

Die Vegetationsentwicklung auf künstlich geschaffenen Kalkschotterflächen

Von W. Hilbig, Petershausen

Zusammenfassung

Es wird über die im Laufe von 7 Jahren erfolgte Vegetationsentwicklung auf einer durch Abschiebung des humosen Oberbodens geschaffenen Kalkschotterfläche im Dachauer Moos nördlich München berichtet. Dabei wird das Auftreten von Arten verfolgt, die mit Mähgut (Streu) von artenreichen Pfeifengraswiesen und Kalkmagerrasen der weiteren Umgebung auf die Flächen gebracht wurden, und mit der Vegetationsentwicklung auf Flächen verglichen, die sich selbst überlassen blieben. Entsprechend der Vegetation in den Herkunftsgebieten entwickeln sich Rasenbestände mit Arten der Pfeifengraswiesen bzw. der Kalk-Halbtrockenrasen, die mit der Zeit auch in die Ruderalvegetation der Fläche ohne Streuerausbringung eindringen.

Auf negative Einflüsse bei der Anlage derartiger Initialflächen wird hingewiesen.

Einleitung

Als Ausgleich für die durch die intensive Landwirtschaft bedingte Eutrophierung, Grundwasserabsenkung und Uniformierung der Landschaft wurden im Bereich der bayerischen Staatsgüter auf Niedermoorstandorten Maßnahmen zur Extensivierung der landwirtschaftlichen Produktion und zur Neuauflage von Ausgleichsbiotopen durchgeführt.

Das Gebiet des staatlichen Moorversuchsgutes Oberschleißheim bei München wird schon seit Jahrzehnten für Untersuchungen über die Intensivierung und Extensivierung der landwirtschaftlichen Produktion und ihre Auswirkungen auf Boden und Vegetation genutzt. Stand noch bis in die 60er Jahre die Ausschöpfung der Möglichkeiten einer intensiveren landwirtschaftlichen Nutzung durch Saatarland und Ackerbau, speziell Maisanbau, auf dem Programm, so galten seit den 80er Jahren die Untersuchungen den Möglichkeiten und Grenzen der Renaturierung der vormals landwirtschaftlich intensiv genutzten Niedermoorflächen und der Umwandlung von Äckern in Grasland und andere naturnahe Nutzungsformen (NEUMAIR 1988, SIUDA 1988, 1990, UNGER u. HILBIG 1996). Ähnliche Untersuchungen und Gestaltungen von Flächen für agrarökologische Maßnahmen wurden im benachbarten Obergrashof durchgeführt (BRAUN 1997).

Die Flächen liegen im zentralen Teil des Dachauer Moores, einem ausgedehnten Niedermoorgebiet zwischen Dachau und Freising, bei der Moorsiedlung Badersfeld, ca. 3 km westlich Oberschleißheim in einer Höhenlage von 475 bis 480 m NN. Der Schleißheimer Kanal und die neben ihm verlaufende Straße zwischen Dachau und Oberschleißheim trennt das Gebiet in einen Nord- und einen Südteil. Die durchschnittlichen Jahresniederschläge betragen 813 mm. Sie fallen überwiegend in der Vegetationsperiode (April bis September). Die Jahresmitteltemperatur liegt bei 7,8° C. Die Entwässerung des Gebietes erfolgt durch Gräben, die in Abständen von 80 bis 250 m schnurgerade die Wald-, Wiesen- und Ackerflächen durchziehen. Sie sind bis in die unter dem Moor lagernde Kiesschicht eingetieft. Der Grundwasserstand liegt bei 70 bis über 100 cm unter Flur. Der Kaltenbach im Westen und der Schwebelbach im Osten führen ihr Wasser nach Norden der Amper zu.

Die Moormächtigkeit wird mit Werten um 30-50 cm angegeben (RUOFF 1932, FREYMÜLLER 1967). Nach FREYMÜLLER (1967) sind zwischen 1900 und den 60er Jahren Verluste der Moormächtigkeit von durchschnittlich 48 % eingetreten. Besonders hoher Humusverlust tritt bei Ackernutzung (54 %), geringerer bei Grünlandnutzung (Weide 48 %, Wiese 46 %) auf. Aber auch unter Wald ist ein Humusverlust von 29 % zu verzeichnen.

Noch zu Beginn der Neuzeit war das Dachauer Moos mit Bruchwäldern und Moorweidengebüschen bedeckt. Seit dem 17. Jahrhundert begannen Entwässerungsmaßnahmen und wurden größere Flächen entwaldet. Eine umfassende Kultivierung begann erst an der Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert. Gegen 1920 waren etwa 70–80 % der Fläche des Dachauer Mooses durch Kulturmaßnahmen wie Entwässerung, Umbruch, Ansaat und Düngung verändert und in intensive Grünlandbewirtschaftung einbezogen (RUOFF 1932, FREYMÜLLER 1967, NEUMAIR 1988). Seit den 50er Jahren wurden verstärkt Wiesen in Äcker umgewandelt. Vor allem der Maisanbau wurde stark ausgeweitet.

Seit den 80er Jahren werden im staatlichen Moorversuchsgut Extensivierungsmaßnahmen durchgeführt und ihre Auswirkungen mit langfristig orientierten wissenschaftlichen Begleitprogrammen untersucht. Im Rahmen von Landschaftsgestaltungsmaßnahmen erfolgten Gehölzanzpflanzungen, wurden Äcker in Grünland umgewandelt und Feuchtbiotope angelegt. Zur Schaffung neuer nährstoffarmer Biotope wurde an verschiedenen Stellen der Niedermoorboden bis zum darunterlagernden Kalkschotter abgeschoben. Dadurch wurde die Möglichkeit zur Entwicklung konkurrenzschwacher Arten geschaffen. Bei sehr geringer Vegetationsbedeckung entwickeln sich zuerst einjährige Kräuter und Nanocyperion-Arten, ehe mehrjährige Ruderal- und Wiesenarten hinzutreten. Kleinflächige Abschiebungen, die in den Jahren 1986, 1987 und 1988 erfolgten, und Schotterauftrag auf die Mooroberfläche stellten keine langfristig überdauernden Flächen mit Herausbildung einer eigenen Vegetation dar. In kurzer Zeit waren diese Flächen von der angrenzenden Wiesen- oder Ruderalvegetation überwuchert. Eine Gefahr besteht vor allem in der ungewollten Ansiedlung und schnellen Ausbreitung von *Salix*-Arten (hauptsächlich *Salix purpurea*) und von *Solidago gigantea*.

