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

Tuexenia 25: 151–182. Göttingen 2005.

Verbreitungsschwerpunkte und strukturelle Einnischung der Stauden-Lupine (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) in Bergwiesen der Rhön[1]

– Annette Otte und Pia Maul –

Zusammenfassung

Seit 1890 wird die aus dem westlichen Nordamerika stammende Fabacee *Lupinus polyphyllus* Lindl. (Stauden-Lupine) in Deutschland beobachtet. Ihre großflächigsten Vorkommen in Deutschland finden sich derzeit in der Hohen Rhön im Gebiet Leitgraben/Elsgellen (407 ha: 1998 10,6 % *Lupinus*-Bedeckung). Dort werden fast alle Wiesen mit Auflagen des Bayerischen Vertragsnaturschutzprogramms bewirtschaftet. Dies bedeutet, zeitlich gestaffelte Pflegetermine zwischen 10. Juli und 31. Oktober (Abschluss der Pflegearbeiten), die den Zeitraum der Samenbildung von *Lupinus* vollständig einschließen. Nachweisbar ist, dass dort, wo innerhalb der Vertragsnaturschutzflächen Heugewinnung die primäre Motivation für die Nutzung ist – dies bedeutet Nutzung zum frühest möglichen Zeitpunkt – keine *Lupinus*-Etablierung nachweisbar ist! Neben rechtzeitiger Mahd ist Beweidung mit (Rhön-)Schafen geeignet, die Ver- und Ausbreitung von *Lupinus* einzudämmen. Auch dafür gilt, dass sie vor der Samenreife (ab Anfang Juli) von *Lupinus* durchzuführen ist, da reife *Lupinus*-Samen durch Schafe endozooisch ausgebreitet werden.

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

Die Konkurrenzkraft der Dominanzbestände mit *Lupinus* erklärt sich über die Biomasseverteilung in Form einer umgekehrten Pyramide, die über Bestandeshöhe (zwischen 70 und 110 cm) und dichte Belaubung stark beschattend auf tiefere Vegetationsschichten (< 30 cm) wirkt, so dass deren Arten ausdünnen, wenn sie nicht die ausreichende Plastizität im Höhenwachstum besitzen, um mit *Lupinus* mitzuhalten. Auch andere Dominanzbestände-aufbauende Arten wie *Impatiens glandulifera, Heracleum mantegazzianum* und *Reynoutria* ssp. besitzen diese Eigenschaft und können aufgrund ihrer Wuchshöhe sogar die Funktion einer fehlenden Strauchschicht übernehmen.

Abstract: Distribution and niche occupation of Garden Lupine (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) in mountain meadows of the Rhoen, Germany

Lupinus polyphyllus Lindl. (garden lupine, a member of the Fabaceae originating from western North America) has been recorded as established in Germany since 1890, where it is now most widely distributed in the Upper Rhoen in northern Bavaria.

One primary centre of distribution of *Lupinus* in the Rhoen is in the Leitgraben/Elsgellen area (407 ha: 1998 10.6% *Lupinus* coverage), where nearly all the meadows are managed with the aid of subsidies from the Bavarian Contractual Nature Conservation Programme [*Bayerisches Vertragsnaturschutzprogramm*]. This management scheme prescribes the earliest possible date for carrying out management measures to 10 July and sets the deadline for the latest management to 31 October, which is four weeks after the end of the reproductive phase of *Lupinus*. It was found that on early mown sites where haymaking is the primary motivation for land use within this management scheme, there is in fact no evidence of *Lupinus* establishment. In addition to ensuring that the meadows are mown early enough, grazing them with (Rhoen) sheep is also a suitable measure for keeping the distribution and dispersal of

[1] Gewidmet Herrn Dr. Ulrich Glänzer (Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen) für sein stetes Engagement zur Förderung der Naturschutzarbeit und Forschung in Bayern – insbesondere in der Rhön.

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

Lupinus in check. Grazing, too, should be carried out before the *Lupinus* seeds ripen, since ripe *Lupinus* seeds can be dispersed by sheep endozoically, and with increased germination vigour.

Vegetation relevés from small-sedge communities (*Caricetum fuscae*), mat-grass grasslands (*Polygalo-Nardetum*) and yellow oat grasslands (*Geranio-Trisetetum*) in which *Lupinus polyphyllus* is present with high cover values (> 25%), have shown that the low-growing species are declining. Parallel to this process is an increase in tussock-forming grasses, such as *Poa chaixii* and *Deschampsia cespitosa*. Also a group of differentiating ruderal species (*Cerastium glomeratum, Galium aparine* agg., *Galeopsis tetrahit, Cirsium arvense* and *Urtica dioica*) characterise the *Lupinus* facies.

A typical feature of *Lupinus* dominance stands is that the biomass is distributed in the form of an upside-down pyramid, which, owing to the stand height (70–110 cm) and dense foliage, strongly shades the lower vegetation layers (< 30 cm) so that the species in these layers then thin out if they are unable to grow high and fast enough to keep up with the growth of *Lupinus*. Other invasive species that form dominance stands, such as *Impatiens glandulifera, Heracleum mantegazzianum* and *Reynoutria* spp., also have this property, and because of their height they can even assume the function of an absent shrub layer.

Keywords: biosphere reserve, invasive species, land-use change, long-distance dispersal, *Lupinus polyphyllus*, management, mountain meadows, nature conservation.

1. Einleitung, Ziele der Arbeit

Der biozönotische Erfolg eines Neophyten wird dadurch bestimmt, wie sehr es ihm gelingt, die Artenzusammensetzung, die Struktur und die Dynamik einer Phytozönose nachhaltig zu verändern (OTTE et al. 2002). Als wichtigsten, die Einbürgerung von Neophyten fördernden Faktorenkomplex bezeichnet FALINSKI (1998) Störungen in der Bestandsstruktur von Pflanzengemeinschaften sowie Störungen der Bodenstruktur und die Einbringung fremder Substrate; d. h. anthropogenen, dynamischen Prozessen kommt eine hohe Bedeutung bei der Förderung von nicht einheimischen Pflanzenarten zu.

Dazu zählen auch Änderungen bestehender Nutzungsregimes, die die Empfänglichkeit von Phytozönosen gegenüber Eindringlingen fördern (HOBBS & HUMPHRIES 1995). So ist Grünland nur so lange resistent gegen sie, wie traditionelle Verfahren der Grünlandbewirtschaftung, die zu seiner Entstehung geführt haben, beibehalten werden. Werden diese Nutzungsformen extensiviert, intensiviert oder de-intensiviert, können damit die Phytozönose verändernde Prozesse wie die Ergänzung ungesättigter Phytozönosen, der Austausch von Arten, die Reduzierung von Individuendichten, die Verdrängung von Arten oder die Neuzusammensetzung von Phytozönosen durch eindringende Arten, eingeleitet werden.

Von der Rücknahme landwirtschaftlicher Nutzungsintensitäten (De-Intensivierung, HABER 1991) sind derzeit vor allem ertragsschwache Grünlandbiotope und -regionen betroffen (HIETEL 2003, WALDHARDT et al. 2000). Sichtbar wird dieser Prozess neben zunehmender Verbuschung, Versaumung und dem weiteren Rückgang geschützter Arten auch an der Ausbreitung von konkurrenzstarken, Faziesbestände aufbauenden Neophyten, die vormals in Grünland-Biotopen nicht vorgekommen sind (THIELE & OTTE 2004, VOLZ 2003, OTTE et al. 2002, OTTE & FRANKE 1998).

Seit 1970 breitet sich in den Hochlagen silikatischer Mittelgebirge wie der Rhön die stickstofffixierende Fabacee *Lupinus polyphyllus* Lindl. aus. Großflächig verdrängen Herden der Stauden-Lupine artenreiche, mit Auflagen des Naturschutzes „gepflegte" Storchschnabel-Goldhaferwiesen (*Geranio-Trisetetum*) und Borstgrasrasen (*Polygalo-Nardetum*) in den Hochlagen und lassen ruderale *Lupinus*-Fazies entstehen, die über die Beeinflussung des Stickstoffhaushaltes die Wiederbewaldung der Rhöner Hochlagen beschleunigen (VOLZ 2003). Dieser Entwicklungsprozess steht den naturschutzfachlichen Zielen des Biosphärenreservats in der Pflegezone entgegen, die darauf ausgerichtet sind, die Landschaft in den Hochlagen offen zu halten (REINFELD 1977, PLANUNGSBÜRO GREBE 1995).

Ein Dichtezentrum der *Lupinus polyphyllus*-Verbreitung im Biosphärenreservat Rhön ist das Naturschutzgebiet „Lange Rhön" (2.657 ha, Ausweisung 1982) mit dem Quellbereich von Leitgraben und Elsbach. Dieses Gebiet genießt prioritären Schutzstatus, da dort noch

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

letzte Vorkommen des Birkhuhns (*Lyrurus tetrix* L.) existieren. Luftbildauswertungen (MAUL 2003, VOLZ & OTTE 2001) und Geländebegehungen zeigen, dass *Lupinus polyphyllus* in spät gemähten Wiesen (ab Anfang August) häufiger und mit höheren Abundanzen vorkommt als auf beweidetem Grünland. Über die Effekte von Beweidung mit Schafen und Rindern auf die Eindämmung von *Lupinus polyphyllus* in den Allmendeweiden der Hohen Rhön berichten OTTE et al. (2002).

Mit dieser Arbeit soll geklärt werden, welcher Zusammenhang zwischen der *Lupinus polyphyllus*-Verbreitung (Stand 1998) und der Nutzung und Pflege eines invadierten Gebietes besteht und wie sehr vegetations-strukturierende Eigenschaften von *Lupinus* zum Ausbreitungserfolg beitragen.

Dazu werden folgende Fragen untersucht:

– In welchen Biotoptypen kommt *Lupinus polyphyllus* bevorzugt und mit welcher Abundanz vor?

– Welcher Zusammenhang besteht zwischen der *Lupinus*-Verbreitung (Stand 1998) und der Nutzung und Pflege des betreffenden Gebietes?

– Wie wirkt *Lupinus polyphyllus* auf die Vegetationsstruktur montaner Grünlandgesellschaften bei später und ausgesetzter Mahd?

– Welche Bestands-regulierenden Maßnahmen zur Eindämmung von *Lupinus* lassen sich aus diesen Erkenntnissen ableiten?

2. Das Untersuchungsgebiet im Biosphärenreservat Rhön

2.1. Biosphärenreservat Rhön

Seit März 1991 gehört die Rhön (185.000 ha) zu den durch die UNESCO ausgewiesenen Biosphärenreservaten in Deutschland. Nationale Leitlinien (STÄNDIGE ARBEITSGRUPPE DER BIOSPÄRENRESERVATE IN DEUTSCHLAND 1995) bilden die Grundlage für die Zonierung in drei Gebietskategorien: In der Zone I (‚Kernzone', 2,3 %) hat der Schutz natürlicher bzw. naturnaher Ökosysteme höchste Priorität. Die Zone II (‚Pflegezone', differenziert in A 7,8 % und B 28,7 %) dient der Erhaltung und Pflege von Ökosystemen, die durch Nutzung entstanden oder beeinflusst sind. In der Zone A liegt das Untersuchungsgebiet Leitgraben/Elsgellen mit den Untersuchungsflächen dieser Arbeit. Für die Zone II in der Rhön gibt der Pflege- und Entwicklungplan (PLANUNGSBÜRO GREBE 1995) als vorrangiges Ziel vor, den Schwerpunkt der Naturschutzarbeit auf die Erhaltung der besonders wertvollen und hochempfindlichen Grünlandökosysteme sowie naturnahen Wälder auszurichten; Brachestadien und Aufforstungen sollen in der Pflegezone A vermieden werden.

2.2. Naturräumliche Grundlagen

Geographische Lage

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

Innerhalb des Naturraumes Rhön ist die Hohe Rhön eine in Nord-Süd-Richtung verlaufende, leicht gewellte und kaum besiedelte Hochfläche auf 600 bis 950 m ü. NN (zur Abgrenzung vgl. MEYNEN & SCHMITHÜSEN 1953). Den Nordteil der Hohen Rhön bildet die Lange Rhön; sie wurde als erstes Groß-Naturschutzgebiet der Rhön (2.657 ha) bereits 1982 ausgewiesen (GREBE & BAUERNSCHMITT 1995). Das 407 ha große Untersuchungsgebiet Leitgraben/Elsgellen liegt in seinem Zentrum (Lkr. Rhön-Grabfeld, Bayern). Das Gebiet wird durch die Hochrhönstraße (W), den Franzosenweg (S), die Straße am Oberelsbacher Graben (N) und durch die östliche Grenze des NSG begrenzt. Die Probeflächen liegen in der montanen Höhenstufe zwischen 740 und 850 m ü. NN (Abb. 1).

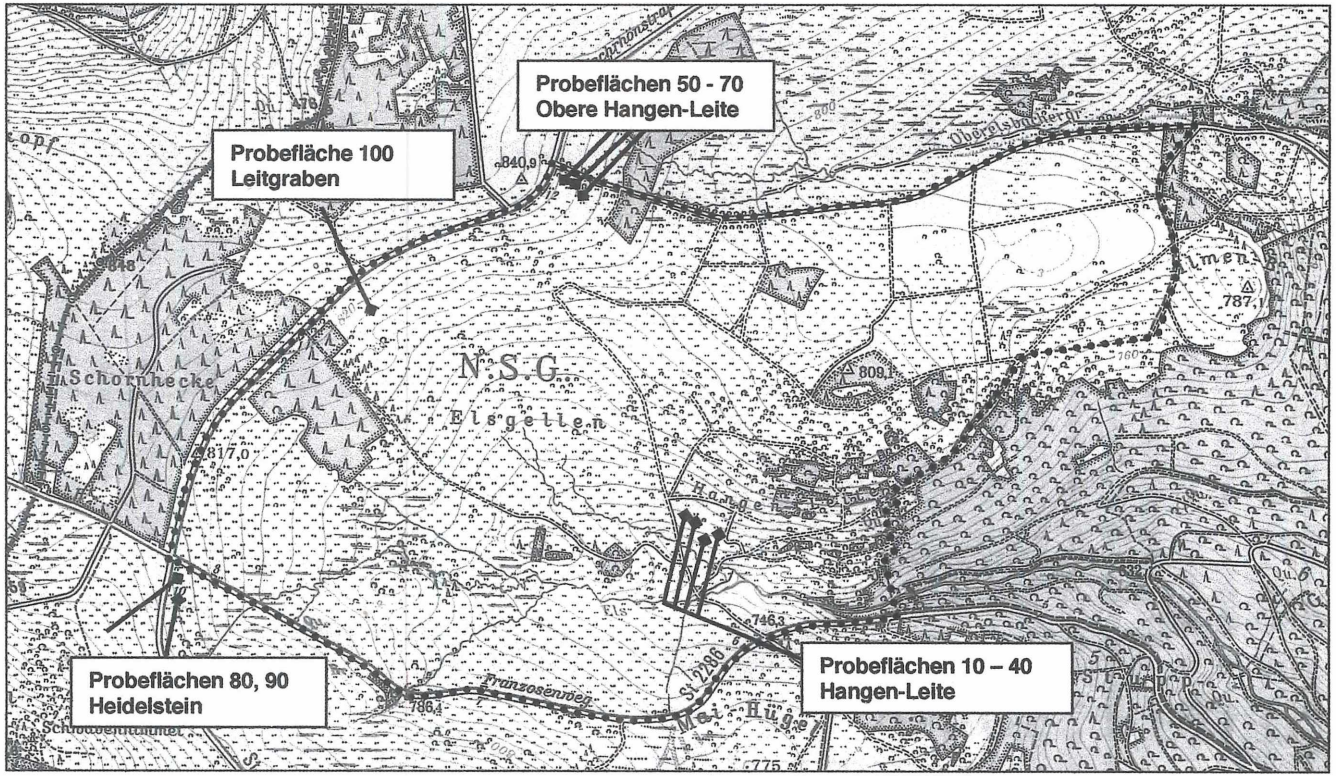


Abb. 1: Lage der Probeflächen im Untersuchungsgebiet Leitgraben / Elsgellen. Wiedergabe mit Genehmigung des Bayer. Landesvermessungsamtes München Nr. 198/05.

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

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

Klimatische Verhältnisse

Die Rhön liegt innerhalb der gemäßigten Klimazone im Übergang von subatlantischem zu subkontinentalem Klima. Offensichtlich wird dies durch die Zugehörigkeit zum binnenländischen Klimatypus (FEHN 1960) für die Station Wasserkuppe (921 m ü. NN) mit dem Niederschlagsmaximum im Sommer, der niedrigen, mittleren Januartemperatur (–5,6 °C) und der relativ niedrigen Jahresdurchschnittstemperatur von 4,7 °C. Die Hochrhön ist im Winterhalbjahr östlichen Kaltlufteinbrüchen ausgesetzt, an der Wasserkuppe fällt durchschnittlich ein Jahresniederschlag von 1.104 mm (Abb. 2).

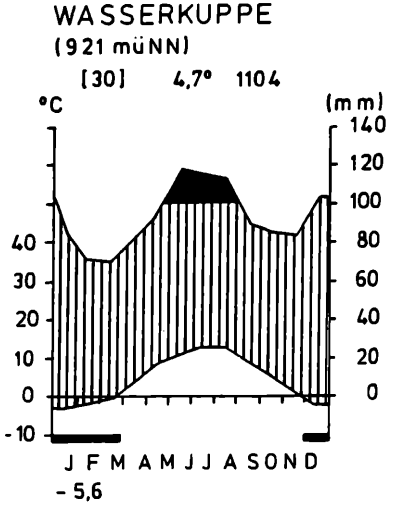


Abb. 2: Klimadiagramm der Station Wasserkuppe (Binnenlandtypus; erstellt nach MÜLLER-WESTERMEIER 1990).

