Tuexenia 28: 121–132. Göttingen 2008.

Vergleich des Zustandes junger und historisch alter Populationen von *Pulsatilla patens* (L.) Mill. in der Münchner Schotterebene

– Daniela Röder und Kathrin Kiehl –

Zusammenfassung

Im Jahr 2007 wurde die letzte in Deutschland existierende Population der Finger-Küchenschelle, *Pulsatilla patens* (L.) Mill., im Naturschutzgebiet „Garchinger Heide" und auf angrenzenden Renaturierungsflächen, auf denen die Art durch Ansaat neu etabliert worden ist, untersucht. Ziel der Untersuchung war, die Populationsgröße und Populationsstruktur der neu etablierten Teilpopulationen zu erfassen und diese mit der historisch alten Population im Naturschutzgebiet zu vergleichen. Die Populationsgröße wurde mit Hilfe einer GPS-gestützten Kartierung ermittelt. Zur Analyse der Populationsstruktur wurde auf ausgewählten Flächen die Individuendichte nach Entwicklungsstadien getrennt erfasst und die Deckung der umgebenden Vegetation aufgenommen. Außerdem wurden die Sameneigenschaften (Anzahl, Gewicht, Keimfähigkeit) untersucht. Die Keimfähigkeit der Samen wurde unter Laborbedingungen bei 12h Licht 25°C und 12h Dunkelheit 15°C getestet.

Auf den Renaturierungsflächen konnten jeweils sehr erfolgreich große Populationen mit mehren tausend *Pulsatilla*-Individuen etabliert werden. Die Population auf der Fläche 520A, aber auch die Teilpopulation auf dem sogenannten Rollfeld im Naturschutzgebiet können wegen der hohen Anzahl junger Individuen als dynamisch bezeichnet werden. Die Teilpopulation der sogenannten Altheide im Naturschutzgebiet ist aufgrund ihrer ausgewogenen Populationsstruktur und der 2003 ermittelten Populationsgröße von ca. 10.000 Individuen als stabil einzustufen. Auf der Renaturierungsfläche 2526A wurden nur adulte Individuen gefunden, die zudem nicht blühten. Aufgrund dessen und wegen der geringen Größe dieser Population wird eine Nachsaat der Art auf dieser Fläche dringend empfohlen. Die Dichte der *Pulsatilla*-Individuen mit mehreren Blüten pro Pflanze war negativ mit der Deckung der umgebenden Vegetation korreliert. Die Individuen mit den meisten Blüten wurden auf der vegetationsarmen Renaturierungsfläche 520A gefunden. Dort wurden auch die meisten Samen pro Fruchtstand ermittelt, was auf die geringe ober- und unterirdische Konkurrenz durch andere Pflanzenarten zurückgeführt werden kann. Die Wiederansiedlung durch Ansaat von *Pulsatilla patens* auf ehemaligen Ackerstandorten sollte auf Flächen mit Oberbodenabtrag und Mähgutauftrag mit einer hohen Saatdichte erfolgen. Wenn durch schlechte Wetterbedingungen die Keimung und Etablierung von *Pulsatilla patens* fehlschlägt, sollte eine Nachsaat erfolgen.

Abstract: Comparison of an ancient and two recent populations of *Pusatilla patens* (L.) Mill. in the Munich gravel plain

In 2007, the last existing population of *Pulsatilla patens* (L.) MILL. in Germany was studied. The aim of our study was to investigate the current state of newly established populations on restoration sites near the nature reserve "Garchinger Heide" and to compare these to the ancient population in the nature reserve. Therefore a GPS-supported mapping of the new populations was performed and the population structure in relation to vegetation characteristics was investigated. Seed properties were tested under controlled conditions.