Günstiger erwiesen sich große einheitliche Kalkschotterflächen. Die untersuchten Dauerquadrate liegen auf einer ca. 70 x 35 m (siehe Plan) großen Schotterfläche, die im Herbst 1989 durch Abschiebung des Oberbodens geschaffen wurde, teils sich selbst überlassen blieb, teils locker mit spät im Jahr geschnittenem Mähgut (Streu) von artenreichen Pfeifengraswiesen und Kalkmagerrasen der weiteren Umgebung zur Übertragung von Diasporen bedeckt wurde.

Die Vegetationsentwicklung auf den Dauerflächen

Im Sommer 1990 traten Arten aus dem Diasporenvorrat der aufgetragenen Streu nur in geringerem Maße auf, eine Erscheinung, über die von anderer Stelle auch BURKHARDT (1990) berichtet. Die schütterten und niedrigen Pflanzenbestände wurde von annualen Segetal- und Ruderalarten bestimmt. Reste der Streu waren noch zu sehen.

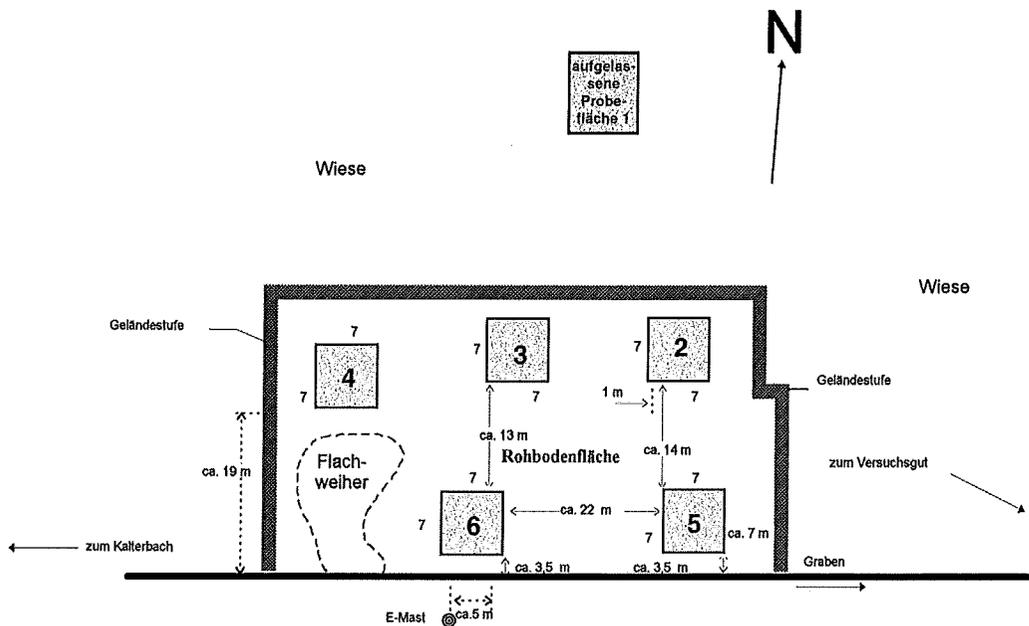
In der Nachbarschaft sind dichte Hochstaudenfluren, vor allem aus Brennessel (*Urtica dioica*), Goldrute (*Solidago gigantea*) und Wasserdost (*Eupatorium cannabinum*) ausgebildet, ferner üppiges Saatgrasland auf ehemaligen Ackerflächen. Restwälder des Pruno-Fraxinetum, Weiden- und Holundergebüsche stocken in der Nähe. Vor allem *Salix purpurea*, aber auch die im Pruno-Fraxinetum stark vertretene Moor-Birke (*Betula pubescens*) dringen in die neugeschaffenen Schotterflächen ein.

Nach ersten allgemeinen Beobachtungen im Jahre 1990 wurde die Vegetationsentwicklung von 1991 bis 1997 auf 5 an den Eckpunkten mit Magneten dauerhaft markierten Dauerquadraten der Größe 7x7 m verfolgt. Jährlich wurden im Sommer pflanzensoziologische Erhebungen nach der Methode von Braun-Blanquet durchgeführt, die in den beigefügten 3 Tabellen enthalten sind.

Die Dauerflächen 2 und 5 erhielten nur einmal im Herbst 1989 Streu vom Lochhauser Sandberg, die Dauerflächen 3 und 6 von der Garchingener Heide. Über ähnliche Ausbringungsversuche mit Mähgut von der Garchingener Heide auf Kalkschotter und Beobachtungen der Vegetationsentwicklung im Verlaufe von 5 Jahren berichtet BURKHARDT (1990). Dauerfläche 4 blieb ohne Streuaufbringung sich selbst überlassen. Da bereits auf den 1986 geschaffenen kleinen Kalkschotterflächen der Grabenaufweitungen in der Nähe Streugut aufgebracht worden war, aus dem sich zwischenzeitlich zahlreiche Arten entwickelten, konnten auch von hier Diasporen eindringen. Eine Dauerfläche 1 lag außerhalb der untersuchten Kalkschotterfläche und wurde nach anfänglicher Untersuchung nach Störungen nicht weiter verfolgt.

