sich die aktuelle Vegetation der kleinflächigen Porphyrkuppen in der Zusammensetzung der Diasporenbank widerspiegelt (Tab. 8). Insgesamt liefen 34 verschiedene Arten in den Pflanzschalen auf, die zu gleichen Teilen zum einen typische Ruderal- bzw. Segetalarten, zum anderen Vertreter der Trocken-, Halbtrockenrasen und Wiesen sind. Die Anzahl der Individuen je Art weist dabei deutliche Schwankungen auf. Interessant ist, daß das Keimlingsaufkommen bei den ruderalen Vertretern mit durchschnittlich 8,2 Keimlingen pro Kuppe deutlich niedriger als bei den Rasen- und Wiesenarten ist, bei denen im Mittel 54,6 Individuen keimen. Bei den Ruderal- und Segetalarten sind es zwischen 0 und 8 Arten pro Kuppe (im Mittel 3,7), wobei deren Anzahl scheinbar mit zunehmendem Alter der Kuppen abnimmt. Bei den Vertretern der Trocken-, Halbtrockenrasen und Wiesen schwankt die Anzahl zwischen 4 und 10 Arten (im Mittel 6,6) je Kuppe. *Atriplex oblongifolia* ist die Ruderalart mit dem höchsten Keimlingsaufkommen (32), die vor allem auf den neu entstandenen bzw. sehr jungen und jungen Kuppen schwerpunktmäßig zu finden ist. Demgegenüber konnten von *Capsella bursa-pastoris, Veronica arvensis, Epilobium lamyi* und *Matricaria maritima* nur noch etwa halb so viele Individuen (11–16) gezählt werden, während die Anzahl der übrigen Ruderalarten meist weniger als 5 ist. Die Art, die nahezu auf allen Kuppen vorkommt und sich durch die höchsten Individiuenzahlen (285) auszeichnet, ist *Arabidopsis thaliana*, die als typische Frühlingsephemere auf den Porphyrkuppen siedelt, durchaus aber auch im bewirtschafteten Umland auftreten kann. Ihre Individuenzahl übersteigt die aller aufkeimenden Ruderal- und Segetalarten um das Zweieinhalbfache. Auch *Cerastium arvense, Festuca rupicola, Hypericum perforatum, Potentilla argentea, P. incana, Poa angustifolia* und *Rumex acetosella* weisen vergleichsweise hohe Individuenzahlen auf. Somit wird die Zusammensetzung der Diasporenbank auf den kleinflächigen Kuppen schon maßgeblich von den Vertretern der xerothermen Trocken- und Halbtrockenrasen bestimmt.

5. Diskussion

Die stark fragmentierte Porphyrkuppenlandschaft nordwestlich von Halle diente 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, 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 dieser Form des Landnutzungswandels sind noch wenig bekannt; es zeichnet sich jedoch ab, daß durch den fehlenden Biomasseentzug Sukzessions-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 8: Keimlingsaufkommen aus den Bodenproben von Porphyrkuppen mit unterschiedlichen Flächengrößen (< 500 m²) und Entstehungszeiten (Untersuchungsjahr 2000)

Alterskategorien	Neue Kuppen			Sehr Junge Kuppen		Junge Kuppen				Alte Kuppen			Sehr alte Kuppen			
Kuppen-Nr.	II A	III D	IV A	III 3	IV 28	III 8	IV 12	IV 11	I 29	IV 13	III 12	III 27	I 31	IV 26	II 16	Indivi-
Flächengröße in m²	28	32	38	113	162	128	156	230	305	144	464	467	239	258	365	duen-
Umlandbewirtschaftung	Wiese	Brache	Brache	Brache	Weizen	Raps	Raps	Raps	Wiese	Raps	Brache	Br/Ra	Wiese	Brache	Raps	zahl
Ruderal- und Segetalarten																
Atriplex oblongifolia	4	6	2	5	4	3	3	3	.	1	.	1	.	.	.	32
Capsella bursa-pastoris	3	.	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	16
Veronica arvensis	2	.	1	1	1	1	.	1	4	.	1	.	.	.	1	13
Epilobium lamyi	1	.	.	.	.	1	.	.	.	2	3	.	1	.	4	12
Matricaria maritima	2	1	.	.	.	3	2	.	.	3	.	.	.	.	.	11
Fumaria officinalis	1	1	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Polygonum lapathifolium	1	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	3
Picris hieracioides	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Veronica verna	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	5
Malva neglecta	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Arenaria serphyllifolia	.	.	.	.	4	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	5
Soncus oleraceus	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	3
Elytrigia repens	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Carduus acanthoides	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	2
Galium aparine	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1
Bromus sterilis	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	2
Epilobium adnatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	2
Summe der Keimlinge	16	11	3	15	10	14	5	8	4	7	6	1	12	0	6	118
Mittlere Keimlingszahl		10		12,5			7,8				4,7			6		8,2
Anzahl der Arten	8	6	2	4	4	7	2	6	1	4	3	1	5	0	3	17
Mittlere Artenzahl		5,3		4			4				2,7			2,7		3,7
Trocken-, Halbtrockenrasen- und Wiesenarten																
Arabidopsis thaliana	38	2	17	15	10	22	5	10	57	23	1	35	48	.	2	285
Festuca rupicola	7	9	2	.	.	.	2	3	.	2	1	.	6	.	3	35
Cerastium arvense	1	2	3	15	11	2	7	1	1	.	3	.	.	2	1	49
Hypericum perforatum	17	.	.	2	.	8	15	22	11	37	9	.	2	4	.	127
Potentilla incana	1	.	.	76	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	77
Filago minima	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Achillea millefolium	.	5	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	1	.	.	9
Dactylis glomerata	.	4	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	5
Hieracium pilosella	.	1	.	.	1	2	.	.	.	.	2	1	.	.	.	7
Veronica verna	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	5
Spergula morisonii	.	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Trifolium campestre	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	2
Poa angustifolia	.	.	.	1	3	2	1	2	1	1	4	1	2	.	5	23
Potentilla argentea	.	.	.	.	43	3	6	14	39	.	2	1	8	.	.	116
Koeleria macrantha	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	2	.	.	2	1	8
Rumex acetosella	.	.	.	.	.	8	.	10	.	7	.	.	3	1	12	41
Euphorbia cyparissias	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Summe der Keimlinge	65	24	24	111	68	48	36	66	111	71	24	39	74	9	24	794
Mittlere Keimlingszahl		37,7		89,5			65,3				44,7			35,7		54,6
Anzahl der Arten	6	7	4	9	5	8	6	10	7	6	8	5	8	4	6	17
Mittlere Artenzahl		5,7		7			7,8				6,3			6		6,6