Geologische Verhältnisse und Böden

Das Plateau der Hohen Rhön wird überwiegend von im Pliozän entstandenen vulkanischen Basaltdecken gebildet, die über triassischen Schichten lagern; ein Schema dazu ist bei SCHMITT (1990) abgebildet. So bilden Basalt und die Verwitterungsprodukte aus Basalt und Lößlehm nährstoffreiche saure, carbonatfreie Bodensubstrate, die vielfach skelettreich sind. Angaben über die chemische Zusammensetzung von Basalt und Löß als wichtigste Bodenausgangssubstrate hat BOHN (1996) zusammengestellt (Tab. 1) und bei VOLZ (2003) sind Nährstoffgehalte des Oberbodens (0–10 und 10 bis 20 cm) für *Lupinus*-Fazies der Probeflächen Leitgraben (Nr. 100) und Heidelstein (Nr. 90) veröffentlicht (Tab. 2): Die pH-Werte liegen im stark sauren Bereich zwischen 4,1 und 4,6. Der pflanzenverfügbare Phosphatgehalt der Probefläche am Leitgraben liegt etwas unter den Werten des Heidelsteins und ist bzgl. der Phosphatversorgung im unteren Wertebereich einzustufen. Dies gilt auch für die Kaligehalte. Das C/N-Verhältnis zwischen 10 und 11 kennzeichnet eine günstige Stickstoffversorgung; allerdings steigt der Kohlenstoffgehalt bei zunehmender Bodenfeuchtigkeit an und das C/N-Verhältnis wird ungünstiger, denn in gleichem Ausmaß wie die Bodennährstoffgehalte differenziert der Wasserhaushalt die Ausbildung der Vegetation (BOHN 1996).

2.3. Nutzung

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

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

Tabelle 1: Chemische Zusammensetzung wichtiger Ausgangsgesteine auf Blatt CC 5518 Fulda (BOHN 1996)

Gestein / Oxide	Basalt (Tertiär) (Gew. %)	Löß (Pleistozän) (Gew. %)
SiO_2	29,6 - 46,9	63,6 - 66,2
Fe_2O_3	14,1 - 28,0	4,0 - 4,2
FeO	0 - 0,7	o. A.
MnO	0,1 - 0,2	0 - 0,1
MgO	0,6 - 2,5	1,1 1,6
CaO	0,8 - 2,5	7,5 - 7,9
K_2O	0,1 1,7	0,8 - 1,9
P_2O_5	0,4 - 1,0	0 - 0,1
$CaCo_3$		8,3 - 11,1

Tabelle 2: Bodennährstoffgehalte im Untersuchungsgebiet Leitgraben / Elsgellen auf Blatt CC 5518 Fulda (VOLZ 2003)

Nährstoffe / Gebiet (Probefläche)		Leitgraben (100) * (mg / 100 g)	Heidelstein (90) * (mg / 100 g)
pH (KCl)	0 - 10 cm	4,6	4,3
	10 - 20 cm	4,5	4,1
P_2O_5	0 - 10 cm	4,3	5,2
	10 - 20 cm	4,1	4,7
K_2O	0 - 10 cm	33	36
	10 - 20 cm	29	23
C / N	0 - 10 cm	11	11,5
	10 - 20 cm	11	10,6

* Die Daten wurden in *Lupinus*-Fazies erhoben.

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

Da eine Rückführung von Nährstoffen in Form von Düngung ausblieb, verhagerten die auf diese Weise bewirtschafteten Flächen, so dass auf trockenen bis mäßig feuchten, sauren Standorten Borstgrasrasen mit sehr geringen Wuchsleistungen (ca. 10–15 dt Heu pro ha und

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

Jahr) und dementsprechend schlechter Futterqualität entstanden. Sehr feuchte und nasse Bereiche wurden zur Streugewinnung genutzt, blieben aber in sehr niederschlagsreichen Jahren ungenutzt, während in trockenen Jahren das gesamte Grünland genutzt werden konnte. So wechselte der Nutzungsumfang von Jahr zu Jahr je nach Witterung. Diese Praxis hat sich bis heute erhalten. Durch die frühere witterungs- und bodenangepasste rein manuelle Bewirtschaftung entwickelten sich standortangepasste Nutzungsmuster mit dem dafür typischen Mosaik aus Borstgrasrasen, Goldhaferwiesen und Feuchtwiesen, Gräben und vereinzelten Weiden-Gebüschen.

Im 20. Jh. wurden zahlreiche Planungen zur Verbesserung der Lebensbedingungen und Wirtschaftsstruktur der kargen Rhön entwickelt – wie die Schaffung sog. ‚Erbhöfe' für den zukünftigen Rhönbauern (Rhönhof bei Hausen, 790 m ü. NN). Parallel zu diesen Maßnahmen wurde eine Intensivierung der Grünlandnutzung insbesondere durch Entwässerungen und umfangreiche Entsteinungen der von Basaltblöcken bedeckten Hochflächen gefördert. Mit einem intensiven Wegebau (Hochrhönstraße ab 1930) wurde begonnen und Windschutzstreifen wurden angepflanzt. 1933 wurden umfangreiche staatliche Aufforstungen (überwiegend Fichte) getätigt. Nach VOLZ (2003) sind die Flurstücke am Leitgraben und an der Schornhecke 1942 durch den Reichsarbeitsdienst mit Fichten aufgeforstet und zur Standortverbesserung mit *Lupinus polyphyllus* eingesät worden. „Es kann davon ausgegangen werden, dass von diesen Standorten eine allmähliche, flächige Ausbreitung entlang von Gräben und ungemähten Hochstaudengesellschaften ausging (z. B. am Leitgraben, Elsgellen, Stirnberg Westhang)" (VOLZ 2003). Die Vorhaben der Siedungsentwicklung und ackerbaulichen Nutzung wurden nach 1945 nicht fortgeführt; allerdings wurden zwischen 1950 und 1960 Flurbereinigungen zur effizienteren Nutzung des Grünlandes begonnen. In den nicht flurbereinigten Gebieten der Hochrhön um den Heidelstein, den Querberg und die Ursprungsmulde von Leitgraben und Elsgellen ist die traditionelle Magerwiesen-Landschaft mit frischen bis nassen, häufig quelligen Standorten erhalten geblieben, wo je nach Wasserhaushalt und Nutzung verschiedene Gesellschaften des Feucht- und Nassgrünlandes mit eingestreuten Solitärbäumen, -sträuchern und Gehölzgruppen vorkommen (SCHENK 1993, GREBE & BAUERNSCHMITT 1995, BOHN 1996).

2.4. Rahmenbedingungen für den Schutz des Birkhuhns

Nach GEIER & GREBE (1987) und KOLB (1996) beherbergte die Rhön den größten außeralpinen Birkhuhnbestand in Mitteleuropa. Das Birkhuhn *(Lyrurus tetrix* L.) gilt als Leitart offener Wiesenlandschaften, für die noch weitere Bodenbrüter wie Wachtelkönig *(Crex crex* L.) und Bekassine *(Gallinago gallinago* L.) sowie (Halb)Offenlandarten, z.B. Braunkehlchen *(Saxicola rubetra* L.), Neuntöter *(Lanius collurio* L.) und Raubwürger *(Lanius excubitor* L.) charakteristisch sind.

1996 wurde deshalb das NSG „Lange Rhön" als europaweit bedeutsames Schutzgebiet (FFH-Gebiet, Natura 2000) anerkannt (GEIER et al. 1998). Das Gebiet Leitgraben/Elsgellen gehört zu den Birkhuhn-Kernhabitaten (Schutzzone A), denn die Elsgellen gelten als Zentrum der Überwinterungs-Habitate.

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

a) Regulierung der Gehölzdichte: großflächige Entbuschungsmaßnahmen alle 20 Jahre, Einzelentnahmen auf jährlich 10 % der betroffenen Fläche im Naturschutzgebiet,

b) Brachestreifenkonzept: Erhaltung eines Mosaiks aus gemähten Flächen und Brachestadien unterschiedlichen Alters entlang der Flurstücksgrenzen, flächige Brachen um Lese-

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

steinhaufen und -riegel, um Nassstellen, um Einzelgehölze und um Gehölzgruppen, Mahd im zweijährigen Rhythmus,

c) Erstpflege größerer brachgefallener Flächen, um die jährliche Mahd wieder zu ermöglichen und

d) Staffelung der Mahdzeitpunkte (10. Juli: 50 % der Fläche, 01. August: 25 % der Fläche, 01. September: 25 % der Fläche) und Abtransport der Mahdgutes bis zum 31. Oktober. Im Anschluss an die Mahd werden die Flächen mit Schafen (Wanderschäferei) flächig nachbeweidet.

Allgemein findet die Bewirtschaftung mit kleinen bis mittleren Maschinen statt. Die Menge der Flächen, die von einem Landwirt an einem Tag bewirtschaftet bzw. gemäht wird, ist unterschiedlich und wetterabhängig. Gräben und Steinriegel geben die Mahdrichtung eines Flurstückes vor. Die Flächen werden i. d. R. längs der Hangrichtung von oben nach unten und von außen nach innen gemäht. Das Ausmähen der Ränder der Flurstücke, die oft von Steinriegeln umgrenzt sind, unterbleibt in den meisten Fällen, da die Gefahr einer Beschädigung des Mähwerks besteht. Nach der Schutzgebietsverordnung ist das „Entsteinen" der Flächen verboten und Steinriegel und Gehölze sollen weit ummäht werden. Kleine Flächen zwischen Grenzen der Flurstücke und Teile großer Flurstücke sollen ungemäht bleiben, um der Strukturverarmung des Birkhuhn-Lebensraums durch großflächige jährliche Mahd entgegenzuwirken. Zur Erleichterung der Bewirtschaftung ist das Absammeln von Lesesteinen von Hand aus dem Grünland mit Genehmigung grundsätzlich gestattet, denn nicht entsteinte Flächen bleiben ungemäht.

3. Herkunft, Verwendung und biologische Eigenschaften von *Lupinus polyphyllus*

Die Gattung *Lupinus* ist ursprünglich rund um das Mittelmeer und in Afrika (12 Arten, nur ein- und zweijährig) sowie in Nord-, Mittel- und Südamerika (88 Arten) beheimatet. Das Genzentrum von *Lupinus polyphyllus* Lindl. liegt an der Westküste Nordamerikas (HACKBARTH 1961), wo sie unter ozeanischem Klimaeinfluss auf offenen Bergwiesen von Britisch Kolumbien bis Kalifornien verbreitet ist (HANELT 1960, HANSEN et al. 1994).

Lupinus polyphyllus wurde 1827 als Neuentdeckung von Lindley beschrieben. Bereits 1829 kam sie als Zierpflanze nach Europa (GOEZE 1913); erste Meldungen über synanthrope Vorkommen in Deutschland stammen aus Bayern, wo *Lupinus polyphyllus* seit 1890 an einem Waldrand zwischen Erlangen und Bubenreuth eingebürgert beobachtet wurde (HEGI 1964: 1155). Da *Lupinus polyphyllus* im besiedelten Bereich als Zierpflanze beliebt ist, zur Nährstoffverbesserung von Forststandorten eingesetzt und zu Böschungsbegrünungen im Landschaftsbau, als Wild- und Bienenfutter (ZANDER 1930) ausgesät wird, ist die Pflanze in Deutschland – mit Ausnahme in den Kalkgebieten Süddeutschlands (SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990, HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988, BENKERT et al. 1996, SCHUMACHER 2003) – gemein verbreitet.

Lupinus polyphyllus ist ein Hemikryptophyt mit der Fähigkeit zur unterirdischen Ausläuferbildung. Das ausgedehnte Hauptwurzelsystem der adulten Pflanze wurzelt bis in einer Bodentiefe von 1,8 Metern und kann so in tieferen Bodenschichten gelöste Nährstoffe wie Kalium, Phosphor oder Magnesium aufnehmen. Darüberhinaus bindet sie über eine Symbiose mit Knöllchenbakterien der Gattungen *Rhizobium* und *Bradyrhizobium* molekularen Luftstickstoff.

Die Lupine erreicht eine Wuchshöhe von 100–150 cm. Davon können die kegeligen Blütentrauben 50–60 cm einnehmen (Hauptblüte Juni bis Juli). Nach der Fremdbefruchtung bilden sich Hülsenfrüchte mit 4–12 Samen (Tausendkorngewicht 20–23 g), die zwischen Mitte Juli und Ende August ausreifen (OTTE et al. 2002). Je nach Standortgunst produzieren Einzelpflanzen in der Hohen Rhön zwischen 360 und 580 Samen (VOLZ 2003), die aktiv über einen Schleudermechanismus ausgestreut werden, der durch das Wachstum der Samen und Gewebespannungen in der verholzenden Faserschicht der Hülsenklappen aus-

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

gelöst wird (HEGI 1964: 1139, zitiert ZIMMERMANN 1879/81). Um die potenzielle autochore Samenflugweite festzustellen, wurde, um von Windbewegungen und Relief unabhängig zu sein, eine 120 cm hohe fruchtende Pflanze im Gewächshaus aufgestellt und die Distanz der ausgestreuten Samen vom Zentrum der Mutterpflanze aus gemessen (VOLZ & OTTE 2001). Dabei wurde festgestellt, dass die Samen zwar bis 5,5 m weit verstreut werden können, aber 37 % der Samen im Radius von 100 cm um die Mutterpflanze niederfallen, so dass dort die größte Keimlingsdichte zu erwarten ist.

4. Dokumentations- und Auswertungsmethoden

4.1. Kartierung von *Lupinus polyphyllus* in Biotoptypen des Untersuchungsgebietes

Da für das Gebiet Leitgraben/Elsgellen Echtfarben-Luftbilder der Hauptblütezeit von *Lupinus* vorlagen (Befliegung vom 21. 06. 1998, Maßstab 1 2.500), war es möglich mittels Binokular (Fa. Zeiss) und Lupe (Stereo Zoom Transfer Scope, Fa. Bausch & Lomb) drei Bestandes-Dichteklassen zu unterscheiden: L1 (über die Fläche verteilte Einzelpflanzen): 1–5 % Deckung, L2 (in Verdichtung befindlicher Bestand): 6–50 % Deckung und L3 (Fazies-Bestand): 51–100 %. Die abgegrenzten Flächen wurden auf die Flurkarte (M 1 5.000; NW 112–47) der Gemarkung Roth übertragen und mit dem Geographischen Informationssystem ArcView in eine digitale Kartengrundlage überführt.

1986 wurde im Rahmen des Pflege- und Entwicklungsplanes für das NSG „Lange Rhön" von GEIER & GREBE eine Verbreitungskarte der Biotoptypen erstellt. Diese Kartengrundlage liegt nach einem Abgleich mit Color-Infrarot-Luftbildern (CIR) ebenfalls in digitaler Form vor (POKORNY 1996); da die Kartengrundlage bereits 15 Jahre alt ist, ist die Verbreitung der erfassten Biotoptypen mit dem Zustand 1998 nicht mehr völlig identisch. Im Ausschnitt Leitgraben/Elsgellen kommen die nachfolgend aufgelisteten Biotoptypen vor, in denen Probeflächen für die Untersuchungen ausgewählt wurden: Mageres Grünland (1), Mesophiles Grünland (2), Mageres Feuchtgrünland (3), Nassgrünland (4), Seggen-, Binsen- und Röhrichtbestand (5), Hochstaudenflur (6) sowie Gehölz und Vorwald (7), Wald (8), Gewässer (9), Weg und Straße (10).

Um Verbreitungsschwerpunkte von *Lupinus polyphyllus* zu ermitteln, wurden die Flächenanteile der Dichteklassen von *Lupinus* mit den Programmen ArcView GIS 3.2 und Microsoft EXCEL '00 an den Biotoptypen des Untersuchungsgebietes berechnet.

4.2. Freiland-Untersuchungen

Im Untersuchungsgebiet Leitgraben/Elsgellen wurden im Frühsommer 2001 zehn Probeflächen in denjenigen Biotoptypen eingerichtet, in denen *Lupinus* einen Vorkommensschwerpunkt hat (Abb. 1, Abb. 3). Die Auswahl der Probeflächen innerhalb der Biotoptypen wurde so getroffen, dass für vergleichende Untersuchungen jeweils ein *Lupinus*-Dominanzbestand und eine Fläche ohne oder mit geringen *Lupinus*-Deckungsgraden in unmittelbarer Nähe vorkommen. In den Beständen der Probeflächen wurden 5 x 15 m große Flächen für die Untersuchungen abgegrenzt, die jeweils in drei Wiederholungsquadrate (5 x 5 m) unterteilt wurden, um die Variabilität kleinräumiger standörtlicher Heterogenitäten mit zu erfassen. Die Flächengröße von 25 m² entspricht der von VOLLRATH (1979) und DIERSCHKE (1994) für Wiesen empfohlenen Aufnahmegröße.

Bodennährstoffgehalte

Auf den Probeflächen 90 (Heidelstein) und 100 (Leitgraben) wurden Bodenproben des Oberbodens zur Abschätzung der Nährstoffsituation im *Lupinus*-Fazies vorgenommen. Drei Bohrstock-Bodenproben (1998) des Oberbodens wurden aus den Tiefen 0–10 cm und 10–20 cm auf den Untersuchungsflächen entnommen und zu einer Mischprobe vereinigt. Der pH-Wert (KCl) und die Gehalte an P_2O_5 und K_2O in mg/100 g Boden wurden nach CAL-Auszug (VDLUFA 1991) ermittelt. Die Gesamtgehalte an Kohlenstoff (C entspricht Corg, da Böden carbonatfrei sind) und Stickstoff (N) wurden elementar nach Dumas in einem C/N-Analyzer (NA 1500, Firma Carlo Erba) bestimmt.