Der Lochhauser Sandberg, ein flächenhaftes Naturdenkmal zwischen Lochhausen und Gröbenzell, Ldkr. Fürstenfeldbruck, im Eigentum der Bayerischen Botanischen Gesellschaft, stellt den Rest einer aus Quellschotter, dem sogenannten Alm, gebildeten flachen Erhebung im Dachauer Moos dar. Die Entfernung vom Gebiet Oberschleißheim-Badersfeld beträgt in Luftlinie ca. 12 km.

Dauerbeobachtung der Sukzession auf einer Rohbodenfläche mit unterschiedlicher Mulchauflage am Versuchsgut OBERSCHLEISSHEIM



Bedeutsam für den Vegetationsaufbau des Lochhauser Sandberges sind zwei Rasengesellschaften kalkreicher Standorte, der Trespen-Kalkmagerrasen des *Gentiano vernae-Brometum erecti* Kuhn 1937 mit *Bromus erectus*, *Koeleria pyramidata*, *Brachypodium rupestre* und *Buphthalmum salicifolium* und die wechselfeuchte Pfeifengras-Streuwiese des *Cirsio tuberosi-Molinietum coeruleae* Oberd. 1967 mit *Molinia coerulea* und *Succisa pratensis*. BRAUN (1974) hat über die Flora und Vegetation des Lochhauser Sandberges berichtet und eine Artenliste für das Gebiet gegeben. Auch die Bestände des Trespen-Magerrasens weisen Wechselfeuchtezeiger der Pfeifengraswiese und einige seltene Kalkflachmoorarten auf. Andererseits sind auf stärker wechsellackreichen kalkreichen Böden in den Pfeifengraswiesen auch Trockenheitszeiger wie *Brachypodium rupestre* (vgl. SCHIPPIMANN 1986), *Buphthalmum salicifolium*, *Koeleria pyramidata*, *Peucedanum oreoselinum* und *Sanguisorba minor* enthalten.

Die Garchinger Heide (auch Garchinger Haide) nördlich Garching bei München, näher bei Eching gelegen, wurde im Zeitraum von 1908 bis 1914 durch die Bayerische Botanische Gesellschaft angekauft und damit in ihrem floristischen Reichtum erhalten. Seit 1942 besitzt sie den offiziellen Status eines Naturschutzgebietes. Die Luftlinienentfernung bis Badersfeld beträgt ca. 11 km.

Die bestimmende Assoziation der Garchinger Heide ist die Grasheide des *Adonido vernalis-Brachypodietum pinnati* Oberd. 1978. Auf einer Abschiebungsfläche im NSG steht direkt der Kalkschotter an. Hier wurde der Oberboden 1943 für Kriegszwecke zur Anlage eines Behelfsflugplatzes abgeschoben. Er ist inzwischen mit einer grasarmen, aber an Zwergsträuchern und niedrigen Horst- und Rosettenpflanzen reichen Pflanzendecke bedeckt.

In den beigefügten Tabellen für die 5 Dauerquadrate sind die für die Garchinger Heide (s. PFADENHAUER u. LIEBERMANN 1986, LIPPERT 1989) und den Lochhauser Sandberg angegebenen Arten (s. BRAUN 1974) als solche genannt. Beide Streu-Herkunftsflächen weisen eine große Zahl gemeinsamer Arten auf, wobei besonders die dealpinen Florenelemente hervortreten, z.B. *Biscutella laevigata*, *Buphthalmum salicifolium*, *Carduus defloratus*, *Gentiana clusii*, *Gentiana verna*, *Ranunculus nemorosus*, *Rhinanthus glacialis*, *Sesleria varia*. Inzwischen sind einige Arten auch auf die Fläche mit Streumaterial der jeweils anderen Herkunftsfläche und in die nicht mit Streu angereicherte Fläche eingedrungen. *Gentiana verna*, in den Dauerflächen nicht beobachtet, hat sich an anderer Stelle auf der Schotterfläche angesiedelt und blüht im Frühjahr.

DAUERFLÄCHEN 2 UND 5, STREU VOM LOCHHAUSER SANDBERG

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Dauerfläche 2							Dauerfläche 5						
Aufnahmehjahr	91	92	93	94	95	96	97	91	92	93	94	95	96	97
Aufnahmemonat	8	9	9	9	7	8	8	8	9	9	9	7	8	8
Artenzahl	39	38	42	46	50	44	40	35	51	50	41	46	43	40
Deckung der Krautschicht (%)	15	15	20	15	15	30	30	10	15	20	15	20	25	30
Deckung der Moosschicht (%)	+	2	1	3	3	3	5	0	+	1	1	3	5	10
Feuchtezahl	4.7	4.7	4.7	4.6	4.5	4.7	4.9	4.9	4.8	4.6	4.9	4.8	4.8	4.8
Reaktionszahl	7.0	7.1	7.3	7.1	7.1	7.4	7.2	6.9	7.0	7.2	7.0	7.1	6.9	7.2
Stickstoffzahl	4.2	3.5	3.3	3.1	2.8	3.0	2.8	4.3	3.6	3.4	3.3	3.0	3.1	2.9