prozesse initiiert werden, die vor allem konkurrenzschwächere und damit häufig seltene Arten sowie nährstofflimitierte Pflanzengesellschaften betreffen (vgl. PARTZSCH 2000).

Der direkte Vegetationsvergleich ergab, daß die Individuendichte der meisten Arten Schwankungen unterlag. 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 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 %

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

zwischen beiden Untersuchungsjahren aufweist. Dieser Artenwandel führte teilweise zu einem Umbau der Pflanzengesellschaften. Interessant ist dabei, daß die acidophytischen Pionierrasen und die zu den basiphytischen Trocken- und Halbtrockenrasen zählenden Gesellschaften (*Festuca valesciaca*-Gesellschaft, *Festuca rupicola*-Gesellschaft) als relativ stabile Vegetationseinheiten erscheinen, da in der Zwischenzeit kein oder nur ein geringer Umbau erfolgte. Demgegenüber unterliegen die Gesellschaften mit steigendem Ruderalisierungs- bzw. Hemerobiegrad einer stärkeren Dynamik.

Die Möglichkeiten des Umbaus in andere Pflanzengesellschaften wurden in einem Sukzessionsschema verdeutlicht (Abb. 7), was allerdings nur die Veränderungen zwischen den beiden Untersuchungsjahren darstellt und somit keine Zwischenstufen der Vegetationsentwicklung erfaßt. Die beiden ruderalen Pioniergesellschaften *Sisymbrio-Atriplicetum oblongifoliae* und *Matricaria maritima*-Gesellschaften 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*-Dominanzbestände 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 1983, POTT 1995). Das größte Entwicklungspotential weist dabei das *Convolvulo-Agropyretum* auf, das sich in verschiedenste Vegetationseinheiten umgebildet hat. Bereits WESTHUS (1980) weist darauf hin, daß diese Gesellschaft durch Beweidung über einen Zeitraum von ca. 15 Jahren in artenreiche Halbtrockenrasen des *Festuco-Brachypodietum* umgebaut werden kann. Auf den kleinflächigen Porphyrkuppen ist dies allerdings nicht zu erwarten, da der Artenreichtum dieser Pflanzengesellschaften erst mit steigender Flächengröße und zunehmendem Alter der Kuppen steigt (PARTZSCH & MAHN 1997, PARTZSCH 2001).

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 flachgründigen Stellen mit anstehendem Porphyr bzw. Porphyrgrus – den hinsichtlich des Wasserhaushalts extremsten Standorten – stellt sich das *Thymo-Festucetum cinereae* als vorläufige Endgesellschaft ein. Nach den Ergebnissen von FROMM et al. (2002) ist die Geschwindigkeit der Sukzession in Trockenrasen-Gesellschaften vor allem von den Substratbedingungen abhängig. Nach unseren Untersuchungen kommt hinzu, daß mit abnehmendem Störungs- bzw. Hemerobiegrad die Naturnähe der Gesellschaften sowie deren Stabilität zunimmt.

Bei den erst in den letzten 8 Jahren zutage getretenen 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). Dies spiegelt sich auch in der Zusammensetzung der Diasporenbank auf den kleinflächigen Porphyrkuppen wider, in der die typischen Trocken- und Halbtrockenrasenarten gegenüber den Ruderal- und Segetalarten eine stark erhöhte Reproduktionsrate aufweisen. Bei der Bewertung der Ergebnisse muß jedoch berücksichtigt werden, daß der Zeitpunkt der Probenahme einen großen Einfluß auf das Keimverhalten der Arten hat. So sind Arten mit dormanten oder kurzlebigen Diasporen in den Erhebungen unterrepräsentiert oder gar nicht enthalten; zudem wirkt sich die artspezifische Reproduktionsrate, die durch Anzahl, Vitalität und Überlebensdauer der Diasporen bedingt ist, wesentlich auf das Keimlingsaufkommen aus (BONN & POSCHLOD 1998, POSCHLOD & JACKEL 1993, POSCHLOD et al. 1996).