On the restoration sites populations of some thousand *Pulsatilla* plants have been established. The population on the restoration site 520A as well as the subpopulation of the topsoil-removal site, a young grassland in the nature reserve, had a high proportion of young individuals and was called dynamic. Because of the balanced population structure, the subpopulation of the ancient grasslands in the nature reserve could be described as stable. On the restoration site 2526A only adult, non-flowering plants were found. Considering the poor fitness and the small population size, we recommended further sowing of the species to enlarge the population. The number of flowers per plant was negatively correlated with the density of the surrounding vegetation. Hence the individual plants with the most numerous flowers were found on the restoration site 520A with little vegetation growth. Here also the most seeds per inflorescence were found, which perhaps is connected to the lower competition with other higher plants. Restoration of *Pulsatilla patens* on former arable fields should be done after topsoil removal and with high sowing rates. If unsuitable weather conditions prevent germination and establishment of the species, sowing should be done anew.

Keywords: population structure, rare species, restoration, reintroduction.

1. Einleitung

Grundlage für den erfolgreichen Schutz und das Management bedrohter Pflanzenarten sind nicht nur Kenntnisse über ihre ökologischen Ansprüche sondern auch die Beobachtung der Entwicklung der noch vorhandenen Populationen. Durch ein Monitoring wird dabei der Zustand der Populationen über eine gewisse Zeit dokumentiert (vgl. TRAXLER 1998). Die letzte noch in Deutschland existierende Population der Finger-Küchenschelle *Pulsatilla patens* (L.) Mill., eine nach nationalem und internationalem Recht geschützte Pflanzenart (KORNECK et al. 1996, COUNCIL OF THE EUROPEAN COMMUNITIES 1992, COUNCIL OF EUROPE 2002), wird im Naturschutzgebiet (NSG) „Garchinger Heide" bei München seit Anfang der 1990er Jahre regelmäßig auf Bestandsveränderungen untersucht (SCHOPP-GUTH 1991, RÖDER & KIEHL 2006). Dabei konnte in fast allen Teilgebieten des NSGs „Garchinger Heide" ein Rückgang der Art beobachtet werden. Besonders in den ursprünglichen Kalkmagerrasen der Altheide nahm die Zahl der Individuen von etwa 27.200 im Jahr 1991 auf 9.577 im Jahr 2003 ab (RÖDER & KIEHL 2006). Lediglich auf dem Rollfeld, einem kleinen Teilgebiet der Garchinger Heide, auf dem 1945 der Oberboden abgetragen worden war, konnte ein Populationswachstum von 79 Individuen im Jahr 1991 auf 115 Individuen im Jahr 2003 beobachtet werden. Um die Gesamtpopulation von *Pulsatilla patens* zu vergrößern, wurde zwischen 2002 und 2006 auf verschiedenen Renaturierungsflächen (RF) im Umfeld des NSGs, auf denen Kalkmagerrasen durch Mähgutübertragung angesiedelt wurden (vgl. PFADENHAUER & KIEHL 2003, KIEHL et al. 2006), eine Ansaat der Art mit autochthonem Saatgut durchgeführt.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Populationsgröße der jungen Populationen in den neu angelegten Kalkmagerrasen auf ehemaligen Ackerflächen zu ermitteln und die Populationsstruktur ausgewählter Flächen mit derjenigen der historisch alten Population von *Pulsatilla patens* im NSG zu vergleichen. Um Aussagen über die Reproduktionsfähigkeit der jungen und alten Teilpopulationen und ihre langfristige Überlebensfähigkeit treffen zu können, wurden der Samenansatz, die Samenmasse und die Keimfähigkeit bestimmt.