Arten mit Verbreitungsschwerpunkt
in Festuco-Brometea mit

Vorkommen am Lochhauser Sandberg

Bupththalmum salicifolium	+	1	2	2	2	2	1	+	1	1	2	2	2	2
Centaurea jacea angustifolia	+	1	1	1	1	1	1	+	1	1	1	1	1	1
Galium verum	1	1	1	1	1	+	1	+	+	+	+	+	+	1
Rhinanthus glacialis	1	1	1	+	+	1	1	+	1	1	+	+	+	1
Thymus praecox	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+
Silene nutans	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Campanula glomerata	R	R	+	+	+	+	+	+	.	+	+	R	+	+
Linum catharticum	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	1	+	+	+
Centaurea scabiosa	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ononis repens	.	+	+	+	+	+	+	R	+	+	+	1	1	1
Pimpinella saxifraga	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	.
Hippocrepis comosa	.	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+
Helianthemum nummularium	.	.	+	+	+	+	+	.	+	+	1	1	1	1
Leontodon hisp. hastilis	.	.	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+
Brachypodium rupestre	+	+	.	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+
Leontodon hisp. hispidus	.	.	.	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+
Ranunculus nemorosus	+	+	+	.	R	.	R	R	.	+	+	+	.	.
Prunella grandiflora	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	+	.	+	+
Koeleria pyramidata	+	+	+	+	+	.	.	.	+	+	+	.	.	.
Festuca rupicola	+	+	+	+	+	.	.	.	.	R	.	.	+	+
Gentianella germanica	.	+	.	+	+	+	+	.	+	.	.	.	+	R
Polygala amara	.	.	.	+	+	+	1	.	.	.	+	+	.	+
Anthericum ramosum	.	.	.	R	+	+	+	.	.	.	.	.	+	+
Galium boreale	.	.	R	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	+
Anthyllis vulneraria	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	+	+	+
Plantago media	.	R	R	.	.	.	.	.	.	+	R	R	.	.
Leontodon incanus	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.
Scabiosa columbaria	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.
Carduus defloratus	+	+	R	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.
Campanula rotundifolia	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.
Calamagrostis varia	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Peucedanum oreoselinum	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Bromus erectus	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Salvia pratensis	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.

nicht vom Lochhauser Sandberg genannt

Euphrasia rostkoviana	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	+	+
Hypericum perforatum	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.
Dorycnium germanicum	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.
Asperula cynanchica	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.

Arten von Pfeifengrasrasen

mit Vorkommen am Lochhauser Sandberg

Molinia caerulea	+	1	1	2	2	2	2	+	1	1	2	2	2	2
Parnassia palustris	.	R	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	1
Tofieldia calyculata	.	+	+	+	+	+	1	.	+	+	+	+	1	1
Carex flacca	.	.	.	+	+	+	+	.	.	R	+	+	+	+
Pinguicula vulgaris	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	+	+
Epipactis palustris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	+	+	.	+
Phyteuma orbiculare	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Allium suaveolens	.	.	R	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.

Auf der Schotterfläche ohne Streuaufbringung (Dauerfläche 4) kommt es im Laufe der 7 Beobachtungsjahre zu einer stetigen Zunahme der Artenzahl und Deckung der Krautschicht. Die ersten auftretenden Pflanzen sind Ruderal- und Segetalarten (*Agrostis gigantea*, *Erigeron annuus*, *Solidago gigantea*, *Tussilago farfara*), sowie einige Arten von Wiesen (*Pastinaca sativa*, *Phleum pratense*), die gemeinsam über den gesamten Beobachtungszeitraum das Bild der Bestände bestimmen. Gehölzkeimlinge sind anfangs nur vom Weißdorn zu finden; die Art verschwindet in den Folgejahren wieder. Auch einige 1991 aufgetretene Segetalarten sind in den nächsten 1–2 Jahren wieder verschwunden, einige andere treten in der Folgezeit sporadisch auf. Weitere Wiesenarten treten im Verlaufe der Zeit hinzu, weitere Gehölzarten ebenfalls. Einige von diesen halten sich, ohne sich zu einer eigenen Strauchschicht entwickeln zu können, vor allem *Salix purpurea*, *Betula pubescens* und *Sorbus aucuparia*. Wildverbiß und gelegentliche Pflegemaßnahmen tragen dazu bei. Auch *Solidago gigantea* wurde bei Pflegemaßnahmen zurückgedrängt.

Ab 1993 dringen Magerrasen-Arten in die schütterten Bestände ein, die durch Streuausbringung auf den benachbarten Flächen inzwischen bestandsbildend auftreten (*Asperula cynanchica*, *Buphthalmum salicifolium*, *Carduus defloratus*, *Euphrasia rostkoviana*, *Linum catharticum* u.a.). Sie bleiben aber im Artmächtigkeitbereich von r und +, während einige Ruderalarten inzwischen die Artmächtigkeit 1 erreichen.

Die Vegetationsentwicklung auf dem Bereich der Schotterfläche, auf dem Streu vom Lochhauser Sandberg ausgebracht wurde (Dauerfläche 2 und 5), beginnt bereits 1991 mit knapp 30 bis knapp 40 Arten, wobei sich die Artenzahl in den Folgejahren auf ca. 50 erhöht. Die Deckung der Krautschicht ändert sich wenig, sie bleibt bei etwa 15–20 %. Moose sind in geringer, schwach zunehmender Zahl und Deckung vorhanden. Die Moose wurden auf den Dauerflächen als Mischproben von verschiedenen Stellen der Fläche entnommen und einem Bryologen zur Bestimmung zugesandt. Bei der Probenentnahme kann, vor allem bei den nur selten auftretenden Arten, in manchen Jahren die eine oder andere Art nicht in die Probe gelangt sein.

Eine Vielzahl von Arten der wechselfeuchten Pfeifengraswiese vom Lochhauser Sandberg tritt bereits seit 1991 auf. Einige dieser Arten nehmen in den Folgejahren deutlich in ihren Artmächtigkeiten zu, so *Molinia coerulea* und *Buphthalmum salicifolium*. Einige weitere folgen in den nächsten Jahren. Vor allem die Arten des stärker wechselfeuchten Flügels erscheinen später (*Anthericum ramosum*, *Asperula cynanchica*, *Dorycnium germanicum*, *Helianthemum nummularium*, *Leontodon incanus*). Eine Reihe von Arten hat sich jedoch noch nicht entwickeln können, so einige Enzian- und Orchideen-Arten. Von den Orchideen tritt lediglich *Epipactis palustris* auf.

Segetalarten sind nicht oder nur gelegentlich in den ersten Jahren zu finden. Einige Ruderalarten, die in den ersten Jahren auftraten, weisen eine abnehmende Artmächtigkeit auf und verschwinden im Laufe der Zeit z.T. völlig (*Agrostis gigantea*, *Artemisia vulgaris*, *Coryza canadensis*, *Melilotus officinalis*, *Solidago gigantea*). Gehölzarten sind meist nur als kümmerliche Jungpflanzen sporadisch zu finden, lediglich *Betula pubescens* und einige *Salix*-Arten, hauptsächlich *Salix purpurea*, scheinen Fuß zu fassen. Auch hier trugen Pflegemaßnahmen zum Rückgang von *Solidago gigantea* und zur geringen Gehölzentwicklung bei.