Vegetationsaufnahmen

Die vegetationskundliche Bestandsaufnahme auf den 30 Flächen (5 m x 5 m) erfolgte nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964). Zur Schätzung der Deckungsgrade wurde eine achtteilige Skala (PFADENHAUER 1993) angewendet (Tab. 3). Die Vegetationsaufnahmen wurden Anfang Juli 2001 (Ausnahme Fläche 10: erst Ende August 2001) erhoben. Die Nomenklatur der Arten entspricht der Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen von WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998).

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

Tabelle 3: Schätzskala zur Vegetationsaufnahme

Code	Anzahl der Individuen pro Aufnahmefläche	Transformationswert in % für das Auswertungsprogramm „BSVEG“
r	< 5 %, 1 - 2 Individuen	0,1
+	< 5 %, 2 – 5 Individuen	0,5
1	< 5 %, 6 – 100 Individuen	3
2a	5 – 15 %	10
2b	15 – 25 %	20
3	25 – 50 %	37,5
4	50 – 75 %	62,5
5	75 – 100 %	87,5

Auswertung der Vegetationsaufnahmen

Die Vegetationsaufnahmen sind nach dem üblichen Verfahren (DIERSCHKE 1994) in einer Vegetationstabelle zusammengestellt worden. Die Benennung der pflanzensoziologischen Einheiten folgte weitgehend PEPPLER (1992) und DIERSCHKE (1997). Die Berechnung mittlerer Zeigerwerte (ELLENBERG et al. 1992) zur Abschätzung der standörtlichen Präferenz der dokumentierten Arten erfolgte mittels des Programms BSVEG (STORCH 1985). Die Zeigerwerte wurden vom Deckungsgrad unabhängig nach der Präsens (= ungewichtet) berechnet, um hohe Deckungsgrade einzelner Arten (z. B. von *Lupinus polyphyllus)* auszubalanzieren.

Mittels des Ordinationsprogramms PC-Ord 4.14 (MCCUNE & MEFFORD 1999 a) lassen sich (Un-)Ähnlichkeiten zwischen den Vegetationsaufnahmen und ihren Artenspektren analysieren und geometrisch abbilden (GLAVAC 1996, MCCUNE & MEFFORD 1999 b). Das Verfahren der indirekten Ordination (Detrended Correspondence Analysis; Decorana oder DCA) ordnet Vegetationsaufnahmen bzw. ihre Arten nach der Ähnlichkeit eines floristischen Gradienten in einem Ordinationsdiagramm an. Alle seltenen Arten mit nur einmaligem Vorkommen gingen in die DCA-Analyse nicht ein. Die Vegetationsaufnahmen der Fläche 70 (*Caricetum fuscae*) wurden nicht mit ordiniert, da keine entsprechende Fazies mit *Lupinus polyphyllus* dokumentiert wurde. Aus den Berechnungen der Ordination wurde *Lupinus* ausgeschlossen, da er als dominierende Art die (Un-)Ähnlichkeiten innerhalb des Datensatzes stark beeinflussen würde. Folgende Grundeinstellungen wurden bei der DCA-Analyse angewendet: 'Down weight rare species', 'Rescale axes', 'Rescaling treshold = 0', 'Number of segments = 26', 'Power transformation: p = 0.5'

Vegetationsstruktur

Ergänzend wurden Untersuchungen der Vegetationsstruktur von Beständen mit und ohne *Lupinus*-Dominanz ausgeführt. Diese Erhebungen wurden auf 1 m² großen Ausschnitten der Vegetationsaufnahmeflächen der Probeflächen 10 (11, 12, 13), 20 (21, 22, 23), 30 (31, 32, 33), 40 (41, 42, 43), 50 (51, 52, 53), 60 (61, 62, 63), 80 (81, 82, 83), 90 (91, 92, 93) und 100 (101, 102, 103) ausgeführt. In jedem Aufnahmequadrat wurde der Deckungsgrad der Grasartigen, der Kraut- und der *Lupinus*-Schicht an der Gesamtvegetation (Summe aller Deckungsgrade jeweils 100 % bezogen) in fünf Bestandes-Höhenstufen (0–10 cm, > 10–30 cm, > 30–50 cm, > 50–70 cm, > 70–90 cm und > 90–110 cm) geschätzt. Dabei wurde so vorgegangen, dass die Vegetation des betr. Quadrats von oben nach unten fortschreitend jeweils auf die entsprechende Höhe gestutzt wurde, worauf dann die Schätzung (%) in der Aufsicht erfolgte. Die Schätzungen der jeweils zusammengehörigen Vegetationsaufnahmen wurden gemittelt. Die Untersuchungen zur Vegetationsstruktur erfolgten im Anschluss an die pflanzensoziologische Aufnahme Anfang Juli 2001.

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

5. Ergebnisse

5.1. Verbreitungsschwerpunkte von *Lupinus polyphyllus* in den Biotoptypen des Untersuchungsgebietes Leitgraben/Elsgellen

1998 sind im 407 ha großen Untersuchungsgebiet Leitgraben/Elsgellen 10,6 % der Fläche mit *Lupinus polyphyllus* bewachsen. Davon entfallen 6,5 % auf die *Lupinus*-Dichteklasse L1 und 2,9 % auf die Dichteklasse L2. Nur 1,3 % des Gebietes sind von *Lupinus*-Dominanzbeständen (Dichteklasse L3) bedeckt. Auffällig ist, dass *Lupinus* nicht homogen über die Fläche verteilt ist. So befinden sich Massenvorkommen von *Lupinus* am Fichtenforst Leitgraben (großflächig niedrige bis hohe Dichteklassen) und an der Hangen-Leite (großflächig niedrige Dichteklasse). Entlang von Straßen-, Wegrändern und Steinriegeln sowie in den vernässten Muldenlagen des Elsbachs befinden sich kleinere, teils lineare *Lupinus*-Vorkommen (Abb. 3).

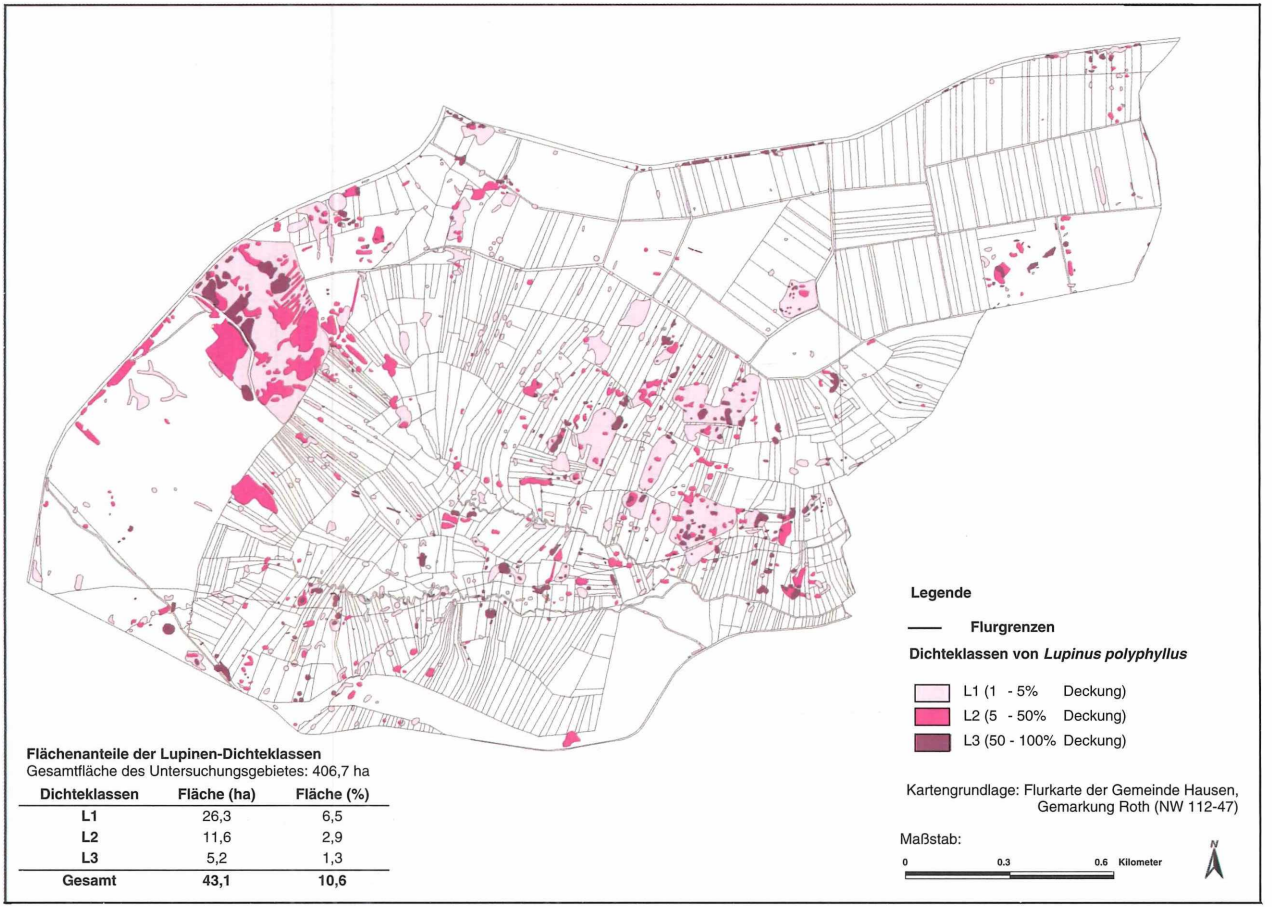
Den größten Flächenanteil des Gebietes nehmen innerhalb der vorkommenden Biotoptypen „Mesophiles Grünland" (38,0 %) und „Mageres Grünland (21,2 %) ein (Abb. 4). Dies sind i. d. R. die für das Gebiet charakteristischen Goldhaferwiesen (*Geranio sylvatici-Trisetetum flavescentis*) und Borstgrasrasen (*Polygalo-Nardetum*). Weiterhin häufig ist der Anteil des Biotoptyps „Nassgrünland" (14,3 %), dessen *Filipendulion-, Calthion-* und *Molinion*-Bestände in den Quellmulden des Elsbaches, auf größeren Flächen am Leitgraben und im Süden des Untersuchungsgebietes verbreitet sind. Weiterhin häufen sich in den Quellmulden die Biotoptypen „Seggen-, Binsen- und Röhrichtbestand" (9,1 %) mit Pflanzengesellschaften des Verbandes *Caricion fuscae* (OTTE et al. 2002).

Die Verbreitungsschwerpunkte der *Lupinus*-Vorkommen in den Biotoptypen des Untersuchungsgebietes werden mit den Abb. 5 und 6 verdeutlicht. *Lupinus* kommt außer in den Biotoptypen „Gewässer" sowie „Wege, Straßen" in allen Lebensräumen vor. Am häufigsten und mit den höchsten Deckungsgraden ist *Lupinus* in den Offenland-Biotoptypen zu finden: Im „Nassgrünland" (58,3 ha) bedeckt *Lupinus* 23,2 % der Flächen, im „Mageren Grünland" (86,1 ha) beträgt der *Lupinus*-Anteil immerhin noch 12 %, dagegen weist „Mageres Feuchtgrünland" (8,0 ha) nur auf 6,3 % seiner Fläche *Lupinus*-Funde aus. Dann folgen „Hochstaudenfluren" (6,4 ha), „Mesophiles Grünland" (154,7 ha) und „Seggen-, Binsen- und Röhrichtbestand" (36,8 ha) mit *Lupinus*-Vorkommen auf einer Fläche von 10,9 %, 9,2 % bzw. 8,4 %. In den lichtärmeren Biotoptypen „Wald (31,1 ha) und „Gehölz, Vorwald" (5,4 ha) ist *Lupinus* mit 2,3 bzw. 1,9 % deutlich seltener.

5.2. Einfluss von Pflege- und Nutzung auf *Lupinus*-Deckungsgrade

In Tab. 4 sind Angaben zu den Pflege- und Nutzungsvereinbarungen und den Deckungsgraden der *Lupinus*-Vorkommen auf den untersuchten Probeflächen aufgelistet. Vorab ist festzustellen, dass – mit Ausnahme von Fläche 100 – alle Flächen mit Mitteln des Vertragsnaturschutzes gepflegt werden. Deutlich erkennbar ist, dass dort, wo noch heute die Heugewinnung ein zentrales Anliegen der Nutzung ist, *Lupinus polyphyllus* nur mit geringen Deckungsgraden oder gar nicht vorkommt. Gekoppelt ist die Option der Heugewinnung an einen möglichst frühen Mahdtermin (10. Juli), um das unter gegebenen Standortbedingungen hochwertigste Winterfutter gewinnen zu können (VOIGTLÄNDER & VOSS 1978). Die Nutzer der Flächen 20, 30, 60, 70 und 80 sind Schäfer, die das Heu der Hochlagen als Winterfutter für die Schafherden brauchen.

Anders verhält es sich mit Flächen, wo *Lupinus* Fazies bildet (Abb. 7/8). So kann Fläche 40 zwar ab 10. Juli gemäht werden, aber da der Nutzer keine Verwendung für das Heu hat, ist der Mahdtermin nicht am optimalen Reifezustand des zukünftigen Futters ausgerichtet (= Schossen der Gräser), sondern wird von der Vertragserfüllung bestimmt: d. h. gemäht wird, wenn Zeit dafür ist. Fläche 10 darf ab 01. August gemäht werden, der tatsächliche Mahdtermin lag hier 2000 und 2001 erst nach dem 01. September. Die Flächen 50 und 90 liegen an Straßen-begleitenden Gebüschrändern, wo keine Mahd stattfindet, da Schäden am Mähwerk befürchtet werden. Fläche 100 ist seit 1991 aus ornithologischen Gründen als Brache geschützt.

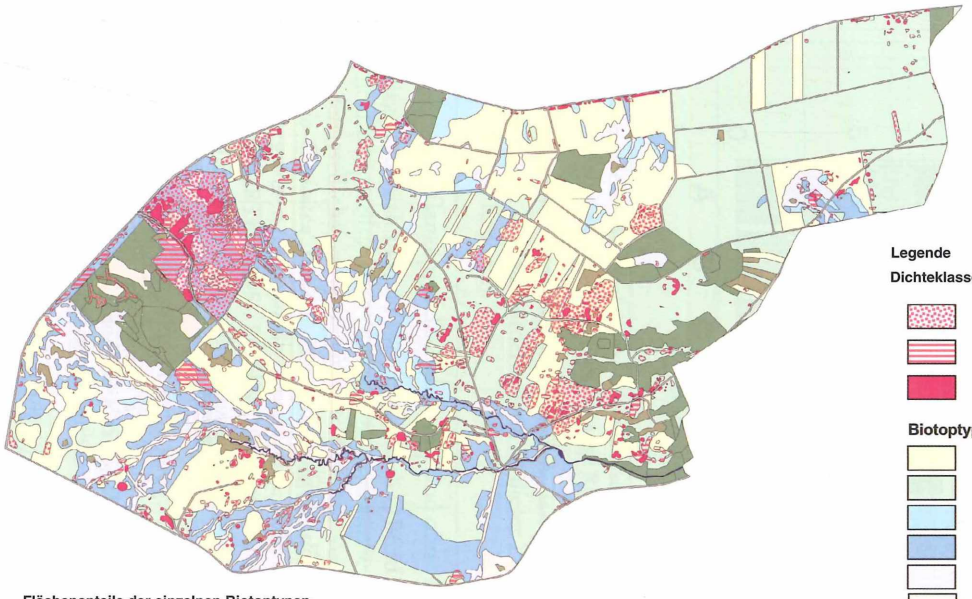


Flächenanteile der Lupinen-Dichteklassen
Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes: 406,7 ha

Dichteklassen	Fläche (ha)	Fläche (%)
L1	26,3	6,5
L2	11,6	2,9
L3	5,2	1,3
Gesamt	**43,1**	**10,6**

Abb. 3: Verbreitung von *Lupinus polyphyllus* im Gebiet Leitgraben / Elsgellen 1998 (NSG „Lange Rhön", Bayern).