1.1. Die Art *Pulsatilla patens* (L.) Mill.

Die Finger-Küchenschelle, *Pulsatilla patens* (L.) Mill. (*Ranunculaceae*), kommt in Kalkmagerrasen und offenen Kiefernwäldern in Europa und Sibirien (hauptsächlich *P. patens* ssp. *patens*) sowie Nordamerika (*P. patens* ssp. *multifida*) vor (HULTÉN & FRIES 1986). Die Art ist in Deutschland historisch nur aus dem südöstlichen Mecklenburg-Vorpommern, dem östlichen Brandenburg sowie aus Bayern belegt. Die absolute Westgrenze verlief in Nordostdeutschland in etwa von Pasewalk über Berlin nach Guben an der Oder. Die Vorkommen der Art sind hier jedoch seit den 1970er Jahren fast überall erloschen (vgl. BENKERT 1978). Das NSG „Garchinger Heide" ist der letzte noch existierende Wuchsort von *Pulsatilla patens* in Deutschland (RÖDER & KIEHL 2006).

Die Art blüht je nach Witterungsverhältnissen von Mitte April bis Mitte Mai und wird von Insekten bestäubt (KLOTZ et al. 2002), die Samen werden von Anfang Juni bis etwa Anfang Juli ausgestreut. Nach einer Störung durch Mahd oder Beweidung kann es im Herbst zu einer zweiten Blüte kommen. Durch ihr vertikales Rhizomsystem ist die Art bedingt in der Lage sich vegetativ auszubreiten (WILDEMAN & STEEVES 1982). So wurde bei der nahe verwandten Art *Pulsatilla vulgaris* die Bildung neuer Rosetten durch unterirdische Ausläufer in unmittelbarer Nähe der Mutterpflanze beobachtet (WELLS & BARLING 1971). Einzelne Individuen von *Pulsatilla patens* können ein sehr hohes Alter von mehr als 100 Jahren erreichen (UOTILA 1996).

1.2. Untersuchungsgebiet

Das NSG „Garchinger Heide" liegt etwa 15 km nördlich von München an der Landstraße zwischen Eching und Dietersheim (48°18' N, 11°39' E, 469m über NN). Als Teil der Naturräumlichen Einheit „Münchner Schotterebene" (WITTMANN 1983) stellt das Gebiet



Abb. 1: Blühende *Pulsatilla patens* am 09. April 2007 auf RF 520A.

Fig. 1: Flowering *Pulsatilla patens* on April 9th 2007 on the restoration site 520A.

ein Relikt der ehemals ausgedehnten Kalkmagerrasen der Schotterebene des Alpenvorlandes dar. Das NSG beherbergt Kalkmagerrasen mit einer einmaligen Kombination von submediterranen, dealpinen und pontischen Florenelementen (VOLLMANN 1911, PFADENHAUER & LIEBERMANN 1986). Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden zwei Teilpopulationen von *Pulsatilla patens* im NSG untersucht. Die eine Population befindet sich in der sogenannten **Altheide**, welche den größten Teil der Garchinger Heide einnimmt (RÖDER et al. 2006). Die Altheide zeichnet sich durch eine artenreiche, relativ dichte Vegetation über verbraunter Rendzina aus. Die zweite Teilpopulation befindet sich auf dem sogenannten **Rollfeld**. Dieses entstand 1945 nach dem Abtrag des Oberbodens für eine geplante Start- und Landebahn. Bis heute ist die Bodenentwicklung über dem anstehenden Kies nur wenig vorangeschritten. Mit einer Protorendzina aus Kalkschotter mit geringem Feinerdeanteil (PFADENHAUER & LIEBERMANN 1986) bietet das Rollfeld einen Standort für niedrigwüchsige, konkurrenzschwache Arten der Trocken- und Halbtrockenrasen (RÖDER et al. 2006).