Von den Kulturrasen und Frischwiesen treten nur wenige Arten in Erscheinung, so z.B. *Achillea millefolium*, *Galium album* und *Taraxacum officinale*. Die meisten sind nur gelegentlich mit geringer Artmächtigkeit anzutreffen.

Auch die Dauerflächen 3 und 6 mit Streuaufbringung von der Garchinger Heide besitzen seit 1991 Artenzahlen, die stets über 40 liegen. Nach wenigen Jahren werden z.T. Artenzahlen über 50 erreicht. Die Deckung der Krautschicht steigt von 10 % und weniger auf 20–25 %. Eine schwache Mooschicht entwickelt sich nach wenigen Jahren, vor allem seit dem 4. und 5. Jahr.

Ein großer Teil der auf der Garchinger Heide vorkommenden Trocken- und Halbtrockenrasen-Arten konnte bereits 1991 auf den Schotterflächen Fuß fassen, andere treten in den Folgejahren hinzu, darunter auch einige Wechselfeuchtezeiger. Die Arten weisen z.T. eine zunehmende Artmächtigkeit auf (*Asperula cynanchica*, *Buphthalmum salicifolium*, *Centaurea angustifolia*, *Galium verum*, *Leontodon hispidus*, *Thymus praecox*). Auch einige Vertreter der Kulturrasen und Frischwiesen halten sich ständig (*Achillea millefolium*, *Dactylis glomerata*, *Galium album*, *Taraxacum officinale*).

1991 und 1992 entwickeln sich noch zahlreiche Segetal- und Ruderalarten, die meist nach einem oder zwei Jahren wieder verschwinden. *Solidago gigantea* hält sich über den gesamten Beobachtungszeitraum. Gehölzkeimlinge konnten sich auf der grabenferneren Dauerfläche 3 nur kümmerlich in sehr geringer Arten- und Individuenzahl entwickeln. Oft sind sie nicht in jedem Jahr zu finden. Auf der näher zum Graben liegenden Dauerfläche 6 sind die Gehölzarten etwas stärker anzutreffen.

DAUERFLÄCHEN 3 UND 6, STREU VON DER GARCHINGER HEIDE

Laufende Nummer	Dauerfläche 3							Dauerfläche 6						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Aufnahmejahr	91	92	93	94	95	96	97	91	92	93	94	95	96	97
Aufnahmemonat	8	9	9	9	7	8	8	8	9	9	9	7	8	8
Artenzahl	47	43	50	49	57	53	46	41	45	53	46	47	44	44
Deckung der Krautschicht (%)	7	7	15	10	20	20	20	10	10	20	20	25	25	25
Deckung der Mooschicht (%)	0	+	1	1	2	3	5	0	+	+	+	1	2	3
Feuchtezahl	4.4	4.2	4.4	4.1	4.2	4.3	4.1	4.4	4.3	4.4	4.2	4.0	4.0	3.9
Reaktionszahl	7.4	7.3	7.2	7.4	7.2	7.3	7.4	7.3	7.3	7.2	7.3	7.4	7.5	7.3
Stickstoffzahl	4.5	4.1	3.6	3.2	3.0	3.3	2.9	4.2	3.7	3.6	3.3	3.0	2.7	2.6