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



Flächenanteile der einzelnen Biotoptypen

Biotoptypen	Fläche (ha)	Fläche (%)
Mageres, trockenes Grünland *(i. d. R. Borstgrasrasen)*	86,1	21,2
Mesophiles Grünland *(i. d. R. Goldhaferwiesen)*	154,7	38,0
Mageres Feuchtgrünland	8,0	2,0
Nassgrünland	58,3	14,3
Seggen-, Binsen-, Röhrichtbestände	36,8	9,1
Hochstaudenfluren	6,4	1,6
Gehölze, Vorwald	5,4	1,3
Wald	31,1	7,7
Gewässer	1,1	0,3
Wege, Straßen	18,8	4,6
Gesamt	**406,7**	**100,0**

Abb. 4: Verbreitung von *Lupinus polyphyllus* in den Biotoptypen des Untersuchungsgebietes Leitgraben / Elsgellen

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

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

Tabelle 4: Pflege- und Nutzungsverhältnisse auf den Grundstücken der Vegetationsaufnahmen (NSG "Lange Rhön", Gebiet Leitgraben/Elsgellen)

Spalten-Nr. (vgl. Tab.5)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	13	14	15	16	17	18	25	26	27	22	23	24	19	20	21	10	11	12	28	29	30
Aufnahme- Nr.	73	71	72	81	82	83	62	61	63	33	31	32	21	22	23	91	92	93	41	43	42	11	12	13	53	51	52	101	103	102
Gebiet																														
Obere Hangen-Leite	x	x	x				x	x	x																x	x	x			
Hangen-Leite										x	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x	x						
Heidelstein				x	x	x										x	x	x												
Leitgraben																												x	x	x
Lage																														
Höhe (m ü. NN)	825	825	825	830	830	830	825	825	825	745	745	745	750	750	750	830	830	830	750	750	750	755	755	755	825	825	825	820	820	820
Hangneigung [°]	2	2	2	5	5	5	5	5	5	15	15	15	15	15	15	5	5	5	10	10	10	15	15	15	3	3	3	3	3	3
Exposition	O	O	O	NO	NO	NO	O	O	O	S	S	S	S	S	S	NO	NO	NO	S	S	S	S	S	S	O	O	O	SO	SO	SO
Pflege / Nutzung																														
Brache-Zeitraum 19.. bis 19..				83 bis 90	83 bis 90	83 bis 90										83 bis 90	83 bis 90	83 bis 90	82 bis 91	82 bis 91	82 bis 91				95 bis 01	95 bis 01	95 bis 01	91 bis 01	91 bis 01	91 bis 01
Vertragsnaturschutz seit 19..	93	93	93	91	91	91	93	93	93	81	81	81	87	87	87	91	91	91	92	92	92	87	87	87	93	93	93	-	-	-
Nutzungsänderung seit 19..																			92	92	92	97	97	97						
Mahd möglich ab	10. Jul.	10. Jul.	10. Jul.	10. Jul.	10. Jul.	10. Jul.	10. Jul.	10. Jul.	10. Jul.	10. Jul.	10. Jul.	10. Jul.	10. Jul.	10. Jul.	10. Jul.	10. Jul.	10. Jul.	10. Jul.	10. Jul.	10. Jul.	10. Jul.	01. Aug.	01. Aug.	01. Aug.	10. Jul.	10. Jul.	10. Jul.			
Mahdgutabfuhr bis	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.	31. Okt.			
tatsächlicher Nutzungstermin ab																			25. Jul.	25. Jul.	25. Jul.	01. Sep.	01. Sep.	01. Sep.						
Heugewinnung (ja +, nein -)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+/-	+/-	+/-		+/-	+/-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vegetation																														
Deckung (%) *Lupinus polyphyllus*	3	1	3	.	.	.	.	1	.	1	.	1	1	1	1	70	70	75	65	70	90	90	90	90	70	60	80	75	85	85
Pflanzengesellschaft (vgl. Tab. 3)	1	1	1	2.1	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3	3.1	3.1	3.1	3.1.1	3.1.1	3.1.1	3.1.1	3.1.1	3.1.1	3.1.1	3.1.1	3.1.1	2.2	2.2	2.2	3.1.1	3.1.1	3.1.1
Biotoptyp (Erläuterung s. u.)	5	5	5	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2

Erläuterung Biotoptyp: 1 = Mageres Grünland, 2 = Mesophiles Grünland, 5 = Seggen-, Binsen- und Röhrichtbestand

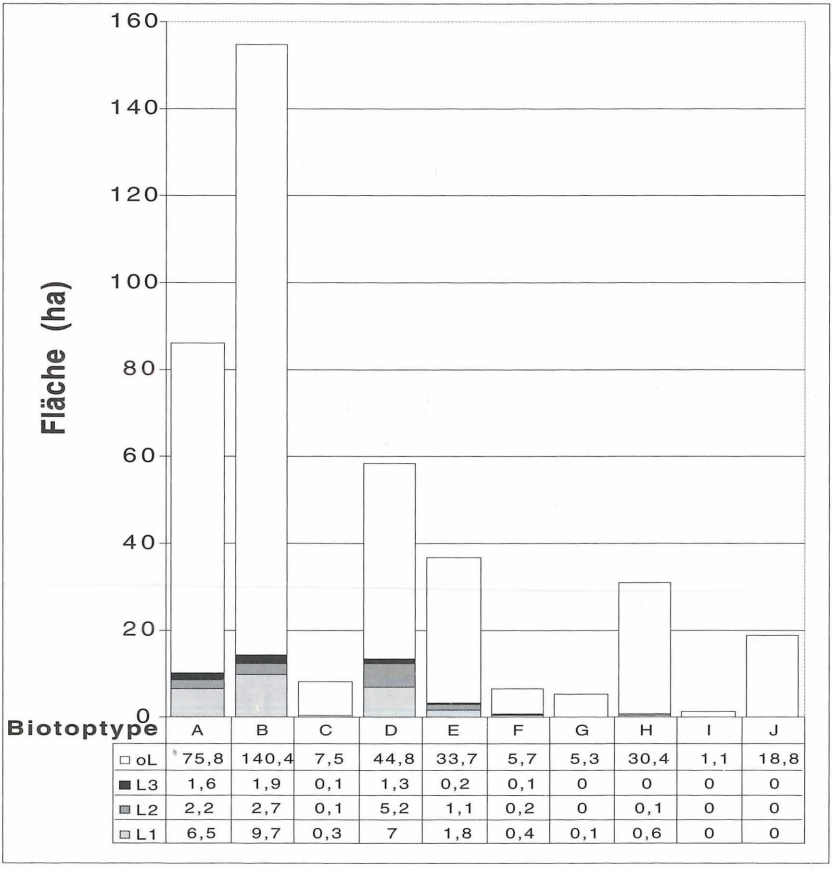


Abb. 5: Anteil (ha) der Flächen der *Lupinus*-Dichteklassen an den Flächen der Biotoptypen im Untersuchungsgebiet Leitgraben / Elsgellen (NSG „Lange Rhön", Bayern).

Legende: Biotoptypen (Gesamtfläche in ha): A: Mageres, trockenes Grünland (86,1); B: Mesophiles Grünland (154,7); C: Mageres Feuchtgrünland (8,0); D: Nassgrünland (58,3); E: Seggen-, Binsen- und Röhrichtbestände (36,8); F: Hochstaudenfluren (6,4); G: Gehölze, Vorwald (5,4); H: Wald (31,1); I: Gewässer (1,1); J: Wege, Straßen (18,8); *Lupinus*-Dichteklassen: L1, L2, L3; oL: ohne Lupine

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

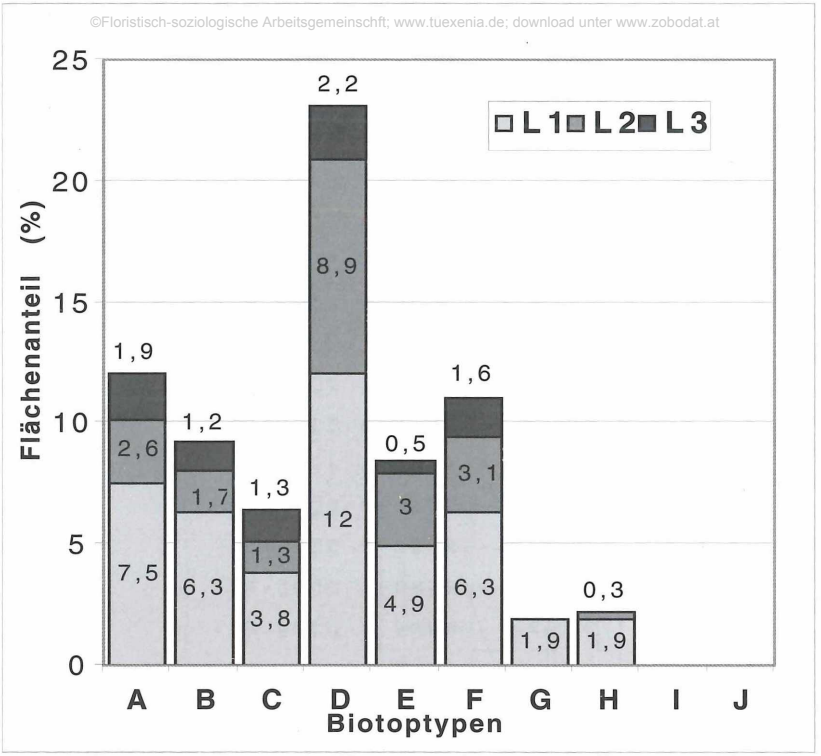


Abb. 6: Flächenanteile (%) der *Lupinus*-Dichteklassen an den Biotoptypen (= 100 %) des Untersuchungsgebietes Leitgraben / Elsgellen (NSG „Lange Rhön", Bayern) (Legende vgl. Abb. 5)

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Mahdtermine, die deutlich jenseits der Mitte des Juli liegen, *Lupinus* fördern, denn ab dieser Zeit bis Ende August gelangt *Lupinus* zur Samenreife (vgl. Kap. 3.2).

5.3. Pflanzengesellschaften mit und ohne *Lupinus polyphyllus*

Einbürgert hat sich *Lupinus polyphyllus* nach OBERDORFER (2001) in Waldrand- und Waldverlichtungsgesellschaften *(Epilobietea angustifolii: Sambuco-Salicion)* und waldnahen Hochstaudengesellschaften (*Artemisietea: Arction*). Vorkommen in Braunseggen-Sümpfen (*Scheuchzerio-Caricetea fuscae*), Borstgrasrasen (*Calluno-Ulicetea: Violion caninae*) und Goldhafer-Bergwiesen *(Molinio-Arrhenatheretea: Polygono-Trisetion, Calthion, Filipendulion*) werden bei BARTH (1995), BOHN (1996) und ARENS & NEFF (1997) für die Hochlagen der Rhön erwähnt. Wie sich *Lupinus* bei Beweidung entwickelt und unter welchen Umständen sie sich in Weiden ausbreitet, wurde am Beispiel der Gemeindeweiden von Wüstensachsen (Gmde. Ehrenberg, Hessen) von OTTE et al. (2002) untersucht. Die folgende Beschreibung soll die Vegetationsverhältnisse und die phytozönotischen Effekte in (ursprünglich) gemähten Grünlandkomplexen belegen, die durch die Etablierung von *Lupinus* im Gebiet Leitgraben/Elsgellen der Hohen Rhön verursacht werden.

Die Vegetationsaufnahmen lassen sich folgenden Pflanzengesellschaften zuordnen (Tab. 5):

1) Braunseggen-Sumpf (*Caricetum fuscae* Br.-Bl. 1915)
Tab. 5 (im Anhang): Spalten 1–3

In den Braunseggen-Sümpfen (*Caricion fuscae* Koch 1926 em. Klika 1934) der Rhön sind aufgrund der basaltischen Ausgangsgesteine die Bodensubstrate zwar sauer, aber reich an Kationen und Anionen („basenreich", Tab. 1, Tab. 2), so dass neben kennzeichnenden

Tabelle 5: Vegetationsaufnahmen mit und ohne *Lupinus polyphyllus* -Fazies im Untersuchungsgebiet Leitgraben / Elsgellen (NSG „Lange Rhön", Bayern)

1 Braunseggen-Sumpf (*Caricetum fuscae* Br.-Bl. 1915)
2.1 Typischer artenarmer Kreuzblumen-Borstgrasrasen (*Polygalo vulgaris-Nardetum strictae typicum* Oberd. 1957)
2.2 Typischer artenreicher Kreuzblumen-Borstgrasrasen (*Polygalo vulgaris-Nardetum strictae typicum* Oberd. 1957)
2.3 Kammschmielen-Kreuzblumen-Borstgrasrasen (*Polygalo vulgaris-Nardetum strictae koelerietosum*)
3.1 Rispengras-Storchschnabel-Goldhaferwiese (*Geranio sylvatici-Trisetetum flavescentis poetosum* Knapp ex Oberd. 1957)
3.1.1 Rispengras-Storchschnabel-Goldhaferwiese, Fazies der Stauden-Lupine (*Geranio sylvatici-Trisetetum flavescentis poetosum* Knapp ex Oberd. 1957, Fazies von *Lupinus polyphyllus)*

Nr. Pflanzengesellschaft	**1**			**2.1**			**2.2**						**2.3**			**3.1**			**3.1.1**										
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Aufnahme- Nr.	73	71	72	81	82	83	62	61	63	53	51	52	33	31	32	21	22	23	11	12	13	41	43	42	91	92	93	101	103	102
ohne (a) / mit (b) *L. polyphyllus*	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	b	b	a	a	a	a	a	a	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
Hangneigung [ø]	2	2	2	5	5	5	5	5	5	3	3	3	15	15	15	15	15	15	15	15	15	10	10	10	3	3	3	3	3	3
Exposition	O	O	O	NO	NO	NO	O	O	O	O	O	O	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	NO	NO	NO	SO	SO	SO
Aufnahmemonat	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8
Aufnahmejahr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Höhe der 1. Krautschicht [cm]	30	30	25	10	10	25	25	25	25	30	30	40	30	30	25	25	20	30	60	60	60	70	70	80	30	40	40	100	95	100
Höhe von *L. polyphyllus* [cm]	80	80	90	.	.	.	.	90	.	90	80	100	30	.	40	60	120	60	120	120	120	110	110	110	90	100	100	120	120	120
Höhe der Grasschicht [cm]	70	80	70	50	60	70	40	50	50	70	70	100	65	65	60	75	70	80	85	90	90	100	100	115	90	120	110	120	120	130
Deckung der 1. Krautschicht [%]	30	30	25	5	5	10	30	35	35	20	30	20	50	60	50	85	70	75	15	10	10	25	15	10	5	10	10	18	20	20
Deckung von *L. polyphyllus* [%]	3	1	3	.	.	.	.	1	.	70	60	80	1	.	1	1	1	1	90	90	90	65	70	90	70	70	75	75	85	85
Deckung der Grasartigen [%]	45	45	50	85	85	75	60	55	50	40	30	20	50	40	50	40	45	45	15	20	25	20	25	25	25	30	30	45	40	40
mittlere N-Zahl (qualitativ)	2,9	2,9	2,8	3,4	3,3	3,3	3	2,9	2,8	3,5	3	3	2,9	2,9	3	3,9	3,7	3,5	3,8	4	4,3	3,3	3,5	4	3,5	4,5	5,2	3,9	4,2	4,1
mittlere R-Zahl (qualitativ)	3,5	3,9	4	3,4	3,9	3,8	3,9	3,8	3,9	4,1	4	3,9	4,3	4,6	4,3	4,9	4,9	4,8	4,7	5	5,3	4,7	4,4	4,9	4,4	4,4	5	4,4	4,6	4,2
mittlere F-Zahl (qualitativ)	7,7	7,8	7,7	5,2	5,1	5,2	4,9	5	4,9	4,8	5,1	4,9	4,5	4,3	4,5	4,8	4,9	4,9	5	5,1	5,1	4,8	4,7	5,2	4,6	4,8	4,8	5,7	5,6	6,2
mittlere L-Zahl (qualitativ)	7	7	7,1	6,8	6,9	6,8	6,5	6,5	6,5	6,6	6,6	6,5	6,7	6,9	6,7	6,7	6,6	6,7	6,8	6,4	6,5	6,6	6,4	6,4	6,8	6,9	6,7	6,9	6,7	6,8
Artenzahl	38	41	37	16	19	16	37	42	43	48	48	48	49	49	49	50	50	50	39	39	39	44	38	29	27	27	28	26	26	20
Braunseggen-Sumpf																														
Potentilla palustris (d10)	**2a**	**2a**	**2a**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex panicea	**1**	**1**	**1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Agrostis canina	**1**	**1**	**+**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex echinata	**+**	**+**	**+**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Parnassia palustris	**+**	**+**	**+**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex fusca	**+**	**+**	**+**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Juncus conglomeratus (d11)	2a	2a	2a																											
Galium uliginosum	2a	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Succisa pratensis	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Caltha palustris	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Equisetum palustre	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Silene flos-cuculi	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

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

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

Kreuzblumen-Borstgrasrasen																														
Nardus stricta (d20)	1	1	+	5	5	4	3	2b	2b	r	r	r	2a	2a	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Potentilla erecta	+	+	+	+	.	r	+	1	1	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Avenella flexuosa	.	.	.	+	1	+	2a	2a	2a	+	+	+	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Thymus pulegioides	.	.	.	.	.	.	r	+	+	r	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Polygala vulgaris	.	.	.	.	.	.	r	+	+	.	r	.	+	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Galium saxatile (d21)	.	.	.	1	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
Luzula luzuloides (d22)	.	.	.	.	.	.	r	+	r	r	+	+	r	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ajuga reptans	.	.	r	.	.	.	+	+	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Viola tricolor agg.	.	.	.	.	.	.	r	+	r	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Platanthera chlorantha	.	.	.	.	.	.	r	r	r	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Helianthemum nummul.agg. (d23)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	2a	2a	2a	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
Thesium pyrenaicum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	+	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Koeleria pyramidata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Borstgrasrasen und Zwergstrauchheiden *(Calluno-Ulicetea)*																														
Anthoxanthum odoratum	1	1	+	1	+	+	2a	2a	2a	2a	1	+	2a	2a	2a	+	+	1	+	+	r	+	+	+	+	.	.	.	.	.
Luzula campestris agg.	.	r	r	+	+	+	+	+	+	+	r	r	+	+	+	+	+	+	.	.	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.
Galium boreale	.	.	.	.	.	.	.	+	+	r	+	r	1	1	1	+	+	+	1	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypericum maculatum	.	.	.	.	.	.	+	2a	2a	+	2a	2a	.	.	.	.	+	+	1	.	.	+	.	.	.	+	.	1	+	+
Viola canina	.	.	.	.	.	.	+	+	+	r	r	r	+	+	+	r	+	.	.	r	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Galium pusillum pumilum	.	.	.	.	.	.	.	+	r	.	r	r	+	+	+	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Hieracium pilosella	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	+	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Vaccinium myrtillus	.	.	.	.	r	.	.	r	.	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypochoeris maculatum	.	.	.	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
Danthonia decumbens	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trennarten der Storchschnabel-Goldhaferwiese und der Frisch- und Fettwiesen *(Polygono-Trisetion und Arrhenatheretalia)*																														
Geranium sylvaticum Ch (d30)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	1	2a	2a	1	+	+	+	+	+	2a	2a	2a	.	.	.	.	r	.
Trisetum flavescens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	.	.	r	r	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.
Phyteuma nigrum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	r	+	+	r	r	r	.	.	r	.	.	.	.	.	.
Cynosurus cristatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	1	2a	1	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.
Poa trivialis (d31)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	1	2a	2a	+	+	+	r	+	.	.	.	.
Vicia cracca	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	1	1	1	1	1	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Alopecurus pratensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	+	+	+	.	.	.	.	.	r	.	.	.
Trifolium dubium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tragopogon pratensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fazies von *Lupinus polyphyllus*																														
Lupinus polyphyllus (d40)	1	+	1	r	r	r	.	+	.	4	4	5	r	.	r	+	+	+	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5
Cerastium glomeratum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	r	.	.	.	.	r	.	r	r	r	.	r	.	+	+	r	.	.	.
Galium aparine agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	.	+	1	+	+	+
Galeopsis tetrahit	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1	1	1
Cirsium arvense	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2b	1
Urtica dioica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+
Storchschnabel-Goldhaferwiese																														
Poa chaixii DA	+	1	+	+	+	+	+	+	+	1	1	1	r	+	r	+	+	+	+	+	+	1	1	2a	1	2a	2a	2b	2b	2b
Polygonum bistorta	1	1	1	+	+	1	1	+	1	+	1	+	.	.	.	2a	1	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	1	1	1
Rhinanthus minor	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	1	1	1	+	+	+	+	+	r	+	r	.	+	+	r	.	.	.
Campanula rotundifolia	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	1	1	1	+	+	+	r	.	r	+	r	.	+	.	.	.	.	.
Stellaria graminea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	.
Ranunculus nemorosus Ch	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	r	.	+	+	.	.	.	+	+	r	.	.	.	r	r	.
Phyteuma spicatum DA	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	r	+	+	+	+	+	r	.	.	.	+	+	r	.	r	.	.	.	.
Lathyrus linifolius	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	r	+	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.