In der Umgebung der Garchinger Heide wurden im Rahmen des E+E-Vorhabens „Sicherung und Entwicklung der Heiden im Münchener Norden" mit Hilfe unterschiedlicher Renaturierungsverfahren Kalkmagerrasen auf ehemaligen Ackerflächen neu angelegt (PFADENHAUER et al. 2000, PFADENHAUER & KIEHL 2003). Nach Abschluss des E+E-Vorhabens wurden auch auf weiteren Flurstücken Magerrasen durch Mähgutübertragung angelegt. Da *Pulsatilla patens* durch den frühen Reifezeitpunkt der Samen nicht durch das im August gewonnene Mähgut übertragen werden kann, wurde sie zwischen 2002 und 2006 auf mehreren Renaturierungsflächen mit und ohne Oberbodenabtrag meist zusätzlich zur Mähgutübertragung eingesät. Das Saatgut wurde durch einen lokal ansässigen Saatgutvermehrungsbetrieb aus ursprünglichem Saatgut aus der Garchinger Heide vermehrt. Bisher konnte sich die Art durch Ansaat nur auf Flächen mit Oberbodenabtrag etablieren.

Im Folgenden werden diese RF näher beschrieben, auf denen Individuen von *Pulsatilla patens* bei der Kartierung im Jahr 2007 gefunden wurden (Tab. 1). Auf dem **Flurstück 508A**

Tabelle 1: Übersicht über die Renaturierungsflächen im Umfeld des NSG „Garchinger Heide", auf denen im Jahr 2007 Individuen von *Pulsatilla patens* gefunden wurden.

Table 1: Farmland number, time of topsoil removal and hay transfer, area, time of sowing, amount of sowing material and sowing density of the restoration areas where *Pulsatilla patens* was found in 2007.

Flurstück Nr.	Bodenabtrag/ Mähgutübertrag	Größe (ha)	Datum	Saatgut-menge (kg)	Saatdichte (kg/ha)
Fl. Nr. 2526A	1993/2001	0,0720	20.06.2002	0,39	5,4
Fl. Nr. 508A	1993/keine	0,4500	25.08.2003	0,32	0,7
Fl. Nr. 519A	2003/2003	0,4200	25.08.2003	0,30	0,7
Fl. Nr. 520A	2003/2003	1,4000	25.08.2003	0,99	0,7

wurde der Oberboden im Jahr 1993 bis auf den anstehenden Kies abgetragen, eine Mähgutübertragung fand auf dieser Fläche bisher nicht statt. *Pulsatilla patens* wurde im August 2003 auf einem Teilstück der Fläche angesät. Auf den **Flurstücken 519A** und **520A** wurde der Oberboden im Jahr 2003 abgetragen und Ende August 2003 eine Mähgutübertragung mit Mähgut aus der Garchinger Heide durchgeführt sowie zusätzlich *Pulsatilla patens* eingesät. Auf allen drei RF betrug die Aussaatdichte 0,7 kg Samen pro Hektar (ca. 560.000 Samen/ha). Auf dem **Flurstück 2526A** wurde 1993 der Oberboden abgetragen und im Jahr 2001 Mähgut aus dem NSG aufgetragen. Im Juni 2002 wurde dort *Pulsatilla patens* auf einer Teilfläche angesät. Hier betrug die Aussaatdichte 5,4 kg Samen pro Hektar (ca. 4.320.000 Samen/ha).

Die zentralen Flächen der Altheide des NSGs werden durch Mahd gepflegt. Seit 2004 wird eine Streifenmahd durchgeführt, bei der jährlich wechselnd jeweils drei Streifen gemäht werden und der vierte Streifen als Refugium für Insekten brach liegen bleibt (RÖDER et al. 2006). Auf dem Rollfeld und auf den RF finden außer gelegentlicher Gehölzentfernung keine Pflegemaßnahmen statt.