Arten mit Verbreitungsschwerpunkt

in Festuco-Brometea

mit Vorkommen auf der Garchinger Heide

<i>Buphthalmum salicifolium</i>	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2
<i>Brachypodium rupestre</i>	+	+	+	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Bromus erectus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Galium verum</i>	+	1	1	1	1	1	+	+	+	+	+	1	1	1
<i>Centaurea jacea angustifolia</i>	+	+	1	+	1	+	+	+	+	+	+	1	+	+
<i>Rhinanthus glacialis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pimpinella saxifraga</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Leontodon hisp. hastilis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Leontodon hisp. hispidus</i>	+	1	+	1	1	1	+	+	+	+	+	+	+	1
<i>Asperula cynanchica</i>	+	+	1	1	+	1	+	+	+	1	1	1	+	1
<i>Dorycnium germanicum</i>	+	+	+	+	1	1	1	+	+	+	+	+	+	+
<i>Carduus defloratus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	R	+	+
<i>Centaurea scabiosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+
<i>Koeleria pyramidata</i>	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+
<i>Linum catharticum</i>	+	1	+	+	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gentianella germanica</i>	.	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+
<i>Salvia pratensis</i>	+	+	+	R	R	+	+	+	+	.	.	R	R	.
<i>Euphrasia rostkoviana</i>	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	R	+	+	+
<i>Festuca rupicola</i>	+	+	.	+	+	+	+	.	.	+	+	+	+	+
<i>Leontodon incanus</i>	+	.	+	.	+	+	+	R	.	+	+	+	+	+
<i>Thymus praecox</i>	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	1	1	1	1
<i>Prunella grandiflora</i>	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hypericum perforatum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	.	.	.
<i>Scabiosa columbaria</i>	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	+	+	.
<i>Linum perenne</i>	R	+	+	+	+	+	.	.	+	+	.	+	.	.
<i>Campanula rotundifolia</i>	+	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Filipendula vulgaris</i>	.	.	+	+	+	+	+	.	.	+	.	+	+	+
<i>Carex caryophylla</i>	.	.	.	+	+	+	+	.	.	+	+	+	+	+
<i>Hippocrepis comosa</i>	.	.	.	+	+	+	1	.	.	+	+	+	+	1
<i>Galium boreale</i>	+	+	+	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	+
<i>Plantago media</i>	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	+	.
<i>Teucrium montanum</i>	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+	+
<i>Helianthemum nummularium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+
<i>Potentilla arenaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	.	R	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Stachys officinalis</i>	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Inula hirta</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	+	+
<i>Genista tinctoria</i>	.	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ononis repens</i>	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia verrucosa</i>	.	.	.	+	R	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthyllis vulneraria</i>	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thesium linophyllum</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Cytisus ratisbonensis</i>	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthericum ramosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+
<i>Ranunculus nemorosus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+
<i>Arabis hirsuta</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex humilis</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Allium carinatum</i>	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa angustifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Avena pratensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Grünlandarten															
Achillea millefolium	1	1	1	+	+	+	+		2	1	+	+	+		
Galium album	1	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	
Taraxacum officinale	+	+	+	+	+				+	+	+				
Dactylis glomerata	+	+	+	+	+				+	+	+				
Pastinaca sativa	+	+	+	+					+	+	+	+			
Phleum pratense	+	+	+						+	+					
Lotus corniculatus agg.			+		+	+	+								+
Heracleum sphondylium		+	+	+			R								
Trifolium repens	R	+					R								
Festuca rubra			+								+				
Deschampsia cespitosa											+	+			
Briza media													+	+	
Trifolium hybridum			R												
Angelica sylvestris					R										
Prunella vulgaris									+						
Pimpinella major major											+				
Daucus carota											+				
Arten von Pfeifengrasrasen															
Parnassia palustris			+	+	+	+	+							+	
Molinia caerulea						+	+	+							+
Carex flacca							+							+	+
Tofieldia calyculata															+
Ruderal- und Saumarten															
Agrostis gigantea	+	+	+	+	+	+	+		+	1	+	1	+		
Solidago gigantea	1	+	+	1	+	+	+			+	+	+			
Senecio jacobaea	+	+	+		+				+		R				
Tussilago farfara									+	+	+	+	+	+	
Linaria vulgaris	+	+	+						+						
Artemisia vulgaris	+	+							+	+					
Eupatorium cannabinum									+	+		+	R		
Conyza canadensis	1	+							+						
Cirsium arvense	+								+						
Erigeron annuus		+	+												
Epilobium lamyi	R														
Lactuca serriola	R														
Myosoton aquaticum	+														
Plantago major		+													
Calamagrostis epigeios						+									
Filipendula ulmaria denudata							R								
Verbascum sp.									+						
Mentha longifolia											+				
Potentilla anserina									+						
Segetalarten															
Polygonum persicaria	+														
Matricaria discoidea	R														
Myosotis arvensis	+														
Arenaria serpyllifolia	+														
Senecio vulgaris	+														
Sonchus oleraceus	+														
Silene noctiflora									R						
Tripleurospermum inodorum									+						
Odontites rubra										+					
Gehölzkeimlinge und -jungwuchs															
Betula pubescens			+		+	+	+			+	+	+	+	1	+
Rhamnus catharticus			R		R	+				R	R	R	+	+	+
Salix purpurea							+		+	+	+	+	+	1	1
Salix nigricans						+				+	+	+	+	+	+
Picea abies			+	+	+						+	+			
Sorbus aucuparia			+												+
Pinus sylvestris														+	+
Acer pseudoplatanus						+									
Salix aurita											+				
Salix caprea											+				

Mooschicht												
Rhytidium rugosum	.	+	.	+	1	+	1	.	+	+	.	1 1
Entodon concinnus	.	+	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.
Abietinella abietina	.	+	.	.	+	.	1	.	+	.	.	.
Rhytidiadelphus triquetrus	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+	.
Calliergonella cuspidata	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.
Hypnum cupress. lacunosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Thuidium philiberti	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Homalothecium lutescens	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Plagiomnium affine	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Fissidens cristatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Dicranum sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Schlußfolgerungen

Die 7jährigen Vegetationsbeobachtungen auf den neu geschaffenen Kalkschotterflächen haben gezeigt, wie sich die Schaffung solcher anfangs vegetationsfreier Flächen mit und ohne Mähgut von Kalkmagerrasen und wechselfeuchten Pfeifengraswiesen auf die Vegetationsentwicklung und das Auftreten von Pflanzenarten ausgewirkt hat.

Am Anfang der Entwicklung kommt es zum Auftreten annueller und perennierender Segetal- und Ruderalarten sowie von Wiesenarten und Gehölzkeimlingen aus der näheren Umgebung. Die Annuellen verschwinden nach 1–2 Jahren wieder oder treten bei schütterer Vegetation ohne Streuabbringung in den Folgejahren sporadisch und mit wenigen Exemplaren in Erscheinung. Das gilt auch für Keimpflanzen zahlreicher Gehölzarten. *Salix*-Arten und *Betula pubescens* können sich auf den Rohbodenstandorten etablieren und müssen wie stärker auftretende Ruderalarten, hauptsächlich *Solidago gigantea*, bei Pflegemaßnahmen entfernt werden.

Arten, die sich aus der ausgebrachten Streu der artenreichen Kalkmagerrasen und Pfeifengraswiesen entwickeln, treten schon im ersten Jahr auf. Vor allem die in den Herkunftsgebieten verbreiteten Arten nehmen im Laufe der Zeit auch an Artmächtigkeit zu. Die Horstgräser sowie *Thymus* und *Teucrium* verstärken ihre Vorkommen. In den Herkunftsgebieten seltene und einzeln wachsende Arten geringer Artmächtigkeit erscheinen häufig erst in den Folgejahren (z.B. *Allium suaveolens*, *Chamaecytisus ratisbonensis*, *Epipactis palustris*, *Gentianella germanica*, *Parnassia palustris*, *Pinguicula vulgaris*). Frühjahrsblüher, z.B. *Adonis vernalis*, *Biscutella laevigata*, *Pulsatilla patens*, *Pulsatilla vulgaris*, *Sesleria varia*, haben in den Herkunftsgebieten während der Mahd der aufgebrachten Streu im Spätsommer/Herbst ihre Diasporen bereits verbreitet, so daß sie sich auf der Ausbringungsfläche nicht einstellen. Auch sehr niedrigwüchsige Arten, z.B. *Globularia cordifolia*, *Selaginella*-Arten, sind mit dem Streugut nicht verbreitet worden.