Die Bedeutung von Diasporenbanken für Sukzessions- und Regenerationsprozesse wird unterschiedlich beurteilt: während ihr POSCHLOD & JACKEL (1993) große Bedeutung beimessen, sprechen PROCK et al. (1998) von einer eher geringen Rolle gegenüber anderen Diasporenquellen wie z.B. Sameneintrag aus der Umgebung, Weidevieh und klonales Wachstum der Arten. So lassen sich zum Beispiel nach ERSCHBAMER & SCHERER (1999) aufgelassene Almen nicht allein über die Diasporenbank renaturieren. Bereits

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

EGLER (1954) mißt den zufälligen Prozessen bei Vegetationsentwicklung im landwirtschaftlich geprägten Umland eine große Bedeutung bei. Ebenso weist JENTSCH (2001) nach, daß das Regenerationspotential von Sandtrockenrasen aus der Samenbank sehr limitiert ist und die Übereinstimmung zwischen Vegetationszusammensetzung und Diasporenvorrat im Boden um so geringer ist, je seltener bzw. länger eine Fläche ungestört war.

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 freien 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). Bei Untersuchungen zur Primärsukzession in der Bergbaufolgelandschaft stellte FELINKS (2000) zwar fest, daß die meisten Diasporen aus einer Entfernung von weniger als 10 m stammen. Das Auftreten von sehr seltenen, z.T. bereits verschollenen Arten in solchen konkurrenzarmen Gebieten ist jedoch nur mit Fernausbreitung zu erklären (MANN 2001). 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). Aufgrund der starken Fragmentierung bestehen zwischen den Kuppen der Porphyrlandschaft 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).

Ausmaß und Häufigkeit der Störungen sind wesentliche Einflußgrößen, die über Dynamik oder Stabilität eines Pflanzenbestandes entscheiden (LASKA 2001). Neben der Schaffung von Freiflächen 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 durch einen höheren Anteil an Ruderalarten anzeigt. 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, einjährigen, hochwüchsigen Arten (z.B. *Carduus acanthoides, Cirsium vulgare, Matricaria maritima, Senecio vernalis*), während das Graben von Wildschweinen durch das Freilegen des mineralischen Untergrundes selbstausbreitende, kleine Therophyten und Ackerunkräuter (z.B. *Polygonum aviculare, Anagallis arvensis, Chenopodium album, Fallopia convolvulus, 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).

In vorausgehenden Studien (PARTZSCH & MAHN 1997, 1998) wurde die Gültigkeit der Inseltheorie von MAC ARTHUR & WILSON (1967) anhand aller untersuchten Porphyrkuppen (104) auf ihre Übertragbarkeit für Habitatinseln im terrestrischen Umfeld geprüft und die positive Korrelation zwischen zunehmender Flächengröße und Artenzahl bestätigt. Diese begründete sich mit einem flächenabhängigen Anstieg der standörtlichen Heterogenität, was durch die Flächen-Habitatdiversität-Hypothese von SUGIHARA (1980) gestützt wird.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Für die von uns hier untersuchten kleinen Kuppen (unter 500 m²) konnten diese Zusammenhänge nicht bestätigt werden. Zum einen sind die Flächen in der Regel sicher zu klein, um eine entsprechende Nischen- bzw. Habitatdifferenzierung aufzuweisen, 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. Der Einfluß des Umlandes reduziert sich von der Acker- über die Grünlandnutzung bis zur Brache deutlich, da sich das Ausmaß an Störungen durch Wegfallen von Bodenbearbeitung bzw. Gabe von Herbiziden und Düngemittel deutlich verringert. Brachgelegte Flächen bleiben zuweilen bis zu 10 Jahren unbewirtschaftet; andere Formen der Umlandnutzung können jedoch sogar einem jährlichen Wechsel unterworfen sein.

Obwohl bereits eine Reihe von seltenen und gefährdeten Arten auf den kleinflächigen Porphyrkuppen auftreten, ist deren Anzahl im Vergleich zu den größeren Kuppen (insgesamt 33 Arten) niedrig (PARTZSCH & MAHN 1998). Ebenso weisen diese Arten auf den größeren und älteren Kuppen deutlich höhere Populationsdichten auf, die somit aufgrund höherer 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 dieser xerothermen Vegetationskomplexe erst ab Flächengrößen der Kuppen von über 1.500 m² auftreten und eine Reihe von Arten erst auf Standorten mit langen Entwicklungszeiten siedeln. Trotzdem kommt den kleinflächigen Kuppen in der fragmentierten Agrarlandschaft eine Funktion als Trittsteinbiotop zu.

Danksagung

Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes sowie die freundlichen Hinweise und Anregungen bedanken wir uns herzlich bei Herrn Prof. Dr. E.-G. Mahn und Herrn Dr. A. Krumbiegel.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 2: Stetigkeitsliste der Gefäßpflanzenarten, die in den Jahren 1992 und 2000 auf den kleinflächigen Porphyrkuppen (< 500 m²) nachgewiesen werden konnten.