Gedüngte Frischwiesen *(Arrhenatheretalia)*																															
Agrostis capillaris	r	.	.	+	+	1	1	1	1	1	1	1	+	+	+	+	+	+	.	.	.	1	1	+	2a	1	1	r	r	.
Knautia arvensis	.	.	.	r	r	.	1	1	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	r	+	+	r	r	r	+	r	.	.	
Achillea millefolium agg.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+
Veronica chamaedrys	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	r	+	+	+	1	+	+	+	r	.	.	.	+	.	+	+	+
Leucanthemum vulgare agg.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	r	r	.	+	+	r	.	.	.	.	r	.
Alchemilla vulgaris agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	2a	2a	2a	+	+	+	+	r	r	.	.	.	.	.	.
Lotus corniculatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+	r	.	.	.	+	+	r	.	.	.
Dactylis glomerata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	r	r	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.
Leontodon autumnalis	.	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
Anthriscus sylvestris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	.	.	.
Saxifraga granulata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Galium mollugo agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2a	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Wirtschaftsgrünland *(Molinio-Arrhenatheretea)*																															
Festuca rubra agg.	2a	2a	2a	1	1	2a	1	2a	2a	2b	2b	2a	2b	2b	2b	2b	2b	2b	+	+	+	1	1	+	2a	1	1	+	1	+
Rumex acetosa	+	+	+	r	.	.	r	r	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	r	r	+
Ranunculus acris	1	+	+	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	r	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	r	+	.	r	r	r
Holcus lanatus	+	+	+	r	r	.	+	+	+	1	1	1	1	+	+	2a	2a	2a	2a	1	2a	2a	2a	2a	+	.	.	.	.	.
Sanguisorba officinalis	+	.	.	.	.	+	2a	2a	2a	1	+	1	2a	2a	2a	2a	1	2a	1	+	+	1	+	+	r	.	.	+	+	r
Helictotrichon pubescens	.	r	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	1	+	1	.	.	r	+	r	r
Plantago lanceolata	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	1	2a	2a	2a	2a	2a	2a	+	+	+	+	r	r	+	.	.	.	.	.
Cerastium holosteoides	r	.	.	.	.	.	r	r	r	r	r	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	r	+	+	+	r	.
Deschampsia cespitosa	+	+	+	+	+	1	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	+	r	.	.	r	.	.	1	2a	2a	2a	2a	2a
Trifolium pratense	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	r	1	1	1	2a	2a	2a	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.
Taraxacum sect. Ruderalia	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	1	+	1	2a	2a	2a	+	+	+	+	+	r	.	+	+	.	.	.
Lathyrus pratensis	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	+	r	+	+	.	.	.	.
Helictotrichon pratensis	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	r	+	+	+	r	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	r	.	.	.
Trifolium repens	r	.	.	.	.	.	.	.	r	+	+	r	r	r	.	+	+	+	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.
Cirsium palustre	+	+	+	.	.	.	.	r	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	r	.	.	.	1	1	2a
Cardamine pratensis agg.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	r	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.
Agrostis stolonifera	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	r	+	r	.
Colchicum autumnale	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Myosotis scorpioides	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trollius europaeus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	r
Begleiter:																															
Hieracium lachenalii	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	r	+	+	r	.	.	.	.	.	.
Festuca ovina agg.	.	.	.	r	.	.	+	+	+	.	+	r	+	+	+	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Galium verum agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	r	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.	r
Pimpinella saxifraga agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	r	+	+	+	+	+	+	r	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Trifolium medium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	r	.	.	.	.	.	.	r	+	r	.	r	.
Briza media	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	r	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
Galium palustre	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mentha arvensis	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cirsium spec.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Epilobium palustre	+	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Vicia sepium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.

Mit geringer Stetigkeit kamen folgende Arten (Aufn-Nr.: Deckungsgrad) vor:
Aegopodium podagraria (93:r, 13:r), Anemone nemorosa (52:r), Angelica sylvestris (71:r), Arrhenatherum elatius (93:r, 21:r), Betonica officinalis (23:r), Carex flacca (82:r, 72:r), Cirsium acaule (31:r, 41:r), Cirsium vulgare (53:r), Dactylorhiza spec. (71:r), Epilobium spec. (93:r), Eriophorum angustifolium (71:+, 72:r), Festuca pratensis (11:+), Filipendula ulmaria(101:r), Geum rivale (102:r), Heracleum spondylium (93:+), Hieracium spec. (43:+), Juncus articulatus (71:r, 72:+), Juncus filiformis (71:r) Lolium perenne (93:r), Lotus uliginosus(71:1), Pedicularis sylvatica (73:r), Poa pratensis agg. (22:r), Valeriana dioica (71:r), Veronica montana (32:r), Veronica officinalis (61:+, 62:+).

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

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

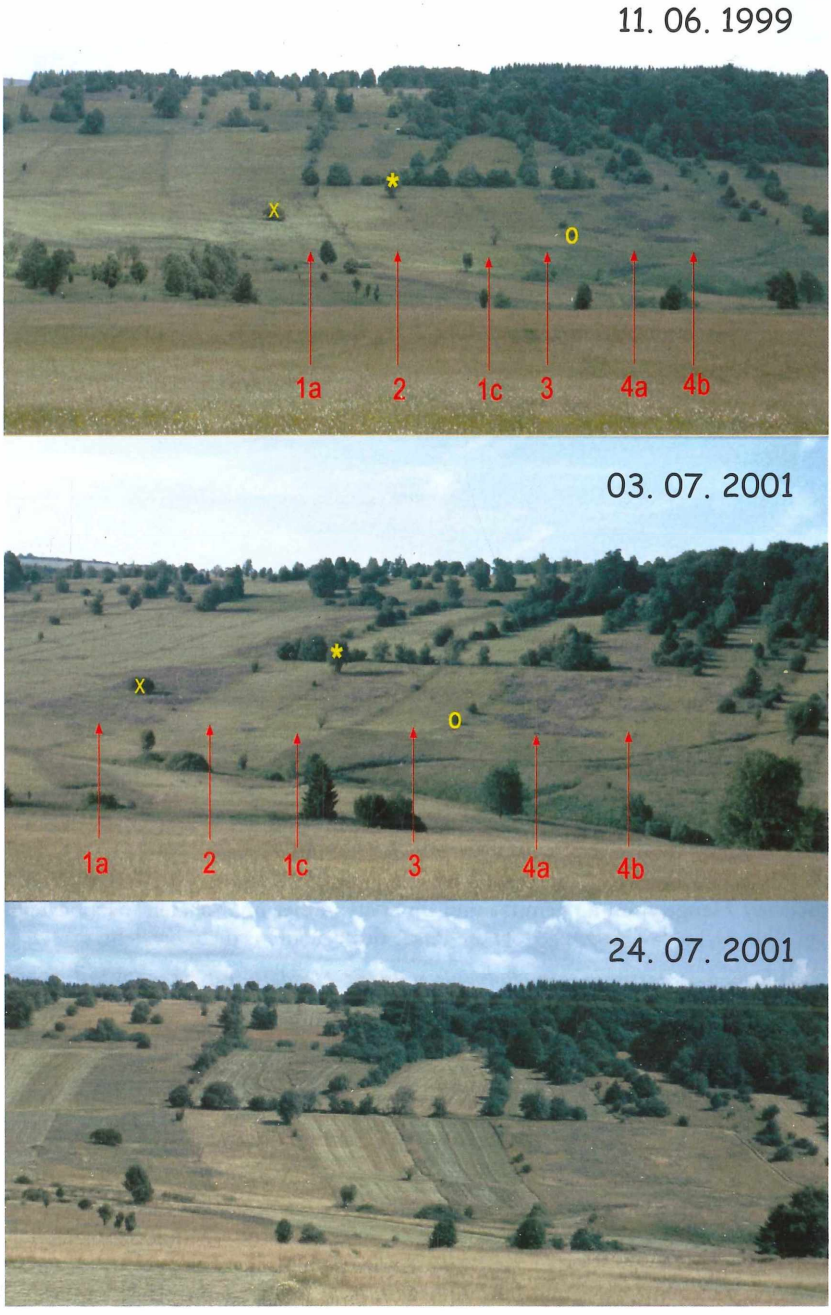


Abb. 7: Förderung der Ausbreitung von *Lupinus polyphyllus* durch Verschiebung der Mahdzeitpunkte in den Rhöner Bergwiesen.
Die Zunahme des Deckungsgrades von *Lupinus polyphyllus* auf Flurstücken der Hangen-Leite (NSG „Lange Rhön") im Zeitraum zwischen Juni 1999 und Juli 2001 ist deutlich erkennbar. Ursache dafür sind rückversetzte Mahdtermine auf Flächen des Vertrags-Naturschutzes über den 24.07.2001 hinaus. So sind die Flurstücke, die am stärksten durch *Lupinus*-Ausbreitung gekennzeichnet sind, am 24.07.2001 noch nicht gemäht (Flurstücke 1a, 1b, 4a, 4b). Fotos: Dr. Harald Volz

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

Abb. 8: Eine ruderale *Lupinus*-Fazies mit Großer Brennessel (*Urtica dioica*) ersetzt die Storchschnabel-Goldhaferwiese.

Säurezeigern wie *Carex fusca, C. echinata* und *Potentilla palustris* (d10) Arten wie *Parnassia palustris* und *Carex panicea* (d11) vorkommen, die auf den Ionenreichtum in diesen kalkfreien Flachmooren hinweisen. Im Gebiet des Leitgrabens und der Elsgellen sind sie mit 37, 38 und 41 Arten sehr artenreich. *Lupinus polyphyllus* kommt in diesen Flachmoorgesellschaften vor, allerdings mit niedriger Deckung (1–3%), was wohl darauf beruht, dass die Flächen derzeit noch zur Heugewinnung genutzt und im Spätsommer mit Schafen nachbeweidet werden (vgl. Tab. 4), so dass *Lupinus* dort die Phase des Fruchtens nicht erreicht.

2) Kreuzblumen-Borstgrasrasen (*Polygalo vulgaris-Nardetum strictae* Oberd. 1957)
Tab. 5: Spalten 4–15

Die montanen Borstgrasrasen der Hohen Rhön sind nach PEPPLER (1992) dem *Polygalo vulgaris-Nardetum strictae* zuzuordnen (d20). In den vorliegenden Vegetationsaufnahmen sind edaphisch bedingt die Typische Subassoziation (Spalten 4–12) und die Subassoziation von *Koeleria pyramidata* (13–15) unterscheidbar (PEPPLER-LISBACH & PETERSEN 2001).

In der Typischen Subassoziation (Spalten 4–12), wo *Nardus stricta* vorherrscht (Spalten 4–6, d21), sind die Bestände niedrigwüchsig (Höhe der Krautigen bis 25 cm, Höhe der Grasartigen bis 70 cm) und artenarm (Artenzahlen: 16–19 je 25 m²). Mit abnehmender *Nardus*-Dominanz (Spalten 7–12) werden die Bestände deutlich artenreicher (37–48 Arten) und die Artengruppe d22 deutet auf eine bessere Nährstoffversorgung hin. In dieser artenreichen Variante lassen sich räumlich nahe liegend Bestände ohne und mit *Lupinus* (d40) vergleichend analysieren. Erkennbar ist hier vor allem, dass die Artenspektren der *Lupinus*-Fazies sich nur geringfügig von den Vegetationsaufnahmen ohne *Lupinus* unterscheiden (*Cerastium glomeratum* tritt als Trennart der *Lupinus*-Fazies neu auf). Allerdings belegen die reduzierten Deckungsgrade der diagnostisch wichtigen Arten des Borstgrasrasen (*Nardus stricta, Avenella flexuosa, Thymus pulegioides, Polygala vulgaris*) deutliche Veränderungen in der Bestandesstruktur bei *Lupinus*-Dominanz.

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

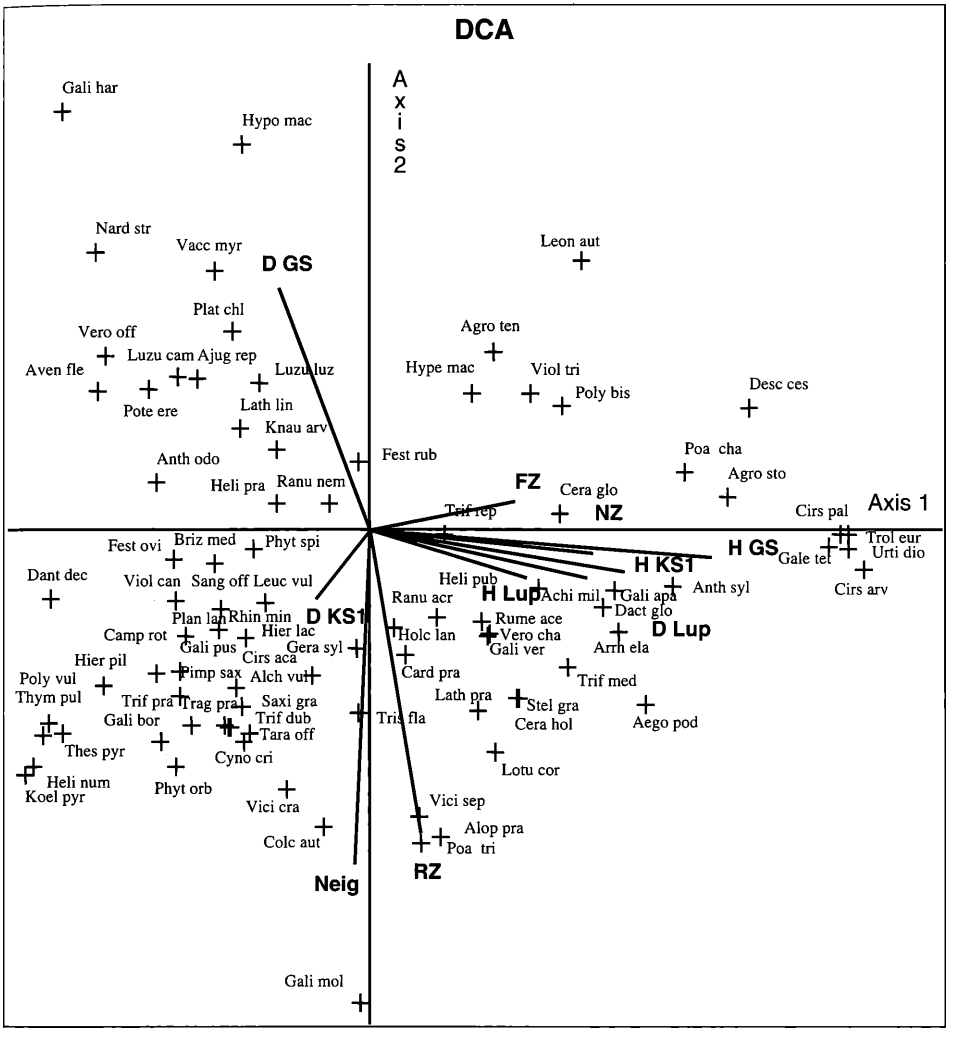


Abb. 9: Ordinationsdiagramm der Detrended Correspondence Analysis (DCA) des Artenkollektivs

(+ Arten, DGS = Deckung Grasschicht, DKS1 = Deckung Krautschicht ohne *Lupinus*, Dlup = Deckung *Lupinus*, HGS = Höhe Grasschicht, HKS1 = Höhe Krautschicht ohne *Lupinus*, Hlup = Höhe *Lupinus*, Neig = Hangneigung, FZ = mittlere qualitative Feuchtezahl, NZ = mittlere qualitative Stickstoffzahl, RZ = mittlere qualitative Reaktionszahl)

Mit der Subassoziation von *Koeleria pyramidata* (Spalten 13–15, d23) wird eine Übergangssituation zu den besser mit Nährstoffen versorgten Goldhaferwiesen (d30) des Untersuchungsgebietes belegt.

3) Storchschnabel-Goldhaferwiese (*Geranio sylvatici-Trisetetum flavescentis* Knapp ex Oberd. 1957)

Tab. 5: Spalten 16–30

Nach DIERSCHKE (1997) ist das *Geranio sylvatici-Trisetetum flavescentis* die am weitesten verbreitete Bergwiesen-Gesellschaft der deutschen Mittelgebirge.