2. Material und Methoden

2.1. Vegetations- und Populationsstruktur

Im Juli 2007 wurde auf den RF 508A, 519A, 520A und 2526A eine GPS-Kartierung der Anzahl und Verteilung der *Pulsatilla*-Individuen durchgeführt. Dazu wurden auf der RF 2526A alle Individuen kartiert. Auf den Abtragsflächen 508A, 519A und 520A wurde aufgrund der sehr hohen Anzahl der Individuen eine Rasterkartierung durchgeführt. Dabei wurden im Abstand von 5 m Flächen von jeweils 1 m² Größe mit einem GPS eingemessen und die Anzahl der Individuen von *P. patens* pro Fläche bestimmt. Die Gesamtzahl der Individuen wurde dann hochgerechnet. Da die vegetative Vermehrung durch das vertikale Wurzelsystem von *Pulsatilla patens* nur über sehr kleine Distanzen geschieht (WILDEMAN & STEEVES 1982), konnte aufgrund der überwiegenden separaten Verteilung der Pflanzen Einzelindividuen klar identifiziert werden (Abb. 1). Die Populationsstruktur von *P. patens* wurde am 13. Mai 2007 in Probeflächen von 4 m² Größe in beiden Teilbereichen des NSGs (Altheide und Rollfeld, jeweils 6 Flächen) sowie auf den RF 520A (30 Flächen) und 2526A (10 Flächen) untersucht. Es wurden jeweils alle Individuen aufgenommen und entsprechend ihrem Entwicklungsstadium in Klassen eingeteilt (Tab. 2). Keimlinge konnten auch bei späteren Kontrollen nicht gefunden werden. Für jede der Probeflächen wurde der Deckungsgrad der Krautschicht und des offenen Bodens bestimmt.

2.2. Sameneigenschaften

2.2.1. Samenzahl und -gewicht

Am 13. Mai 2007 wurden Samen von *Pulsatilla patens* gesammelt. In der Altheide des NSGs und auf der RF 520A wurden jeweils 20 Fruchtstände unterschiedlicher Pflanzen gepflückt, auf dem Rollfeld wurden wegen der geringeren Populationsdichte nur 15 Fruchtstände entnommen. Von der RF 2526A konnten keine Samenstände gesammelt werden, da die Individuen hier nicht blühten. Im Labor wurden die Samenzahl und das Gewicht jedes Fruchtstandes ermittelt und anschließend das 1000-Korn-Gewicht berechnet. Taube Samen, die nur aus einer leeren Samenhülle bestanden, wurden nicht in die weitere Untersuchung der Sameneigenschaften miteinbezogen.

Tabelle 2: Einteilung der Entwicklungsstadien von *Pulsatilla patens*
Table 2: Investigated age-state classes of *Pulsatilla patens*

nicht blühende Individuen		blühende Individuen		
Jungpflanze	adulte Pflanze	1 Blüte	2-3 Blüten	4 und mehr Blüten
≤ 3 Blätter	> 3 Blätter			

2.2.2. Keimfähigkeit

Um die Keimfähigkeit der Samen zu bestimmen, wurden jeweils alle Samen eines Fruchtstands am 15. Mai 2007, nach Herkunftsflächen getrennt, in Petrischalen mit zwei Filterpapieren angesetzt. Danach wurden die Schalen bei 12h Licht 25°C und 12h Dunkelheit 15°C im Keimschrank gelagert. Die Samen wurden mit destilliertem Wasser stets feucht gehalten. Im Abstand von einer Woche wurden gekeimte Samen gezählt und entnommen. Nach 42 Tagen wurde das Experiment beendet, nachdem nach sieben Tagen kein Samen mehr gekeimt war. Die verbleibenden Samen waren wahrscheinlich nicht keimfähig oder dormant.

2.3. Statistische Analyse

Um Unterschiede in der Populationsstruktur von *Pulsatilla patens* und der Deckung der Gefäßpflanzen sowie dem Anteil des offenen Bodens der vier Untersuchungsflächen herauszufinden, wurde eine Kruskal-Wallis-ANOVA mit einem anschließenden multiplen Vergleich für mittlere Ränge aller Gruppen berechnet (SIEGEL & CASTELLAN 1988 in STATSOFT 2004). Um Unterschiede in der Anzahl der Samen pro Fruchtstand, dem 1000-Korngewicht und der Keimrate der Samen zwischen den Pflanzen der Altheide, des Rollfelds und der RF 520A zu ermitteln, wurde dasselbe Verfahren angewandt. Mit Hilfe einer Spearman-Rangkorrelation wurden Zusammenhänge zwischen dem Deckungsgrad der Krautschicht und des offenen Bodens sowie der Populationsstruktur untersucht.