Die Angaben beziehen sich auf die Bestandssituation (BS: s = selten, v = verbreitet, h = häufig, g = gemein), die Bestandesentwicklung (BE: 1 = rückgängig, 2 = zunehmend), den Gesetzlichen Schutz bzw. den Status der Roten Liste von Sachsen-Anhalt (GS: § = nach Bundesartenschutzverordnung geschützt; RL2 = stark gefährdet, RL3 = gefährdet) und Status der Einbürgerung (ES: A = Archaeophyt, N = Neophyt, I = Indigene Art).

	Stetigkeit in %			Angaben zu			
	1992	2000	neu 2000	BS	BE	GS	ES
Gesamtartenzahl	195	161	59				
Anzahl der Kuppen	44	44	18				
Nardo-Callunetea-Arten							
Calluna vulgaris	2,3	2,3	-	h	-	-	I
Rumex acetosella	41	45,5	38,9	g	-	-	I
Sedo-Scleranthetea-Arten							
Achillea pannonica	4,5	n.b.	-	v	-	-	I
Agrostis vinealis	6,8	11,4	-	v	-	-	I
Arabidopsis thaliana	40,9	70,4	61,1	g	-	-	A
Armeria elongata	6,8	4,5	-	h	-	§	I
Artemisia campestris	6,8	9,1	11,1	h	1	-	I
Cerastium arvense	18,2	20,4	66,7	g	-	-	I
Cerastium pumilum	6,8	4,5	-	h	-	-	I
Cerastium semidecandrum	2,3	2,3	-	h	-	-	I
Erodium cicutarium	20,4	11,4	5,6	g	2	-	A
Helichrysum arenarium	4,5	2,3	-	h	2	§	I
Herniaria glabra	2,3	-	5,6	v	-	-	I
Holosteum umbellatum	2,3	-	-	h	-	-	I
Jasione montana	9,1	11,4	-	h	1	-	I
Myosotis discolor	4,5	-	-	v	1	RL3	I
Myosotis stricta	6,8	6,8	5,6	h	-	-	A
Potentilla argentea	40,9	56,8	38,9	g	-	-	I
Scleranthus perennis	2,3	-	-	v	1	-	I
Sedum acre	-	4,5	5,6	g	-	-	I
Sedum album	2,3	2,3	-	s	1	-	N
Sedum reflexum	-	2,3	-	v	-	-	I
Sedum sexangulare	2,3	-	-	v	-	-	I
Spergula morisonii	4,5	2,3	-	v	-	-	I
Taraxacum laevigatum	2,3	-	-	v	-	-	I
Thymus serpyllum	6,8	6,8	-	v	-	-	I
Trifolium arvense	6,8	2,3	11,1	g	-	-	I
Trifolium campestre	6,8	6,8	33,3	h	-	-	I
Veronica arvensis	20,4	9,1	-	g	-	-	A
Veronica verna	-	6,8	5,6	v	1	RL3	I
Vulpia myuros	9,1	4,5	38,9	s	-	-	I
Festuca-Brometea-Arten							
Achillea setacea	15,9	n.b.	-	v	-	RL3	I
Allium oleraceum	11,4	13,6	-	v	-	-	I
Anthericum liliago	6,8	4,5	-	s	1	§	I
Asparagus officinalis	4,5	4,5	-	h	-	-	A
Asperula cynanchica	9,1	9,1	11,1	v	-	-	I
Avenula pratensis	2,3	2,3	-	v	-	-	I
Brachypodium pinnatum	-	4,5	-	v	-	-	I
Carex humilis	2,3	-	-	s	1	-	I
Centaurea scabiosa	2,3	-	-	v	-	-	I
Cirsium acaule	-	6,8	-	v	1	-	I
Dianthus carthusianorum	38,6	31,8	-	h	-	§	I
Eryngium campestre	27,3	40,9	61,1	h	-	§	I
Erysimum marschallianum	2,3	-	-	s	-	-	I
Euphorbia cyparissias	70,4	81,8	27,8	g	-	-	I
Festuca cinerea	20,4	15,9	-	s	-	-	I
Festuca rupicola	29,5	50	72,2	v	-	-	I
Festuca valesiaca	13,6	13,6	16,7	v	-	-	I
Filipendula vulgaris	11,4	2,3	-	v	-	-	I
Galium glaucum	9,1	2,3	-	s	-	-	I
Koeleria macrantha	22,7	22,7	5,6	v	-	-	I
Koeleria pyramidata	2,3	-	-	v	-	-	I
Medicago falcata	-	-	5,6	h	-	-	I
Pimpinella saxifraga	9,1	13,6	-	h	-	-	I
Poa angustifolia	75	77,3	5,6	v	-	-	I