In der Rhön trägt der oberflächennah anstehende Basalt noch in Höhenlagen > 750 m ü. NN zum Vorkommen von anspruchsvollen Arten wie *Alopecurus pratensis, Dactylis glomerata, Poa trivialis, Taraxacum* sect. *ruderalia* bei, so dass die hier dokumentierte Rhöner

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

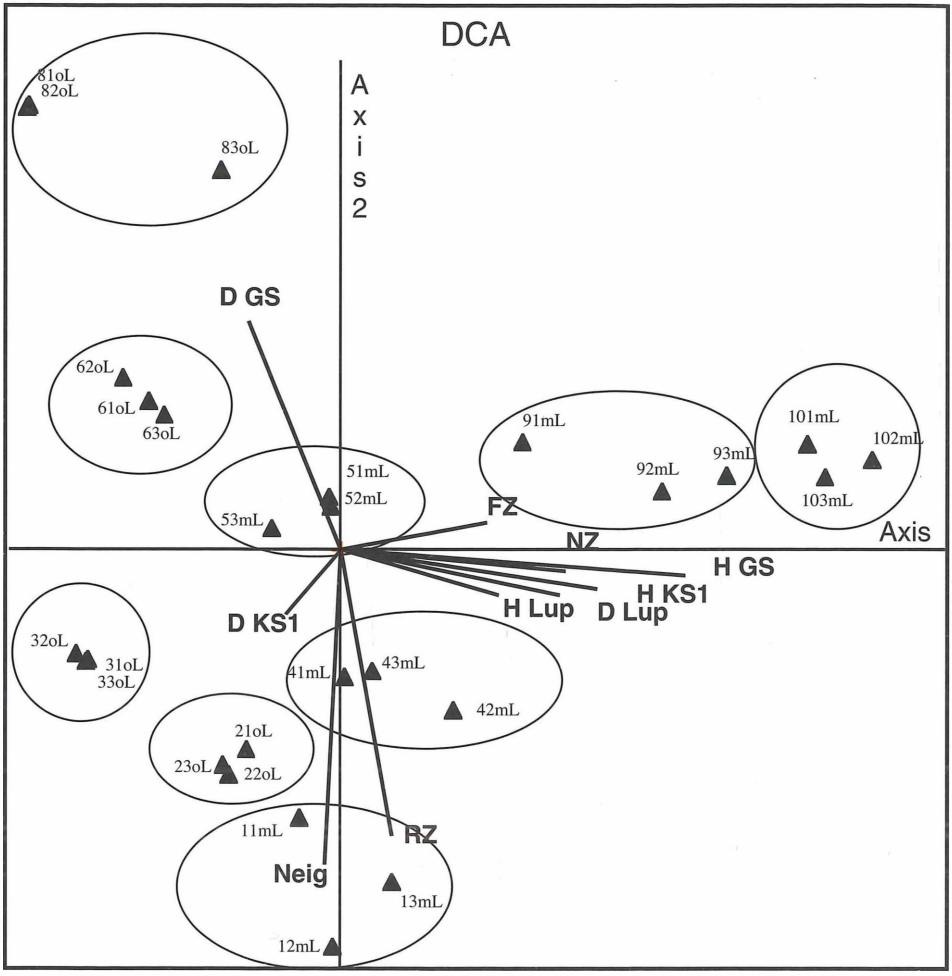


Abb. 10: Ordinationsdiagramm der Detrended Correspondence Analysis (DCA) des Aufnahmenkollektivs.
Δ Aufnahmen mit Transektnummern, oL = Aufnahme ohne *Lupinus*-Dominanz, mL = Aufnahme mit *Lupinus*-Dominanz; weitere Abkürzungen vgl. Abb. 9)

Storchschnabel-Goldhaferwiese nach BARTH (1995) und DIERSCHKE (1997) der Subassoziation von *Poa trivialis* (d31) mit *Alopecurus pratensis, Trifolium dubium* und *Tragopogon pratensis* angegliedert werden kann, die kennzeichnend für besser mit Stickstoff versorgte Standorte ist und die zu Glatthaferwiesen (*Arrhenatherion*) überleitet (Spalten 16 bis 30).

Innerhalb dieser Subassoziation kann *Lupinus polyphyllus* eine hochwüchsige Fazies (bis 120 cm) ausbilden (Spalten 19 bis 30), in der Ruderalarten wie *Galium aparine, Cerastium glomeratum, Galeopsis tetrahit, Cirsium arvense* und *Urtica dioica* (d40) vorkommen. Auffällig sind hier außerdem die hohen Stetigkeiten und Deckungsgrade der Horste bildenden Gräser *Poa chaixii* und *Deschampsia cespitosa*. Die untersuchten *Lupinus*-Fazies, die sich in vormaligen Goldhaferwiesen etabliert haben, werden mit Auflagen des Naturschutzes gepflegt (Ausnahme Flächen der Spalten 28–30: Brache) und die Verwendung des Mahdgutes als Heu wird hier nicht mehr praktiziert. Die Pflegetermine liegen hier verordnungsgemäß ab 10. Juli bzw. 01. August, werden aber aus organisatorischen Gründen der Pflegebetriebe deutlich später ausgeübt (Ende Juli, Anfang September) – d. h. die Mahd und der Abtrans-

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

port der Biomasse fällt in die Phase der Samenreifung und des Austreuens der Samen von *Lupinus polyphyllus*. In der Goldhaferwiesen-Brache (Spalten 28–30), wo einzelne Individuen von *Trollius europaeus* noch die Zugehörigkeit zu bodenfeuchten Goldhaferwiesen anzeigen, haben sich bereits *Urtica dioica* und *Cirsium arvense* ausgebreitet und leiten zu einem ruderalen, hochstaudenreichen Stadium über (Abb. 8).

5.4. DCA-Analyse der Bergwiesen mit und ohne *Lupinus*-Fazies

Die aufgezeigten Zusammenhänge lassen sich mit einem Ordinationsdiagramm (Abb. 9) zusammenfassend darstellen.

Entlang der ersten Achse sind die Arten in einem Gradienten von hochwüchsigen Nährstoffzeigern (H KS1, H GS, rechts) bis zu den niedrigsten Magerkeitszeigern (links) angeordnet. In den Flächen mit hoher Bestandshöhe und hohem Deckungsgrad von *Lupinus* (H Lup, D Lup) sind die Deckungsgrade der Kraut- und Grasartigen-Schicht geringer. Außerdem korrelieren die mittleren Stickstoff (NZ)- und Feuchtezahlen (FZ) sowie die Höhen von Gras- und Krautschicht positiv mit hohen Deckungsgraden von *Lupinus* (vgl. dazu die ansteigende Richtung der betr. Vektoren). Auf der zweiten Achse erfolgt eine Aufspaltung in basen- (unten) und säureanzeigende (oben) Arten (RZ). D. h. die Arten des Borstgrasrasens stehen links oben im Diagramm, die der Goldhaferwiesen links unten und die Arten, die kennzeichnend für die *Lupinus*-Fazies sind, im Diagramm rechts über und unter der ersten Achse. Noch deutlicher werden die durch die Struktur von *Lupinus* (Deckungsgrad, Wuchshöhe) bedingten Zusammenhänge auf der Aggregationsebene der Vegetationsaufnahmen differenziert (Abb. 10).

Damit entsprechen die Gradienten, denen die Anordnung der Arten und Vegetationsaufnahmen über die DCA-Analyse zugrunde liegt, denjenigen, die in der Vegetationstabelle (Tab. 5) abgebildet sind.

5.5. Untersuchungen zur vertikalen Strukturierung von Bergwiesen mit und ohne *Lupinus polyphyllus*

Trotz hoher Deckungsgrade von *Lupinus* (bis 90 %) ist die pflanzensoziologische Zugehörigkeit der Bestände noch bestimmbar und die Frage, ob die *Lupinus*-Ausbreitung zur vollständigen Verdrängung von Arten führt, lässt sich nicht einfach mit „ja" beantworten. Die Analyse der Struktur der Bestände mit und ohne *Lupinus* soll dazu Hinweise liefern. Die Strukturaufnahmen sind als Summenwerte der Deckungsgrade von Gras-, Kraut- und *Lupinus*-Schicht abgebildet worden (Abb. 11a–d), so dass die Gesamtdeckungsgrade der verschiedenen Bestandes-Höhenstufen betrachtet werden können; die Werte aller Strukturaufnahmen sind in Tabelle 6 zusammengestellt. Deutlich erkennbar sind die Unterschiede in der vertikalen Struktur von Beständen ohne (Abb. 11, links) und mit *Lupinus*-Fazies (Abb. 11, rechts):

Im artenreichen Kreuzblumen-Borstgrasrasen (Abb. 11a: Probefläche 60; auch Tab. 5: 2.2) ist die größte Phytomasse in der Höhe zwischen 10 und 30 cm entwickelt. In den untersten 10 Zentimetern erreicht der kumulierte Deckungsgrad durchschnittlich 45 % und in der Zone von 10 bis 30 cm 46 %. Der angrenzende, bis zu 100 cm hohe *Lupinus*-Bestand (Abb. 11a: Probefläche 50; auch Tab. 5: 2.2) hat in der Grasschicht in den Bestandeshöhen bis 10 cm sowie 10–30 cm nur noch 12 % bzw. 11 % Deckungsgradanteile und in der Krautschicht nur 4 % bzw. 10 %. Deutlich oberhalb der Hauptvegetationsschicht des Borstgrasrasens werden bei *Lupinus* die Hauptdeckungsgrade zwischen 30–50 cm sowie 50–70 cm mit 29 % bzw. 19 % erreicht.

In der Goldhaferwiese, Subassoziation von *Poa trivialis* sind die höchsten Deckungsgrade ebenfalls bis in 30 cm Höhe entwickelt (Abb. 11b: Probefläche 20; auch Tab. 5: 3.1), dabei beträgt der Deckungsgrad der Vegetation in der Höhe bis 10 cm 39 % und in der Schicht 10–30 cm sogar 41 %. Darüber (30–50 cm) werden immerhin noch 17 % erreicht. Die höchste Schicht über 90 cm erreichen nur die Rispen von *Trisetum flavescens* und *Holcus lanatus* (1 %). In der entsprechenden *Lupinus*-Fazies der Goldhaferwiese (Abb. 11b: Probefläche 10;

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

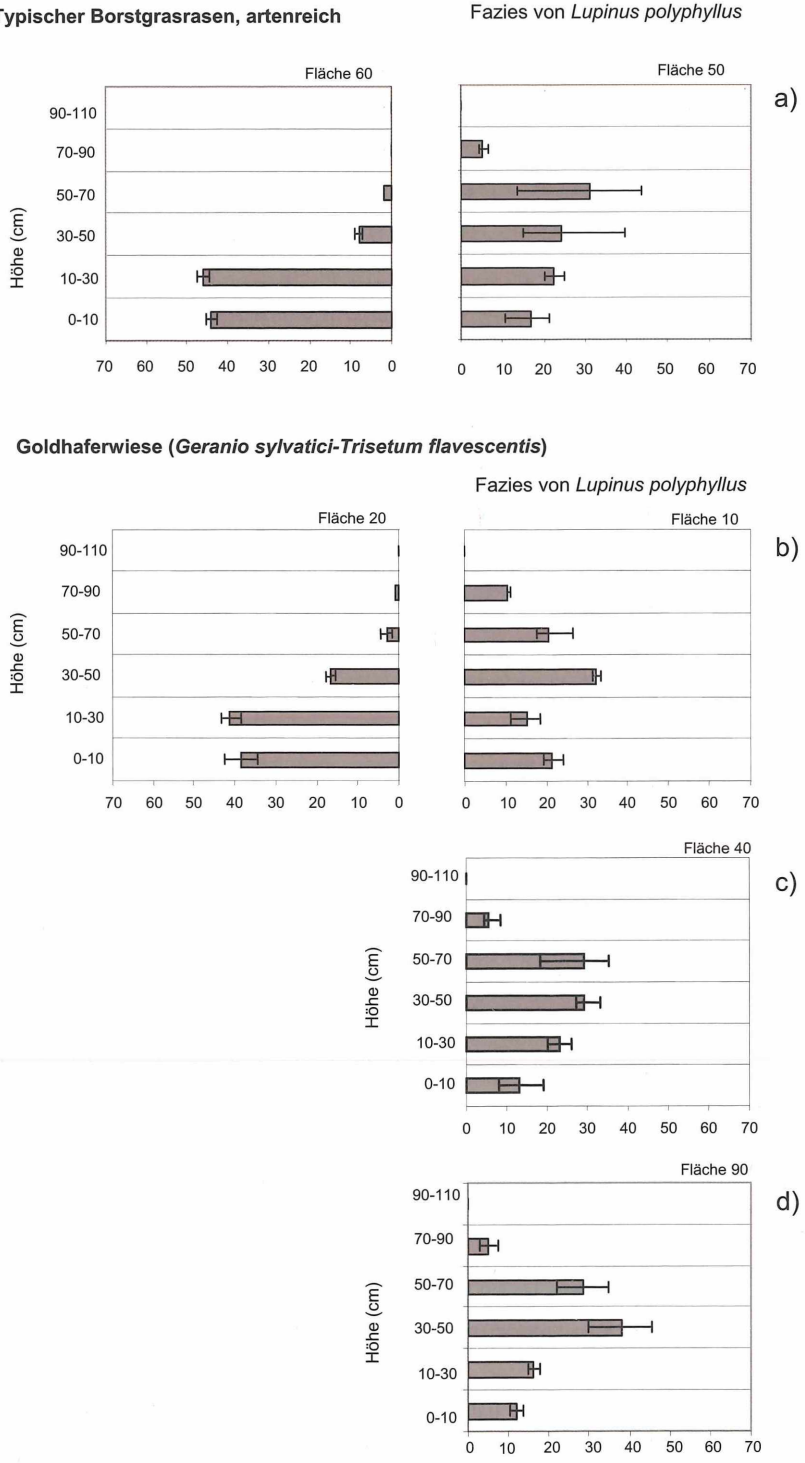


Abb. 11: Kumulierte Deckungsgradanteile (%) der Arten aufgeteilt nach Bestandeshöhenzonen in Borstgrasrasen und Goldhaferwiesen.

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

Tabelle 6: Deckungsgradanteile (transformiert auf 100%) der Arten der Kraut- (K), Grasartigen- (G) und *Lupinus*-Schicht (L) differenziert nach Bestandeshöhenzonen (bis 110 cm) von Borstgrasrasen und Goldhaferwiesen (für die Flächen 10 bis 40 nur die kumulierten Deckungsgradanteile).

Fläche	**10**			**20**			**30**			**40**		
Höhe (cm)	**MW**	**Min**	**Max**	**MW**	**Min**	**Max**	**MW**	**Min**	**Max**	**MW**	**Min**	**Max**
0-10	21	19	24	39	35	43	50	45	53	13	8	19
10-30	15	11	18	41	38	43	47	44	51	23	20	26
30-50	32	31	33	17	16	17	2	1	3	29	27	33
50-70	20	17	26	3	2	3	1	1	1	30	19	36
70-90	10	10	11	1	1	1	0	0	0	5	4	8
90-110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	**100**			**100**			**100**			**100**		

Fläche 50	**K**			**G**			**L**		
Höhe (cm)	**MW**	**Min**	**Max**	**MW**	**Min**	**Max**	**MW**	**Min**	**Max**
0-10	4	2	5	12	6	18	1	1	1
10-30	10	6	14	11	8	14	2	1	2
30-50	3	3	4	2	1	4	19	10	35
50-70	2	2	2	1	1	1	29	11	41
70-90	1	1	1	1	1	1	4	3	5
90-110	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	**20**			**27**			**54**		

Fläche 60	**K**			**G**			**L**		
Höhe (cm)	**MW**	**Min**	**Max**	**MW**	**Min**	**Max**	**MW**	**Min**	**Max**
0-10	7	5	10	38	33	40	0	0	0
10-30	26	20	30	20	15	25	0	0	0
30-50	6	4	8	2	1	4	0	0	0
50-70	1	1	1	1	1	1	0	0	0
70-90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90-110	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	**39**			**61**			**0**		

Fläche 80	**K**			**G**			**L**		
Höhe (cm)	**MW**	**Min**	**Max**	**MW**	**Min**	**Max**	**MW**	**Min**	**Max**
0-10	3	2	4	69	68	70	0	0	0
10-30	5	2	10	21	14	25	0	0	0
30-50	0	0	0	1	1	1	0	0	0
50-70	0	0	0	1	0	1	0	0	0
70-90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90-110	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	**8**			**92**			**0**		

Fläche 90	**K**			**G**			**L**		
Höhe (cm)	**MW**	**Min**	**Max**	**MW**	**Min**	**Max**	**MW**	**Min**	**Max**
0-10	1	1	2	10	8	12	1	1	1
10-30	4	4	4	9	7	12	3	2	5
30-50	3	1	4	5	4	6	30	20	40
50-70	1	0	1	2	2	2	26	20	32
70-90	0	0	0	1	1	1	4	2	6
90-110	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	**9**			**27**			**64**		

Fläche 100	**K**			**G**			**L**		
Höhe (cm)	**MW**	**Min**	**Max**	**MW**	**Min**	**Max**	**MW**	**Min**	**Max**
0-10	1	1	1	19	17	22	1	1	1
10-30	3	1	5	8	6	11	2	2	2
30-50	5	4	6	2	1	3	7	6	7
50-70	3	2	4	1	1	2	18	14	20
70-90	2	1	2	1	1	1	23	22	25
90-110	1	1	1	1	1	1	2	2	3
Summe	**15**			**31**			**53**		

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

auch Tab. 5: 3.1) ist der höchste Deckungsgrad der Vegetation deutlich oberhalb der Ausbildung ohne *Lupinus* angelegt (30–50 cm: 32 %, 50–70 cm: 20 %, 70–90 cm: 20 %). Damit verbunden ist, dass die Vegetation in den untersten Schichten lückig ausgebildet ist.