Tabelle 3: Vergleich der Populationen von *Pulsatilla patens* auf den RF 508A, 519A, 520A und 2526A (Daten der GPS-Kartierung im Jahr 2007) mit der Altheide und dem Rollfeld des NSG „Garchinger Heide" (Daten aus RÖDER & KIEHL 2006)

Table 3: Area, year of sowing, amount of material sown, mean number of *Pulsatilla patens* plants per m², total number of *Pulsatilla patens* plants and rate of establishment on the restoration sites 508A, 519A, 520A and 2526A (GPS mapping data from 2007 compared to the *Pulsatilla patens* individuals per m², total number of *Pulsatilla patens* plants in the ancient grassland and the topsoil-removal site of the nature reserve (NSG) (Data from Röder & Kiehl 2006)

Flurstück Nr.	Größe (ha)	Ansaat (Jahr)	Saatgut-menge (kg)	Mittlere Anzahl Pflanzen/m²	Gesamtzahl Pflanzen	Etablierungs-rate (%)
508A	0,45	2003	0,32	1,35	6.075	2,37
519A	0,42	2002	0,30	3,84	16.145	6,72
520A	1,40	2002	0,99	0,96	13.511	1,71
2526A	0,07	2002	0,39	0,49	343	0,11
Altheide	20,98	-	-	0,46	9.577	-
Rollfeld	1,62	-	-	0,07	115	-

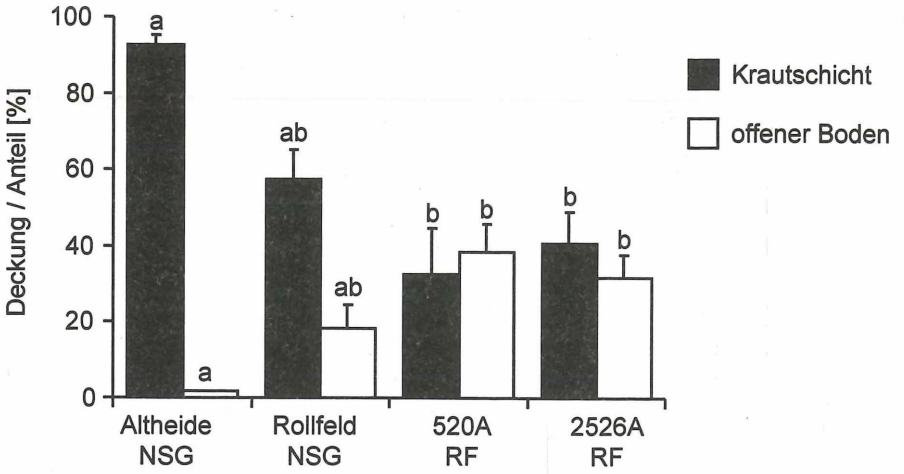


Abb. 2: Mittlerer Deckungsgrad der Krautschicht und mittlerer Anteil des offenen Bodens in der Altheide und auf dem Rollfeld des NSGs sowie auf den RF 520A und 2526A. Unterschiedliche Buchstaben symbolisieren signifikante Unterschiede ($p<0,05$) zwischen den Flächen. Die Buchstaben sind für die einzelnen Parameter getrennt zu lesen.

Fig. 2: Mean density of the herb layer and mean percentage of bare soil in the ancient grassland and the topsoil-removal site of the nature reserve (NSG) as well as on the restoration sites (RF) 520A and 2526A. Different letters show significant differences of $p < 0.05$ (to be read for each parameter separately).