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Potentilla arenaria	6,8	4,5	11,1	s	-	-	I
Pseudolysimachium spicatum	2,3	-	-	s	1	§ RL3	I
Pulsatilla vulgaris	2,3	4,5	-	s	1	§ RL2	I
Salvia pratensis	2,3	6,8	-	v	-	-	I
Sanguisorba minor	2,3	-	-	v	-	-	I
Scabiosa ochroleuca	6,8	4,5	-	v	-	-	I
Silene otites	4,5	-	-	v	1	RL3	I
Stachys recta	4,5	2,3	-	s	-	-	I
Trifolium montanum	2,3	-	-	s	1	-	I
Molinio-Arrhenatheretea-Arten							
Achillea millefolium	63,9	75	66,7	g	-	-	I
Arrhenatherum elatius	43,2	56,8	22,2	g	2	-	A
Bromus hordeaceus	13,6	11,4	11,1	g	-	-	I
Cerastium holosteoides	-	9,1	-	g	-	-	I
Dactylis glomerata	61,4	68,2	77,8	g	-	-	I
Euphorbia esula	11,4	9,1	-	h	-	-	I
Galium mollugo	36,4	40,9	-	g	-	-	I
Genista tinctoria	4,5	9,1	-	v	-	-	I
Knautia arvensis	11,4	9,1	-	g	-	-	I
Medicago x varia	11,4	-	5,6	h	2	-	N
Plantago lanceolata	6,8	2,3	-	g	-	-	I
Poa pratensis	11,4	15,9	5,6	g	-	-	I
Saxifraga granulata	9,1	4,5	-	h	-	§	I
Senecio jacobaea	2,3	2,3	-	h	-	-	I
Taraxacum officinale	15,9	11,4	16,7	g	-	-	I
Viola tricolor	-	6,8	-	v	-	-	I
Weitverbreitete Magerrasenarten							
Agrostis capillaris	15,9	15,9	-	h	-	-	I
Campanula rotundifolia	13,6	13,6	-	h	-	-	I
Centaurea jacea	4,5	4,5	-	h	-	-	I
Centaurea stoebe	36,4	43,2	27,8	v	-	-	I
Daucus carota	2,3	4,5	-	g	-	-	I
Erophila verna	9,1	1,4	5,6	g	-	-	I
Festuca ovina	6,8	4,5	-	h	-	-	I
Geranium molle	2,3	-	-	h	2	-	A
Hieracium pilosella	38,6	34,1	44,4	g	-	-	I
Leontodon hispidus	4,5	-	-	v	1	-	I
Lotus corniculatus	2,3	-	-	g	-	-	I
Potentilla neumanniana	4,5	-	-	v	-	-	I
Sedum telephium	2,3	2,3	-	s	-	RL3	I
Silene vulgaris	6,8	13,6	-	h	-	RL3	I
Saumarten							
Agrimonia eupatoria	-	2,3	16,7	g	-	-	I
Allium scorodoprasum	-	2,3	-	v	2	-	I
Anthoxanthum odoratum	2,3	2,3	-	h	1	-	I
Campanula rapunculoides	13,6	2,3	-	v	-	-	I
Coronilla varia	29,5	22,7	-	v	-	-	I
Fragaria viridis	2,3	2,3	-	v	-	-	I
Galium verum	20,4	18,2	11,1	g	-	-	I
Glecoma hederacea	-	2,3	-	g	-	-	I
Hieracium sabaudum	2,3	4,5	-	h	-	-	I
Hieracium umbellatum	9,1	-	-	h	-	-	I
Hypericum perforatum	50	77,3	66,7	g	-	-	I
Peucedanum oreoselinum	4,5	4,5	-	v	1	RL3	I
Scabiosa canescens	-	6,8	-	s	1	RL3	I
Senecio viscosus	6,8	4,5	-	h	-	-	I
Thalictrum minus	2,3	6,7	-	v	1	-	I
Torilis japonica	2,3	2,3	-	g	-	-	I
Ruderal- und Segetalarten							
Aethusa cynapium	2,3	-	-	h	-	-	I
Allium vineale	6,8	-	-	v	-	-	I
Amaranthus retroflexus	6,8	2,3	-	g	2	-	N
Anagallis arvensis	9,1	-	-	g	-	-	A