Nach einigen Jahren kommt es auch zum Eindringen von Arten in Flächen, auf die sie nicht mit der Streu ausgebracht wurden.

Entsprechend der Vegetation in den Herkunftsgebieten entwickeln sich die Rasenbestände auf den Dauerflächen 2 und 5 zu einer wechselfeuchten bis wechsellackenen Pfeifengraswiese und auf den Dauerflächen 3 und 6 zu einem Kalk-Halbtrockenrasen. Auf der Dauerfläche 4 (ohne Streuabbringung) entsteht eine Ruderalflur, in die sehr langsam Arten aus den Nachbarflächen eindringen.

Bei der Anlage von Kalkschotterflächen durch Abschieben des durch langjährige Ackernutzung sehr nährstoffreichen Oberbodens muß darauf geachtet werden, daß das abgeschobene Areal nicht zu kleinflächig angelegt wird. Sehr kleine Flächen sind nach anfänglich artenreichen Stadien (durch Streueinbringung) bald wieder von angrenzenden Wiesen, Grasansaat oder Staudenbeständen überwuchert. Nur großflächig angelegte Schotterflächen haben den gewünschten Effekt der Entwicklung einer durch Ausbringung von Mähgut initiierten artenreichen Schottervegetation. Auch die Aufbringung von Kalkschottermaterial auf Flächen, auf denen der humose Oberboden noch vorhanden ist, führt nicht zum gewünschten Effekt der Etablierung eingebrachter Pflanzenarten ärmerer Kalkschotterstandorte. Die sich entwickelnden Pflanzen werden bald von mastigen Staudenbeständen mit Brennnesseln, Goldrute und Disteln überwuchert, da sie als tieferwurzelnde Stauden im darunterliegenden nährstoffreichen Humusboden wurzeln.

DAUERFLÄCHE 4, OHNE STREUAUFBRINGUNG

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7
Aufnahmejahr	91	92	93	94	95	96	97
Aufnahmemonat	8	9	9	9	7	8	8
Artenzahl	16	22	30	35	40	39	41
Deckung der Krautschicht (%)	2	3	5	5	10	10	10
Deckung der Moosschicht (%)	0	0	0	0	0	0	0
Feuchtezahl	5,5	5,7	5,4	5,6	5,3	5,5	5,3
Reaktionszahl	7,5	7,2	7,2	7,1	6,8	6,7	7,0
Stickstoffzahl	6,6	6,2	5,6	5,5	5,0	5,0	4,6

Ruderal- und Saumarten

<i>Solidago gigantea</i>	1	1	1	1	1	2	2
<i>Agrostis gigantea</i>	+	+	+	1	1	+	1
<i>Artemisia vulgaris</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Tussilago farfara</i>	+	+	+	1	1	1	1
<i>Erigeron annuus</i>	+	1	1	+	1	+	.
<i>Conyza canadensis</i>	+	+	+	.	R	.	.
<i>Epilobium lamyi</i>	R	+	+	.	.	.	.
<i>Cirsium vulgare</i>	.	R	+	+	+	+	+
<i>Calamagrostis epigeios</i>	.	.	R	+	+	+	+
<i>Plantago major</i>	.	R	.	R	R	.	.
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	R	R	+	.	.
<i>Eupatorium cannabinum</i>	.	.	.	+	.	+	+
<i>Mentha longifolia</i>	.	+	+	.	.	.	.
<i>Hypericum maculatum</i>	.	.	.	.	+	.	.

Grünlandarten

<i>Taraxacum officinale</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pastinaca sativa</i>	+	+	+	+	+	+	.
<i>Achillea millefolium</i>	.	+	+	+	1	1	+
<i>Heracleum sphondylium</i>	.	+	1	+	+	+	+
<i>Phleum pratense</i>	1	1	+	+	+	.	.
<i>Festuca pratensis</i>	+	+	.	.	.	.	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	R	R	+	+	+
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	.	+	R	+	+	+
<i>Galium album</i>	.	.	.	+	+	+	+
<i>Angelica sylvestris</i>	.	.	.	R	+	+	+
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	.	.	+	+
<i>Centaurea jacea</i>	.	.	.	.	+	.	.
<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	.	.	+	.	.
<i>Molinia caerulea</i>	.	.	.	.	.	.	+

Segetalarten

<i>Poa annua</i>	R	R	.	.	.	.	.
<i>Polygonum persicaria</i>	+	.	.	.	.	.	.
<i>Agropyron repens</i>	+	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex obtusifolius</i>	R	.	.	.	.	.	.
<i>Sonchus asper</i>	.	R	.	.	.	.	.
<i>Mentha arvensis</i>	.	.	.	+	+	+	+
<i>Viola arvensis</i>	.	.	.	.	.	R	.

Arten mit Verbreitungsschwerpunkt
in Festuco-Brometea

<i>Galium verum</i>	.	+	+	+	+	+	+
<i>Linum catharticum</i>	.	.	+	+	+	+	+
<i>Buphthalmum salicifolium</i>	.	.	R	+	+	+	1
<i>Carduus defloratus</i>	.	.	R	R	+	+	+
<i>Euphrasia rostkoviana</i>	.	.	+	+	+	+	+
<i>Asperula cynanchica</i>	.	.	.	+	+	+	+
<i>Pimpinella saxifraga</i>	.	.	.	+	+	+	+
<i>Leontodon hisp. hispidus</i>	.	.	.	.	+	+	+
<i>Trifolium campestre</i>	.	.	.	.	+	+	+
<i>Leontodon hisp. hastilis</i>	.	.	.	+	.	.	+
<i>Calamagrostis varia</i>	.	.	.	.	+	.	.
<i>Centaurea jacea angustifolia</i>	.	.	.	.	.	+	+