Die übrigen *Lupinus*-Fazies der Goldhaferwiese (Abb. 11c, d: Probeflächen 40, 90) sind durch eine sehr ähnliche Schichtung der Phytomasse gekennzeichnet.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Fazies mit *Lupinus polyphyllus* eine vertikale Schichtung ausbilden, deren Hauptphytomasse (belegt über den Deckungsgrad) deutlich höher im Bestand angelegt ist als bei Borstgrasrasen und Goldhaferwiesen ohne *Lupinus.* Ursache dafür ist die Eigenschaft von *Lupinus*, die Krautschicht der Borstgrasrasen und Goldhaferwiesen sowohl vegetativ wie generativ zu überwachsen. Dabei bildet *Lupinus* in bis zu 70 cm Höhe eine verdichtete vegetative untere (< 50 cm) und eine mittlere (50–70 cm) Krautschicht aus bei gleichzeitiger Bildung einer neuen, oberen Krautschicht (bis 110 cm; vgl. Tab. 6).

6. Diskussion und Schlussfolgerungen

6.1. Effekte von Nutzung und Pflege auf die Ver- und Ausbreitung von *Lupinus polyphyllus*

Die heutige weite Verbreitung von *Lupinus polyphyllus* in Deutschland – auf 2.292 von 3.000 Messtischblättern (76,4 %, KOWARIK 2002) – beruht auf der breiten und preiswerten Verwendbarkeit der Art als Gründungsdüngungspflanze in der Forstwirtschaft (seit 1880, GERHARDT 1927), als Pionierpflanze im Landschafts- und Straßenbau (STOTTELE 1995), als Deckungspflanze für Wild (APPEL 1997), als Bienenpflanze (ZANDER 1930) sowie als Zierpflanze (SAMEN-SCHMITZ 1998). Dies schuf die Voraussetzungen für flächige, linienförmige und punktuelle Vorkommen für die Ver- und Ausbreitung der Art in Deutschland.

Den Einwanderungsprozess von *Lupinus polyphyllus* in der Rhön beschreibt VOLZ (2003). Bis in die 30er Jahre des 20. Jh. war die Hohe Rhön unbesiedelt und lag somit auch abseits von Verkehrsverbindungen (HÖHL 1892). Erst ab 1930 wurden Maßnahmen zur Verbesserung der landwirtschaftlichen Nutzung der Hohen Rhön eingeleitet. Voraussetzung dafür war der Bau der 22 Kilometer langen Kreisstraße zwischen Bischofsheim und Fladungen über die Hohe Rhön (1930), die Anlage von Windschutzstreifen aus *Picea abies* zur Abschirmung von Gehöften und Äckern vor der rauen Witterung sowie die Entsteinung und Entwässerung von Grünlandstandorten. Zur Wuchsförderung der Fichten in den zukünftigen Windschutzstreifen wurde der lichtbedürftige *Lupinus* angesät, von wo aus er sich von den schließenden Fichtenaufforstungen in die randlichen und angrenzenden Schlagfluren, Vorwaldgesellschaften *(Sambuco-Salicion)*, Gräben und ungemähten Hochstaudengesellschaften (*Filipendulion*) ausbreiten konnte. Tochterpflanzen aus Polykormon-Ausläufern von *Lupinus* können in einem Radius von 20 cm um die Mutterpflanze heranwachsen. In einem Ausbreitungsmodell haben VISSER et al. (2001) die minimale Ausbreitungsgeschwindigkeit (Flächenzuwachs ohne Fernausbreitung) mit einem Meter im Radius pro Jahr berechnet.

Eine deutliche Förderung erfuhr die *Lupinus*-Ausbreitung, nachdem zwischen 1960 und 1970 die bis dahin ungeteerte Kreisstraße zur Staatsstraße (St 2288) ausgebaut wurde. Obwohl die jährliche Samenproduktion als nicht hoch eingestuft werden kann und stark schwankt (Medianwerte: 360 Samen/m² Gebiet Leitgraben, 581 Samen/m² Gebiet Stirnberg, VOLZ 2003), verfügt *Lupinus* über ein effizientes generatives (Fern-)Ausbreitungspotential. Denn die Samen können in einem Umkreis von bis zu sechs Metern um eine einzeln stehende Mutterpflanze verstreut werden (VOLZ & OTTE 2001). Damit kann von am Straßenrand wachsenden Individuen ein Teil der Samen auf die Straße geschleudert werden, und über Kraftfahrzeuge und Fahrtwind werden die kugeligen Samen – vor allem auf einem festen, ebenen Untergrund – mitgeführt. Die ansteigende Bedeutung der modernen Verkehrs-

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

habitate als Standorte für nicht-einheimische Pflanzenarten zeigt sich in einer Auswertung der für die Tschechoslowakei vorliegenden Vegetationsaufnahmen (PYSEK et al. 1998): ab 1960 werden in ca. 25 % aller Vegetationsaufnahmen der CSSR, die von Verkehrshabitaten stammen, nicht-einheimische Arten dokumentiert.

Die Chance der Samen-Produktion besteht in jedem Jahr, da die Phasen des Fruchtens (Anfang Juli bis Ende August) und die Austreuung der Samen (zweite Augusthälfte bis Ende September) sich über einen langen und überlappenden Zeitraum im Hochsommer erstrecken (OTTE et al. 2002, VOLZ 2003), so dass auch ungünstige Witterungsverhältnisse während der Reproduktionsphase ausgleichbar sind.

Entlang der Verkehrswege findet über den Prozess der Linienmigration (KOPECKÝ 1971) die Vernetzung der zuerst weit auseinander und dann der immer dichter verbreiteten Biotoptypen mit *Lupinus*-Beständen statt. Aufnahmefähig für *Lupinus* in der Hohen Rhön sind Biotoptypen mit sehr unterschiedlichen Bodenwasser- und Nährstoffverhältnissen – aber mit lückiger, wenig beschattender Vegetation, wo die Reproduktionsphase abgeschlossen werden kann.

Im Untersuchungsgebiet Leitgraben/Elsgellen werden fast alle bewirtschafteten Flächen mit Auflagen des Bayerischen Vertragsnaturschutzprogramms bearbeitet. Entscheidend für die Ausbreitung von *Lupinus* ist dabei, dass zwar der frühest mögliche Termin der Bewirtschaftung festgelegt ist (z. B. 10. Juli oder 01. August), der Termin für den Abschluss der Arbeiten (31. Oktober) aber so spät liegt, dass die generative Phase von *Lupinus* abgeschlossen ist. Die höchsten *Lupinus*-Anteile im Untersuchungsgebiet sind in den ertragsschwachen Biotoptypen „Nassgrünland" sowie „Mageres Grünland" und in „Hochstaudenfluren" festzustellen. Im Biotoptyp „Mesophiles Grünland", der im Gebiet die größte Flächenausdehnung hat und die relativ höchsten Erträge erbringt (vgl. dazu VOLZ 2003), kommt *Lupinus* deutlich seltener vor, obwohl die standörtlichen Voraussetzungen für die Art dort besser sind. Was schränkt die Abundanz von *Lupinus* im „Mesophilen Grünland" ein? Für die untersuchten Probeflächen lässt sich nachweisen, dass dort, wo innerhalb der Vertragsnaturschutzflächen Heugewinnung die primäre Motivation für die Nutzung ist, eine *Lupinus*-Etablierung nicht nachweisbar ist! Im Gegensatz dazu findet auf denjenigen Vertragsnaturschutzflächen, deren Aufwuchs nicht verwertet wird, nur eine Minimalpflege zu einem späten Termin statt, wodurch die Aussamung von *Lupinus* gefördert wird. Steinriegel, Grabenbereiche und Ränder, die bei der Minimalpflege ausgespart werden, unterstützen noch zusätzlich die Linienmigration von *Lupinus*.

Neben rechtzeitiger Mahd ist auch Beweidung geeignet, die Ver- und Ausbreitung von *Lupinus* einzudämmen (OTTE et al. 2002). Für die Beweidung gilt ebenso, dass sie vor der Samenreife von *Lupinus* durchzuführen ist, da reife *Lupinus*-Samen durch Schafe endozooisch und mit erhöhter Keimungsbereitschaft (weil stratifiziert im Magen-Darm-Trakt) ausgebreitet werden. Die Beweidung von *Lupinus*-Fazies mit Schafen zwischen Mitte und Ende Mai schwächt die Konkurrenzkraft von *Lupinus* und fördert die Futterqualität der Flächen.

1997 und 1998 sind umfangreiche Maßnahmen der Gehölzentnahme im Gebiet Leitgraben/Elsgellen durchgeführt worden, um vor allem für „Offenlandarten" (vgl. Kap. 2.4) strukturell verbesserte Habitate zu schaffen. Dabei entstandene Bodenanrisse können Initialstandorte für *Lupinus* darstellen, da vor allem in lückiger oder verletzter Grasnarbe hohe Keimlingsdichten auftreten.

Verallgemeinern lässt sich aus den dargestellten Zusammenhängen, dass die Nutzung und Pflege geschützter produktionsschwacher Grünland-Biotoptypen so zu organisieren ist, dass vor allem diejenigen Arten, die das Schutzgut beeinträchtigen (könnten) – es sind meist nur wenige Arten im Vergleich zu denjenigen, die es zu erhalten und zu entwickeln gilt – wirksam reguliert werden (LABASCH & OTTE 1999).

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

6.2. Effekte von *Lupinus polyphyllus* auf die Artenzusammensetzung und Struktur von gemähtem Grünland

In Vegetationsaufnahmen von Kleinseggenrieden *(Caricetum fuscae),* Borstgrasrasen *(Polygalo-Nardetum)* und Goldhaferwiesen *(Geranio-Trisetetum),* in denen *Lupinus polyphyllus* nicht bzw. nur selten und mit geringen Deckungsgraden (< 5 %) vorkommt, haben die niedrigwüchsigen Sauer- und Süßgräser *Luzula campestris, Anthoxantum odoratum, Nardus stricta, Avenella flexuosa, Festuca rubra* agg. und *Festuca ovina* agg. sowie die kleinwüchsigeren Krautigen *Plantago lanceolata, Potentilla erecta* und *Galium saxatile* deutlich höhere Stetigkeiten und Deckungsgrade als in benachbart wachsenden *Lupinus*-Fazies. Der Rückgang der Deckungsgrade bei *Anthoxantum odoratum, Festuca rubra* agg. und *Plantago lanceolata* von 2a und 1 hin zu + und r, der Anstieg der Deckungsgrade bei den kräftige Horste ausbildenden Gäsern *Poa chaixii* und *Deschampsia cespitosa* von r, + und 1 zu 2a und 2b sowie eine eigene Trennartengruppe mit den Ruderalarten *Cerastium glomeratum, Galium aparine* agg., *Galeopsis tetrahit, Cirsium arvense* und *Urtica dioica* charakterisieren die *Lupinus*-Fazies. In ehemals beweidetem Grünland der Hohen Rhön sind *Lupinus*-Fazies neben *Galium aparine* agg., *Galeopsis tetrahit* und *Urtica dioica* durch *Epilobium angustifolium* charakterisiert (OTTE et al. 2002).

Die wenigen vergleichenden Untersuchungen zur Vegetationsstruktur von Borstgrasen und Goldhaferwiesen mit und ohne *Lupinus*-Fazies belegen die Struktur-verändernde Wirkung von *Lupinus*: Die für die Wiesen der Hochlagen typischen und dicht wachsenden Untergräser (u. a. *Nardus stricta, Festuca* ssp., *Anthoxanthum odoratum, Luzula campestris*) und niedrigen Kräuter (u. a. *Galium boreale, Viola canina, Lathyrus linifolius, Alchemilla vulgaris*) werden in Vergesellschaftung mit *Lupinus polyphyllus* ausgedünnt und durch eine neue Oberschicht aus mahdempfindlichen, hochwüchsigen Gräsern (*Poa chaixii, Deschampsia cespitosa*) und Kräutern (*Urtica dioica*) ergänzt.

Lupinus-Fazies weisen durchschnittlich mittlere Bestandshöhen zwischen 70 und 110 cm auf, die allgemein mehr als doppelt so hoch sind wie nicht von *Lupinus* beherrschte Bestände. Ebenfalls steigt der Summenwert der Deckungsgrade der Arten der Probeflächen in *Lupinus*-Beständen von durchschnittlich < 120 % auf 140 bis 150 % an. Dies wird durch die dichte vegetative Blattmasse von *Lupinus* verursacht. Wie VOLZ (2003) nachgewiesen hat, liegt die Biomasseproduktion in *Lupinus*-Dominanzbeständen um ein Drittel höher als in benachbarten Beständen ohne *Lupinus*. Über Höhe und dichte Belaubung wirkt *Lupinus* beschattend auf niedrigere Vegetationsschichten (< 30 cm), deren niedrigwüchsige und lichtbedürftige Arten ausdünnen, denn nur wenige Arten haben die ausreichende Plastizität im Höhenwachstum und in der Architektur, um mit *Lupinus* mitzuhalten. Untersuchungen über die phänotypische Plastizität von Kalkmagerrasenarten bei Nutzungsveränderungen sind von MÜCKSCHEL (2001) durchgeführt worden. Er hat festgestellt, dass gemein verbreitete Arten der Kalkmagerrasen hinsichtlich vegetativer und generativer Merkmalsausprägungen eine höhere Plastizität aufweisen als seltene Arten und so eine gewisse Zeit überdauern bzw. sich neuen Umweltverhältnissen anpassen können. Dies gilt z. B. für *Helianthemum nummularium* agg., das im Borstgrasrasen lediglich eine Höhe von 5 cm erreicht; aber in *Lupinus*-Fazies kann es, wenn es nicht vollständig verdrängt wird, bis zu 50 cm hoch werden.

Vor allem der durch *Nardus stricta* und andere horstbildende Gräser wie *Festuca rubra* agg. und *Festuca ovina* agg. gebildete Grasfilz der Borstgras-Matten wird in der untersten Bestandesschicht durch *Lupinus* so stark ausgelichtet, dass es zu einer Auflösung der Grasnarbe in den bodennahen Schichten kommt und die Anteile höher wüchsiger Kräuter und Gräser wie *Galium mollugo* agg., *Deschampsia cespitosa* und *Poa chaixii* zunehmen.

TAPPEINER & CERNUSCA (1998) haben verschiedene subalpine Pflanzengesellschaften des Kaukasus basierend auf der Verteilung und Ausbildung der Phytomasse und der mikroklimatischen Vorteile, die daraus resultieren, typisiert: Typ 1 ist dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptblattmasse nahe der Bodenoberfläche ausgebildet ist, wobei die Blätter am Boden horizontal ausgerichtet sind und die höheren aufrecht wachsen. Diese

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

Struktur ist kennzeichnend für beweidete Bestände und hat eine Biomasseverteilung, die nach oben abnimmt (Pyramide mit breiter Grundfläche). In dieses Schema sind die Borstgrasrasen einzuordnen. Zu Typ 2 gehören höherwüchsige grasartige Bestände mit senkrecht orientierten Blättern und einer nach oben langsamer abnehmenden Phytomasse (Pyramide mit schmaler Grundfläche); diese Verhältnisse treffen auf die Goldhaferwiese zu. Typ 3 ist charakteristisch für Dominanzbestände mit Hochstauden, die viel Biomasse in die Sproßachsen investieren sowie mit hoch ansetzenden, horizontal ausgebreiteten Blättern, die mit hoher Schattenwirkung auf niedrigere Arten wirken (umgekehrte Pyramide der Biomasseverteilung). Ein großer Anteil von Blattfläche in der oberen Bestandesschicht erlaubt eine bessere räumliche Ausnutzung zur Erzielung eines höheren Kohlenstoffgewinns. Hier sind die *Lupinus*-Fazies einzustufen.

In Bergland-Ökosystemen können strukturelle Eigenschaften der Blattoberfläche (dichtes Blätterdach, Anreicherung toter Biomasse am Boden) die Entwicklung eines wärmeren Mikroklimas fördern (TAPPEINER & CERNUSCA 1989). Zusätzlich begünstigen Nährstoffanreicherungen über Streu und Nährstofffreisetzungen aus absterbender Wurzelbiomasse von *Lupinus* die Verdrängung von Magerkeitszeigern. Nach Angaben von MEISEL & HÜBSCHMANN (1973) fördert die Akkumulation organischen Materials schließlich nitrophile Arten wie *Galeopsis tetrahit, Galium aparine* und *Urtica dioica*.

Es kann festgestellt werden, dass die Pflanzenarten, denen es gelingt, eine räumliche Struktur aufzubauen, die die bereits vorhandenen Schichten überragt, Konkurrenzvorteile aus einem höheren Kohlenstoffgewinn ziehen können. Zu diesen Arten zählen die Krautigen *Impatiens glandulifera, Heracleum mantegazzianum* und *Reynoutria* ssp., die aufgrund ihrer Größe sogar die Funktion einer niederen Strauchschicht übernehmen können (KOWARIK 1996) und die von einheimischen Krautigen – auch bei der Fähigkeit zur phänotypischen Plastizität – nicht überwachsen werden können.

Danksagung

Die vorliegende Arbeit wurde in Ergänzung des im bayerischen Teil des Biosphärenreservats Rhön durchgeführten Forschungsvorhabens „Biotopspezifische Untersuchungen zu Ausbreitungmechanismen und Regulierungsmöglichkeiten von Hochstauden in der Rhön – bearbeitet am Beispiel der Stauden-Lupine (*Lupinus polyphyllus* Lindl.)" für den Freistaat Bayern (Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Regierung von Unterfranken) durchgeführt. Herrn Min.Rat Mayerl (BayStMLU), Herrn Reg.Rat Salomon (Regierung von Unterfranken), Herrn Dipl.-Ing. M. Geier und Frau Dr. D. Pokorny haben wir für konstruktive Hilfestellungen bei der Bearbeitung des Forschungsvorhabens zu danken.