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Anthemis arvensis	4,5	-	27,8	v	1	-	A
Anthemis tinctoria	18,2	15,9	-	v	1	-	I
Anthriscus caucalis	22,7	18,2	-	v	2	-	A
Apera spica-venti	36,4	15,9	-	g	2	-	A
Arctium lappa	-	2,3	-	h	-	-	A
Arctium minus	-	2,3	-	h	-	-	I
Arenaria serpyllifolia	11,4	2,3	5,6	g	-	-	I
Artemisia absinthium	4,5	4,5	-	h	-	-	A
Artemisia vulgaris	20,4	25	16,7	g	-	-	I
Atriplex nitens	4,5	-	-	g	2	-	A
Atriplex oblongifolia	56,8	36,4	-	v	2	-	I
Atriplex patula	4,5	-	-	s	2	-	I
Avena fatua	4,5	2,3	-	h	2	-	A
Ballota nigra	11,4	18,2	-	g	-	-	A
Brassica napus	-	15,9	-	v	-	-	I
Bromus sterilis	22,7	34,1	16,7	h	2	-	A
Bromus tectorum	6,8	2,3	-	h	2	-	A
Buglossoides arvensis	20,5	4,5	-	h	-	-	A
Camelina microcarpa	13,6	2,3	-	v	1	-	I
Capsella bursa-pastoris	15,9	20,4	11,1	g	2	-	A
Cardaria draba	11,4	6,8	-	v	2	-	I
Carduus acanthoides	34,1	25	11,1	h	2	-	A
Carduus crispus	2,3	-	-	h	2	-	I
Carduus nutans	-	2,3	-	h	-	-	I
Centaurea cyanus	11,4	9,1	-	h	-	-	A
Chenopodium album	59,1	50	-	g	2	-	I
Chenopodium hybridum	4,5	-	-	h	-	-	I
Cirsium arvense	25	22,7	33,3	g	2	-	I
Cirsium vulgare	13,6	15,9	-	g	-	-	I
Consolida regalis	27,3	9,1	-	v	1	-	A
Convolvulus arvensis	70,4	65,9	61,1	g	-	-	I
Conyza canadensis	15,9	-	-	g	2	-	N
Cynoglossum officinale	11,4	2,3	-	v	-	-	A
Descurainia sophia	22,7	-	-	g	2	-	A
Diplotaxis tenuifolia	-	2,3	-	v	2	-	I
Echium vulgare	56,8	61,4	27,8	g	-	-	I
Elytrigia repens	88,6	72,7	5,6	g	-	-	I
Epilobium lamyi	2,3	-	-	v	-	-	I
Euphorbia helioscopia	2,3	-	-	g	-	-	A
Falcaria vulgaris	61,4	75	50	h	-	-	I
Fallopia convolvulus	52,3	13,6	-	g	-	-	A
Fumaria officinalis	11,4	4,5	-	g	-	-	A
Galeopsis angustifolia	6,8	-	-	s	1	RL3	I
Galium aparine	13,6	18,2	-	g	2	-	I
Geranium pusillum	2,3	.	-	g	-	-	I
Lactuca serriola	68,2	25	-	g	2	-	A
Lamium album	2,3	2,3	-	g	-	-	A
Lamium amplexicaule	11,4	9,1	-	g	-	-	A
Lamium maculatum	-	4,5	-	h	-	-	I
Lamium purpureum	2,3	-	-	g	-	-	I
Linaria vulgaris	34,1	50	-	g	-	-	I
Malva sylvestris	4,5	-	-	h	-	-	A
Chamomilla suaveolens	-	-	5,6	g	-	-	N
Matricaria maritima	81,8	77,3	61,1	g	-	-	A
Onopordum acanthium	2,3	-	-	h	2	-	A
Papaver argemone	6,8	-	-	h	-	-	A
Papaver dubium	2,3	-	-	h	-	-	A
Papaver rhoeas	18,2	20,4	5,6	h	-	-	A
Picris hieracioides	6,8	4,5	-	v	2	-	I
Plantago major	2,3	-	-	g	-	-	A
Poa compressa	11,4	6,8	5,6	h	-	-	I
Polygonum aviculare	34,1	2,3	-	g	-	-	I
Potentilla reptans	2,3	6,8	-	g	-	-	I

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Reseda lutea	9,1	9,1	-	v	-	-	A
Rumex crispus	6,8	2,3	-	g	-	-	I
Rumex obtusifolius	2,3	-	-	g	2	-	I
Scleranthus annuus	9,1	2,3	33,3	g	-	-	A
Secale cereale	2,3	-	-	v	-	-	I
Senecio vernalis	15,9	47,7	44,4	h	2	-	N
Setaria viridis	4,5	-	5,6	h	2	-	A
Silene noctiflora	2,3	-	-	v	-	-	A
Silene pratensis	11,4	4,5	-	g	-	-	I
Sisymbrium altissimum	13,6	6,8	-	h	2	-	N
Sisymbrium loeselii	27,3	59,1	11,4	v	2	-	N
Sisymbrium officinale	2,3	4,5	-	g	-	-	A
Solanum nigrum	2,3	-	-	h	-	-	A
Sonchus oleraceus	2,3	-	-	g	-	-	A
Stellaria media	6,8	6,8	-	g	-	-	I
Tanacetum vulgare	6,8	4,5	5,6	g	-	-	I
Thlaspi arvense	9,1	2,3	-	g	-	-	A
Urtica dioica	2,3	2,3	-	g	2	-	I
Valerianella locusta	22,7	2,3	-	v	-	-	A
Veronica hederifolia	15,9	2,3	-	g	-	-	I
Veronica triphyllos	2,3	-	-	h	-	-	A
Vicia hirsuta	2,3	-	-	h	-	-	I
Vicia tetrasperma	2,3	-	-	h	-	-	I
Vicia villosa	4,5	2,3	-	h	2	-	N
Viola arvensis	34,1	18,2	5,6	g	-	-	I
Gehölzarten							
Berberis vulgaris	2,3	2,3	-	v	-	-	I
Cerasus mahaleb	4,6	4,6	-	v	2	-	N
Cerasus vulgaris	2,3	2,3	-	v	-	-	N
Crataegus monogyna	4,5	11,4	11,1	h	-	-	I
Ligustrum vulgare	2,3	2,3	-	v	-	-	I
Prunus domestica	2,3	4,6	-	v	-	-	N
Prunus spinosa	2,3	2,3	-	g	-	-	I
Rosa canina	11,4	45,5	27,8	g	-	-	I
Rubus caesius	6,8	22,7	5,6	g	-	-	I
Rubus plicatus agg.	4,5	4,5	-	g	-	-	I
Sambucus nigra	2,3	15,9	-	g	2	-	I
Sarothamnus scoparius	-	2,3	-	g	-	-	I

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Literatur

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: 336 S.