Rhinanthus glacialis	.	.	.	.	.	+	+
Brachypodium rupestre	.	.	.	.	.	+	.
Polygala amara	.	.	.	.	.	.	+
Euphorbia verrucosa	.	.	.	.	.	.	R
Hypericum perforatum	.	.	.	.	.	.	+
ferner							
Rubus sp.	.	.	R	.	.	.	.
Gehölzkeimlinge und -jungwuchs							
Salix purpurea	.	+	+	+	+	1	1
Betula pubescens	.	+	.	+	1	1	1
Salix nigricans	.	+	.	+	+	+	+
Picea abies	.	.	+	+	+	+	+
Sorbus aucuparia	.	.	+	+	+	+	+
Rhamnus catharticus	.	.	R	.	R	+	+
Pinus sylvestris	.	.	.	+	+	+	+
Crataegus monogyna	+	.	.	.	.	.	.
Salix cinerea	.	.	+	.	.	.	.
Populus sp.	.	.	R	.	.	.	.
Salix alba	.	.	.	+	.	.	.
Acer pseudoplatanus	.	.	.	.	.	R	.
Salix aurita	.	.	.	.	.	R	.
Fraxinus excelsior	.	.	.	.	.	.	+
Alnus incana	.	.	.	.	.	.	+

Benachbarte dichte und hochwüchsige Grasansaat sowie Brennessel- und Goldrutenbestände müssen im Interesse der auf den Schotterflächen neu begründeten Kalkmagerrasen zurückgedrängt werden. Damit wird das Eindringen der konkurrenzstarken Stauden und Gräser in die Schotterfluren etwas gehemmt und die nähere Umgebung zu einem gewissen Grade ausgehärtet. Die Ablagerung des abgeschobenen nährstoffreichen Oberbodenmaterials sollte nicht in unmittelbarer Nähe der neugeschaffenen Schotterflächen erfolgen, da sich besonders hier brennessel- und goldrutenreiche Ruderalbestände entwickeln. Auf den Schotterflächen selbst muß – zumindest in den ersten Jahren – das stärkere Aufkommen der Goldrute und des Weidenjungwuchses verhindert werden. Die Anlegung von Schotterflächen in der Nähe von Waldstücken und Gebüsch ist für eine dauerhafte Etablierung von Kalkmagerrasen nicht vorteilhaft. In dieser Hinsicht ist die Aufforstung auf den angrenzenden Wiesenflächen der untersuchten Kalkschotterfläche negativ zu beurteilen.

Danksagung

Herrn Dr. W. Braun danke ich für die Anregung zur Arbeit. Er hat seit Jahrzehnten im Gebiet intensiv botanisch gearbeitet und die Streuerausbringung veranlaßt. Herrn J. Beitrock danke ich für die Mithilfe bei der Außenarbeit und Herrn Dr. M. Storch für die Computerarbeit beim Tabellendruck. Herr Dr. R. Marstaller (Jena) bestimmte die Moose. Auch ihm sei für diese Hilfe herzlich gedankt.

Literatur

- BRAUN, W. 1974: Der Lochhauser Sandberg, ein flächenhaftes Naturdenkmal im Dachauer Moos bei München. Jb. Ver.z. Schutze der Bergwelt 39: 35–49. – BRAUN, W. 1997: Wissenschaftliche Begleituntersuchungen zum Landschaftspflegekonzept Obergrashof. Vegetationskundliche Untersuchungen in der Vegetationsperiode 1996 und Vergleich mit der Ausgangssituation. 32 S. u. Tab., Mskr. München. – BURKHARDT, I. 1990: Dokumentation der Aussaat (1983 und 1985) mit Mähgut der Garchinger Heide auf einer Versuchsfläche im Gelände der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München von 1985 bis 1989. Forschungsber., 31 S., Mskr. München. – FREYMÜLLER, H. 1967: Die Möglichkeiten der zukünftigen landwirtschaftlichen Nutzung des Dachauer Moores auf Grund seiner bisherigen Entwicklung und seines heutigen Kulturzustandes. Bayer. Idw. Jb. 44: 184–214. – LIPPERT, W. 1989: Die Garchinger Haide und ihre Pflanzenwelt. In: Garchinger Heide. Eching-Lohe. Naturschutzgebiete in der Gemeinde Eching, Landkreis Freising: 27–46, Garching b. München. – NEUMAIR, A. 1988: Vegetationsentwicklung junger Biotopneuanlagen in kultivierten Niedermooren. Dipl.-Arb., Freising. – PRADENHAUER, J. u. LIEBERMANN, C. 1986: Eine geobotanische Dauerbeobachtungsfläche im Natur-

schutzgebiet Garchinger Haide. Ber. Bayer. Bot. Ges. 57: 99–110. – RUOFF, S. 1932: Beobachtungen an Moor- und Ödlandwiesen der Bayerischen Landesanstalt für Moorwirtschaft. Ldw. Jb. Bayern 22: 305–370. – SCHIPPMANN, U. 1986: Über *Brachypodium rupestre* (Host) Roemer & Schultees in Bayern. Unterscheidung und Verbreitung. Ber. Bayer. Bot. Ges. 57: 53–56. – SIUDA, C. 1988: Untersuchungen zur Renaturierung landwirtschaftlich genutzter Niedermoorflächen. Endbericht Dezember 1988, Mskr. Freising. – SIUDA, C. 1990: Untersuchungen zur Renaturierung ehemals intensiv genutzter Moorflächen. Endbericht März 1990, Mskr. Freising. – UNGER, H. J. u. HILBIG, W. 1996: Agrarökologische Begleituntersuchungen zu Landschaftspflegekonzepten auf Staatsgütern. In: Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau: Abschlußbericht Forschungsvorhaben Auswirkungen der Extensivierung im Ackerbau auf Boden, Wasser, Flora und Fauna: 151–169, München-Freising.

Dr. Werner HILBIG
Münchner Straße 8
D-85238 Petershausen