Den Mitarbeitern der Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung Herrn Dipl.-Ing. agr. Tobias Donath, Herrn Dipl.-Biol. Dietmar Simmering und Frau Dipl.-Biol. Beatrix Mattonet danken wir für wertvolle Hilfe beim Zustandekommen der Arbeit.

Literatur

APPEL, C. (1997): Samen und Wildpflanzen. – ODIN-Wildäsung. Wildgerechte Hege und Biotopverbesserung. – Saatgutkatalog, Darmstadt: 32 S.

ARENS, R. J. & NEFF, R. (1997): Versuche zur Erhaltung von Extensivgrünland. – Aus dem wissenschaftlichen Begleitprogramm zum E + E- Vorhaben des Bundesamtes für Naturschutz „Renaturierung des NSG Rotes Moor/Hohe Rhön". – Angew. Landschaftsökologie 13. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.). Bonn-Bad Godesberg: 176 S.

BARTH, U. (1995): Beitrag zur Kenntnis des Grünlandes in der Hochrhön. – Beitr. Naturkunde Osthessen 31: 69 – 98. Fulda.

BENKERT, D., FUKAREK, F. & KORSCH, H. (1996): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands. – Fischer, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm: 615 S.

BEYER, H. (1996): Das erdgeschichtliche und historische Klima der Rhön. – Hünfeld/Rhön: 76 S.

BOHN, U. (1994, ergänzt 1996): Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland – Potentielle natürliche Vegetation – Blatt CC 5518 Fulda (1: 200.000) einschließlich Vegetationskarte der Hohen Rhön (1: 50.000) – Potentielle natürliche Vegetation – mit Aufdruck der „botanisch wertvollen Gebiete". – Schriftenr. Vegetationskunde 15. 2., erw. Aufl. – Bonn-Bad Godesberg: 364 S.

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

BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. 3. Aufl. – Springer. Wien, New York: 865 S.
DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. – Ulmer, Stuttgart: 683 S.
– (1997): Molinio-Arrhenatheretea (E 1). Kulturgrasland und verwandte Vegetationstypen. Arrhenatheretalia. Wiesen und Weiden frischer Standorte. – Synopsis Pflanzenges. Deutschlands 3. Göttingen: 74 S.
ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULISSEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Aufl. – Scripta Geobotanica 18: 1–258. Göttingen.
FALINSKI, J. B. (1998): Invasive alien plants and vegetation dynamics. – In: STARFINGER, U., EDWARDS, K., KOWARIK, I. & WILLIAMSON, M. (Hrsg.) (1998): Plant Invasions: Ecological Mechanisms and Human Responses: 3–22. Blackhuys, Leiden: 362 S.
FEHN, H. (1960): Das Land und seine Natur. – In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung Hannover (Hrsg.), Deutscher Planungsatlas Bd. 5 Bayern. Hannover (Selbstverlag).
FUCHS, F. (1973): Die Rhön – Wandlungen der Kulturlandschaft eines Mittelgebirgsraumes. – Marburger Geogr. Schriften 60: 305–325, Frankfurt/Main.
GEIER, M. & GREBE, R. (1986): Pflege- und Entwicklungsplan Lange Rhön – Bestand (Südl. Teil). – 1:5.000, Teil 2 (Pläne). – Nürnberg.
– & – (1987): Pflege– und Entwicklungsplan Lange Rhön – Schlussbericht Teil 1. – Nürnberg: 364 S.
–, KOLB, K-H. & SPITZL, K.-H. (1998): Naturschutzgroßprojekt Hohe Rhön/Lange Rhön, Bayern. – Natur und Landschaft 73 (7/8): 341–349. Bonn-Bad Godesberg.
GERHARDT (1927): Dauerlupinen im Walde. – Illustrierte Landwirtsch. Zeitung 47 (24): 320. Berlin.
GLAVAC, V. (1996): Vegetationsökologie: Grundfragen, Aufgaben, Methoden. – Gustav Fischer, Jena: 358 S.
GOEZE, E. (1913): Blumistische Plauderei. Jahrb. Staudenkunde Deutschen Dendrol. Ges. 1913. Wendisch–Wilmersdorf.
GREBE, R. & BAUERNSCHMITT, G. (1995): Biosphärenreservat Rhön: Rahmenkonzept für Schutz, Pflege und Entwicklung. – Neumann, Nürnberg: 402 S.
HABER, W. (1991): Auswirkungen der Extensivierung auf die Umwelt einer Industriegesellschaft. Gedanken zu einer De-Intensivierung der Landwirtschaft. – Archiv DLG 84: 41-52. Vorträge der DLG-Wintertagung „Extensive Landwirtschaft – Wunschbild oder reale Chance?“ am 17.1.91 in Wiesbaden.
HACKBARTH, J. (1961): Die Genzentren der Gattung *Lupinus* in der neuen Welt und ihre Bedeutung für die Züchtung. – Z. Pflanzenzüchtung 46: 254 - 264. Berlin.
HAEUPLER, H., JAGEL, A. & SCHUMACHER, W. (2003): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen. – Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NRW, Recklinghausen: 546 S.
– & SCHÖNFELDER, P. (1988): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. – Ulmer, Stuttgart: 768 S.
HANELT, P. (1960): Die Lupine. – Zur Botanik und Geschichte landwirtschaftlich wichtiger Lupinenarten. – Ziemsen, Wittenberg: 104 S.
HANSEN, R. & STAHL, F. (1994): Die Stauden und ihre Lebensbereiche in Gärten und Grünanlagen. 2. Aufl., – Ulmer, Stuttgart: 572 S.
HEGI, G. (1964): Illustrierte Flora von Mitteleuropa Band 4 (3). Dicotyledones 2: Leguminosae – Tropaeolaceae. – 2. Aufl. mit Nachtrag, Nachdruck der 1. Aufl. von 1925, Parey, Hamburg: 1750 S.
HESSISCHES LANDESVERMESSUNGSAMT (Hrsg.) (2000): Hessen im Maßstab 1:25 000, Top 25. – Elektronische Ressource (CD). Wiesbaden.
HIETEL, E. (2003): Methodik zur Erarbeitung standörtlicher und sozioökonomischer Indikatoren der Landnutzungsdynamik einer peripheren Region. – Dissertation Gießen: 205 S.
HOBBS, R. J. & HUMPHRIES, S. E. (1995): An integrated approach to the ecology and mangement of plant invasions. – Conserv. Biol. 9: 761 – 777. New York.
HÖHL, L. (1892): Rhönspiegel. Kulturgeschichtliche Bilder aus der Rhön. Arbeit, Sitten und Gebräuche der Rhöner. 2. Aufl., – Woerl's Reisebibliothek. Woerl, Würzburg, Wien: 233 S.
KASCHKA, T. (1989): Bewirtschaftung des Dörnberg in Gegenwart und Vergangenheit. – GhK Kassel, Studienarbeit.
KINDINGER, W. (1942): Beiträge zur Entwicklung der Kulturlandschaft in der zentralen Rhön vom Dreißigjährigen Krieg bis 1933. – Fränkische Studien. Mitt. Geogr. Ges. Würzburg N. F. 4: 125 S. Würzburg.
KOLB, K.-H. (1996): Die Situation des Birkhuhns (*Tetrao tetrix*) in der bayerischen Rhön gestern und heute. – NNA- Berichte 1/96: 32 – 42. Schneverdingen.

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

– (2001): Wie haben die natürliche Landschaftsentwicklung und/oder gezieltes Habitatmanagement die Populationen wichtiger Leitarten im NSG „Lange Rhön", Biosphärenreservat Rhön, bayerischer Teil, beeinflusst? – 10 Jahre Biosphärenreservat Rhön Artenschutz nur durch Nutzung? Tagungsband einer Tagung am 9.3.2001 in Ehrenberg-Wüstensachsen. – Zoologische Gesellschaft Frankfurt von 1858 e.V. (ZGF) und Hessische Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz e.V. (HGON): 25 – 32. Frankfurt/Main.

KOPECKY, K. (1971): Der Begriff der Linienmigration der Pflanzen und seine Analyse am Beispiel des Baches Studeny und der Straße in seinem Tal. – Folia Geobot. Phytotax. 6: 303–320. Prag.

KOWARIK, I. (1996): Auswirkungen von Neophyten auf Ökosysteme und deren Bewertung. – Texte des Umweltbundesamtes 58: 119 – 155. Berlin.

– (2002): Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. Mit einem Beitrag von P. BOYE. – Ulmer, Stuttgart: 379 S.

LINDLEY, J. (1827): Typusangabe in Bot. Reg. 13: t. 1069. – In: WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (Ed.) 1998: Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Ulmer, Stuttgart: S. 299.

LABASCH, M. & OTTE, A. (1999): Ursachen und Folgen von zur Dominanz neigenden Arten in primären Binnensalzwiesen.. – Braunschweiger Geobot. Arb. 6: 53-68. Braunschweig.

MAUL, P. (2003): Analyse und Begründung der Verbreitungsschwerpunkte der Stauden-Lupine (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) im NSG „Lange Rhön" - Gebiet Leitgraben/Elsgellen. – Diplomarbeit Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotrophologie und Umweltmanagement. Univ. Giessen: 108 S.

MCCUNE, B. & MEFFORD, M.J. (1999 a): Programm – PC-Ord Multivariate Analysis of Ecological Data, Vers. 4.14. – MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon.

– & – (1999 b): Handbook – PC-ORD Multivariate Analysis of Ecological Data, Vers. 4. – MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon: 237 S.

MEISEL, K. & HÜBSCHMANN, A. von (1973): Grundzüge der Vegetationsentwicklung auf Brachflächen. – Natur und Landschaft 48: 70–74. Bonn-Bad Godesberg.

MEYNEN, E. & SCHMITHÜSEN, J. (Hrsg.) (1953 ff): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands (Erste Lieferung 1953, darin Übersichtskarte der BRD und DDR). – Bundesanstalt für Landeskunde, Remagen: 136 S.

MÜCKSCHEL, C. (2001): Zur Plastizität populationsbiologischer Parameter ausgewählter Magerrasenarten Südthüringens unter Beweidungseinfluss. – Dissertation Gießen: 151 S.

MÜLLER–WESTERMEIER, G. (1990): Klimadaten der Bundesrepublik Deutschland Zeitraum 1951–1980 (Temperatur, Luftfeuchte, Niederschlag, Sonnenschein, Bewölkung). – Offenbach (Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes): 289 S.

OBERDORFER, E. (Hrsg.) (1977): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil I. 2. Aufl. – Fischer, Stuttgart, New York: 311 S.

– (Hrsg.) (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. 8., stark überarb. und erg. Aufl. – Ulmer, Stuttgart: 1051 S.

OTTE, A. & FRANKE, R. (1998): The ecology of the Caucasian herbaceus perennial Heracleum mantegazzianum Somm. et Lev. (Giant Hogweed) in cultural ecosystems of Central Europe. – Phytocoenologia 28 (2): 205–232. Berlin, Stuttgart, Braunschweig.

–, OBERT, S., VOLZ, H. & WEIGAND, E. (2002): Effekte von Beweidung auf *Lupinus polyphyllus* Lindl. in Bergwiesen des Biosphärereservates Rhön. – In: KOWARIK, I. & STARFINGER, U. (Hrsg.): Biologische Invasionen. Herausforderung zum Handeln? – Neobiota 1: 101–133, Berlin.

PEPPLER, C. (1992): Die Borstgrasrasen (*Nardetalia*) Westdeutschlands. – Dissert. Bot. 193: 1–402. Berlin, Stuttgart.

PEPPLER-LISBACH, C. & PETERSEN, J. (2001): Calluno-Ulicetea (G3). Teil 1: Nardetalia strictae. Borstgrasrasen. – Synopsis Pflanzenges. Deutschlands 8: 1–117. Göttingen.

PFADENHAUER, J. (1993): Vegetationsökologie – ein Skriptum – 1. Aufl., IHW, Eching: 301 S.

PLANUNGSBÜRO GREBE (1995): Biosphärenreservat Rhön – Rahmenkonzept für Schutz, Pflege und Entwicklung. – Neumann, Radebeul: 402 S.

POKORNY, D. (1996) (überarbeitet): Definitionen der Ökosystemtypen für das Biosphärenreservat Rhön. – CIR-Schlüssel BR Rhön 1: 10.000 für die Luftbildinterpretation, Stand 15.03.95. Oberelsbach: 35 S.

PYSEK, P., PRACH, K. & MANDAK, B. (1998): Invasions of alien plants into habitats of Central European landscape: An historical pattern. – In: STARFINGER, U., EDWARDS, K., KOWARIK, I. & WILLIAMSON, M. (Hrsg.) (1998): Plant Invasions: Ecological Mechanisms and Human Responses: 23–32. Blackhuys, Leiden.

REINFELD, U. (1977): Landschaftsentwicklungsplan Naturpark Hessische Rhön. – Institut für Naturschutz, Darmstadt: 102 S.

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

SAMEN-SCHMITZ (1998): Samen-Schmitz. Gartendüfte 1998. – Saatgutkatalog, München: 80 S.
SCHENK, W. (1993): Strukturverbessernde Programme für die bayerische Rhön im 19. und 20. Jh. – zur Kontinuität von Planungsideen (1). – In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) (Hrsg.): Biosphärenreservat Rhön – Beiträge zu einer Raumnutzungskonzeption für die Rhön. Hannover: 49–62.
SCHMITT, G. E. (1990): Naturkundliche Wanderungen in Hessen. – Hitzeroth, Marburg: 158 S.
SCHÖNFELDER, P. & BRESINSKY, A. (1990): Verbreitungsatlas der Farn– und Blütenpflanzen Bayerns. – Ulmer, Stuttgart: 752 S.
STÄNDIGE ARBEITSGRUPPE DER BIOSPHÄRENRESERVATE IN DEUTSCHLAND (1995): Biosphärenreservate in Deutschland. Leitlinien für Schutz, Pflege und Entwicklung. – Springer, Heidelberg: 377 S.
STORCH, M. (1985): BSVEG. Fortran-Programm zur Bearbeitung von Vegetationstabellen. Ergänzungen zu Streng/Schönfelder. – Hoppea 44: 379–392. Regensburg.
STOTTELE, T. (1995): Vegetation und Flora am Straßennetz Westdeutschlands. Standorte – Naturschutzwert – Pflege. – Dissert. Bot. 248: 1–360. Berlin, Stuttgart.
TAPPEINER, U. & CERNUSCA, A. (1989): Auswirkungen des Auflassens einer Almweide auf die Bestandesstruktur und das Lichtklima. – In: CERNUSCA, A. (Hrsg) (1989): Struktur und Funktion von Graslandökosystemen im Nationalpark Hohe Tauern: 531–548. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck.
– & – (1998): Model simulation of spatial distribution of photosynthesis in structurally differing plant communities in the Central Caucasus. – Ecological Modelling 113: 201–223. Amsterdam.
THIELE, J. & OTTE, A. (2004): Analysis of habitats and communities invaded by an alien species *(Heracleum mantegazzianum)* in Central Europe with regard to land-use and site history. – (in prep.).
VISSER, U., VOLZ, H., JOHST, K., WINKLER, E. & WISSEL, C. (2001): Lupine invasion on poor meadows. – Verh. Ges. für Ökologie 31: 332. Basel.
VOIGTLÄNDER, G. & VOSS, N. (1978): Methoden der Grünlanduntersuchung und -bewertung. – Grünland – Feldfutter – Rasen. Ulmer, Stuttgart: 207 S.
VOLLRATH, H. (1979): Vegetationsaufnahme. – KTBL– Arbeitsblatt „Agrarplanung", lfd Nr. 3050. – KTBL– Arbeitsgemeinschaft „Planung im ländlichen Raum", Darmstadt: 7 S.
VOLZ, H. (2003): Ursachen und Auswirkungen der Ausbreitung von *Lupinus polyphyllus* Lindl. im Bergwiesenökosystem der Rhön und Maßnahmen zur Regulierung. – Dissertation Univ. Giessen. 140 S.
– & OTTE, A. (2001): Occurence and spreading ability of *Lupinus polyphyllus* Lindl. in the Hochrhoen area. – In: KOWARIK, I. & STARFINGER, U. (Hrsg.): Biological Invasions in Germany – A Challenge to Act? – Contributions and Results of a Conference in Berlin October 4th–7th, 2000, BfN-Skripten 32: 97–98. Bonn-Bad Godesberg.
WALDHARDT, R., FUHR-BOßDORF, K., OTTE, A., SCHMIDT, J. & SIMMERING, D. (2000): Floristisch-vegetationskundliche Diversitäten einer peripheren Kulturlandschaft in Abhängigkeit von Landnutzung, Raum und Zeit. – Agrarspectrum 31: 121–147. Frankfurt/Main, München, Münster-Hiltrup.
WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Ulmer, Stuttgart: 765 S.
ZANDER, E. (1930): Die Bienenweide. Ihre heutige Verfassung und die Möglichkeiten ihrer Verbesserung. – Ulmer, Stuttgart: 152 S.

Adressen
Prof. Dr. Dr. Annette Otte
Dipl.-Ing. agr. Pia Maul
Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung
FB 09: Agrarwissenschaften, Ernährungswissenschaften, Umweltmanagement
Heinrich-Buff-Ring 26–32 (IFZ)
D-35392 Gießen
e-mail: Annette.Otte@agrar.uni-giessen.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: 2005

Band/Volume: NS_25

Autor(en)/Author(s): Otte Annette, Maul Pia

Artikel/Article: Verbreitungsschwerpunkte und strukturelle Einnischung der Stauden-Lupine (Lupinus polyphyllus Lindl.) in Bergwiesen der Rhön 151-182