BLISS, P., PARTZSCH, M. (1997): Vegetation data analysis and ecological effect evaluation. – Proc. Internat. Conf. 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: 404 S.

BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. – Springer, Wien, New York: 865 S.

DANNEMANN, A. (2000): Der Einfluß von Fragmentierung und Populationsgröße auf die genetische Variation und Fitness von seltenen Pflanzenarten am Beispiel von *Biscutella laevigata* (Brassicaceae). – Diss. Bot. Bd 330. J. Cramer, Berlin, Stuttgart: 151 S.

DEIL, U., LODI, F. (2000): Vegetation and climate – an introduction. – Phytocoenologia 30: 275–277. Berlin, Stuttgart.

DIEKMANN, M., FALKENGREN-GRERUP, U. (2002): Prediction of species response to atmospheric nitrogen deposition by means of ecological measures and life history traits. – J. Ecol. 90: 108–120. Oxford.

DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. – Ulmer, Stuttgart: 683 S.

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

ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., PAULISSEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Aufl. – Scripta Geobot. 9: 1–258. Göttingen.

ERSCHBAMER, B., SCHERER, H. (1999): Diasporenbank-Untersuchungen an Standorten der Innsbrucker Küchenschelle (*Pulsatilla oenipontana* D.T. & Sarnth.). – Verh. Gesell. Ökol. 29: 417–423. Heidelberg, Berlin.

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

FELINKS, B. (2000): Primärsukzession von Phytozönosen in der Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft. – Diss. Technische Univ. Cottbus: 195 S.

FRANK, D., NEUMANN, V. (Hrsg.) (1999): Bestandssituation der Pflanzen und Tiere Sachsen-Anhalts. – Ulmer, Stuttgart: 469 S.

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

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

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

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: 572 S.

JENTSCH, A. (2001): The significance of disturbance for vegetation dynamics. A case study in dry acidic grasslands. – Diss. Univ. Bielefeld: 199 S. + Anhang.

–, BEYSCHLAG, W., NEZADAL, W., STEINLEIN, T., WELSS, W. (2002): Bodenstörung – treibende Kraft für die Vegetationsdynamik in Sandlebensräumen. – Natursch. u. Landschaftsplanung 34(2/3): 37–44. Stuttgart.

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 Naturpark Unteres Saaletal 5: 29–41. Halle/S.

KRATOCHWIL, A., SCHWABE, A. (2001): Ökologie der Lebensgemeinschaften. Biozönologie. – Ulmer-Verlag, Stuttgart: 756 S.

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

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

KRUMBIEGEL, G., SCHWAB, M. (1974 a): Saalestadt Halle und Umgebung. Ein geologischer Führer. Teil 1. Geologische Grundlagen. – Halle/S.: 100 S.
–, – (1974 b): Saalestadt Halle und Umgebung. Ein geologischer Führer. Teil 2. Geologische Spazier- und Wanderwege in und um Halle. – Halle/S.: 72 S.
LAATSCH, W. (1934): Die Bodentypen um Halle (Saale) und ihre postdiluviale Entwicklung. – Jb. Hall. Verb. Erforsch. Mitteldtsch. Bodenschätze N.F. 13: 57–112. Halle/S.
LASKA, G. (2001): The disturbance and vegetation dynamics: a review and an alternative framework. – Plant Ecology 157: 77–99. Dordrecht.
MAC ARTHUR, R.H., WILSON, E.O. (1967): The theory of island biogeography. – MonoPrinceton University Press, Princeton, New Jersey: 203 S.
MAHN, E.-G. (1957): Über die Vegetations- und Standortverhältnisse einiger Porphyrkuppen bei Halle. – Wiss. Z. Univ. Halle, Mat.-Nat. 6/1: 177–208. Halle/S.
– (1965): Vegetationsaufbau und Standortverhältnisse der kontinental beeinflußten Xerothermrasengesellschaften Mitteldeutschlands. – Abh. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, math.-naturwiss. Kl. 49(1): 1–138. Berlin.
–, 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 Publisher, GeoJounal Library 35: 169–172. Dordrecht, Boston, London.
MANN, S. (2001): Seltene Pflanzenarten in den Braunkohletagebaurestlöchern des Geiseltals – *Thymelaea passerina* und *Erucastrum nasturtiifolium*. – Mitt. Florist. Kart. Sachsen-Anh. 6: 25–30. Halle/S.
MEUSEL, H. (1940): Die Grasheiden Mitteleuropas. Versuch einer vergleichend-pflanzengeographischen Gliederung. – Bot. Archiv 41: 337–519. Berlin.
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. – J. Veg. Sci. 8: 45–54. Uppsala
MROTZEK, R., HALDER, M., SCHMIDT, W. (1999): Die Bedeutung von Wildschweinen für die Diasporenausbreitung von Phanerogamen. – Verh. Ges. Ökol. 29: 437–443. Heidelberg, Berlin.
OBERDORFER, E. (1983): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil III. – Fischer Verlag, Stuttgart, New York: 455 S.
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, GeoJournal Library 35: 61–68. Dordrecht, Boston, London.
PARTZSCH, M. (2000): Die Porphyrkuppenlandschaft des unteren Saaletals – Strukturwandel ihrer Vegetation in den letzten vier Jahrzehnten. – Tuexenia 20: 53–188. Göttingen.
– (2001): Die Porphyrkuppenlandschaft des unteren Saaletals – Vergleich der Vegetation in Abhängigkeit von Flächengröße und Genese der Porphyrkuppen. – Bot. Jahrb. Syst. 123/1: 1–45. Stuttgart.
–, KRUMBIEGEL, A. (1996): Vegetation, Samenpflanzen – Spermatophyten, 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 Naturpark Unteres Saaletal 3: 11–13, 13–21, 55–145. Halle/S.
–, MAHN, E.-G. (1997): Welchen Einfluß haben Flächengröße, Entwicklungszeit und standörtliche Vielfalt isolierter Offenstandorte auf die floristisch-phytozönologische Struktur xerothermer Vegetationskomplexe? – Verh. Ges. Ökol. 27: 93–99. Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm.
–, – (1998): Einfluß von Flächengröße, Entwicklungszeit und standörtlicher Vielfalt isolierter Offenstandorte auf die Struktur xerothermer Vegetationskomplexe. – Braunschw. Geobotanische Arbeiten 5: 95–112. Braunschweig.
–, – (2001): Welche Etablierungschancen haben Adventivpflanzen in xerothermen Vegetationskomplexen? – Braunschw. Geobotanische Arbeiten 8: 249–268. Braunschweig.
PASSARGE, H. (1999): Pflanzengesellschaften Nordostdeutschlands. II. Helocyperosa und Caespitosa. – Berlin, Stuttgart: 451 S.
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. Dordrecht, Boston, London.
–, 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. Jena.
POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 2. Aufl. – Ulmer, Stuttgart: 622 S.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

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 Landschaftspfl. Niedersachs. 20/4: 1–86. Hannover.

–, –, – (1995): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens – Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme. Einjährige ruderale Pionier-, Tritt- und Ackerwildkraut-Gesellschaften. – Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. 20/6: 1–92. Hannover.

–, –, – (1997): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens – Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme. Rasen-, Fels- und Geröllgesellschaften. – Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. 20/5: 1–146. Hannover.

PROCK, S., MADER, G., CERNUSCA, A. (1998): Die Diasporenbank subalpiner Weideflächen in den Alpen und ihre Bedeutung für die Sukzession. – Verh. Ges. Ökol. 28: 241–248. Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm.

ROTHMALER, W. (Begr.), SCHUBERT, R., VENT, W. (Hrsg.)(1994): Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD. Bd. 4: Gefäßpflanzen: Kritischer Band. – 8. Aufl. Fischer, Jena, Stuttgart: 811 S.

SCHNEIDER, K., DANN, C., KIRCHSTEIN, B. (1995): Historische Nutzungsanalyse und Grundlagenermittlung für die Bewertung des durch die Flächenstillegungen in der Porphyrkuppenlandschaft nördlich von Halle stattfindenden Landschaftsstrukturwandels. – Unveröff. Forsch.bericht, Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg.

SCHUBERT, R. (1960): Die zwergstrauchreichen azidophilen Pflanzengesellschaften Mitteldeutschlands. – Pflanzensoziologie 11: 1–235. Jena.

SUGIHARA, G. (1980): Minimal community structure: an explanation of species abundance patterns. – Am. Nat. 116: 770–787. Chicago.

TACKENBERG, O. (2001): Methoden zur Bewertung gradueller Unterschiede des Ausbreitungspotentials von Pflanzenarten. – Diss. Bot., Bd 347. J. Cramer, Berlin, Stuttgart: S. 138.

TISCHEW, S. (1996): Analyse von Mechanismen der Gehölzsukzession auf Braunkohlentagebaukippen. – Verh. Ges. Ökol. 26: 407–416. Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm.

– (1998): Sukzession als mögliche Folgenutzung in sanierten Braunkohletagebauen. – Ber. Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anh. 1: 42–54. Halle/S.

WAGENBRETH, O., STEINER, W. (1982): Geologische Streifzüge: Landschaft und Erdgeschichte zwischen Kap Arkona und Fichtelberg – Deut. Verlag f. Grundstoffindustrie, Leipzig: 203 S.

WALTHER, G.-R. (2000): Climate forcing on the dispersal of exotic species. – Phytocoenologia 30/3–4: 409–430. Berlin, Stuttgart.

WEBER, E. (2000): Switzerland and the invasive plant species issue. – Bot. Helv. 110: 1–24. Basel.

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-Univ. Halle-Wittenberg, Inst. f. Geobotanik: 99 S.

WILMANNS, O. (1989): Ökologische Pflanzensoziologie. 4. Aufl. – Quelle & Meyer, Heidelberg: 378 S.

Dr. rer. nat. Monika Partzsch
Dipl.Biol. Wiebke Scherf
Prof. Dr. Isabell Hensen
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Institut für Geobotanik und Botanischer Garten
Am Kirchtor 1
D-06120 Halle/S.
partzsch@botanik.uni-halle.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Jahr/Year: 2003

Band/Volume: NS_23

Autor(en)/Author(s): Partzsch Monika, Scherf Wiebke, Hensen Isabell

Artikel/Article: Die Porphyrkuppenlandschaft des unteren Saaletals - Vegetationsdynamische Untersuchungen auf kleinflächigen Kuppen unterschiedlicher Entstehungszeit 227-255