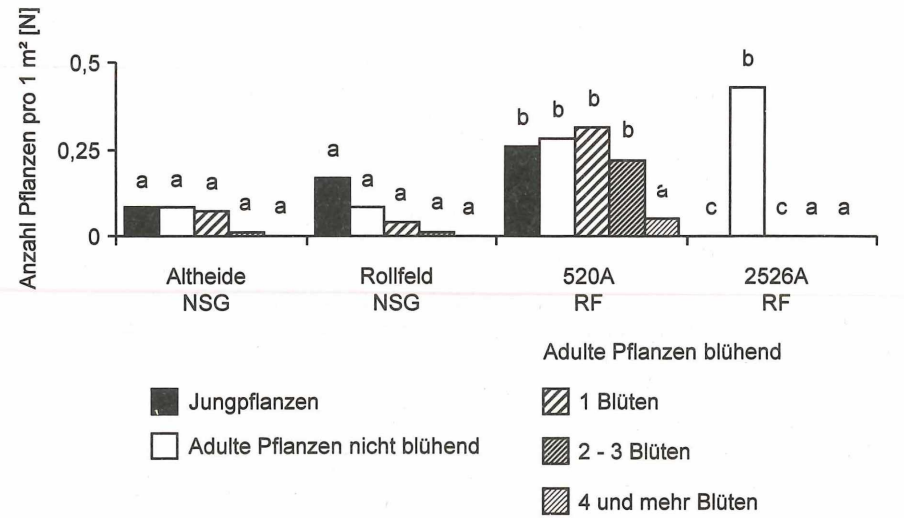


Abb. 3: Mittlere Anzahl der Individuen unterschiedlicher Entwicklungsstadien in den Teilpopulationen von *Pulsatilla patens* in der Altheide und auf dem Rollfeld des NSGs sowie auf den RF 520A und 2526A im Jahr 2007. Unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede ($p<0,05$) zwischen den Populationen. Die Buchstaben sind für die einzelnen Entwicklungsstadien getrennt zu lesen. $N_{Altheide} = 6$, $N_{Rollfeld} = 6$, $N_{520A} = 30$, $N_{2526A} = 10$

Fig. 3: Mean number of individuals of different age-state classes of *Pulsatilla patens* in the ancient grassland and the topsoil-removal site of the nature reserve (NSG) and on the restoration sites (RF) 520A and 2526A in 2007. Different letters show significant differences of $p < 0.05$ (to be read for each age-state class separately). $N_{Altheide} = 6$, $N_{Rollfeld} = 6$, $N_{520A} = 30$, $N_{2526A} = 10$

3. Ergebnisse

3.1. Populationsgröße und Populationsdichte

Die größten Populationen von *Pulsatilla patens* wurden auf der RF 519A gefolgt von der RF 520A gefunden (Tab. 3). Die höchsten Individuendichte wurden auf der RF 519A gefolgt von RF 508A ermittelt. Die Populationen auf beiden RF waren vier Jahre nach der Ansaat mit mehr als 16.000 bzw. 13.500 Individuen trotz der geringeren Flächengröße der Flurstücke größer als die 2003 kartierte Population in der Altheide des NSGs, die ca. 10.000 Individuen zählte (vgl. RÖDER & KIEHL 2006). Auf der RF 2526A wurden dagegen nur 343 Individuen gefunden. Die Etablierungsraten (Anteil etablierter Pflanzen im Verhältnis zur Menge der ausgesäten Samen) waren auf dem RF 2526 mit 0,11 % am niedrigsten und auf der Fläche 519A mit 6,72 % am höchsten.

3.2. Populationsstruktur in Abhängigkeit von der Vegetationsstruktur

In der Altheide war die Deckung der Krautschicht signifikant höher und der Anteil offener Bodenstellen niedriger als auf dem Rollfeld und den RF (Abb. 2). Die RF 520A und 2526A wiesen ähnliche Anteile der Krautschicht und des offenen Bodens auf. Das Rollfeld ist bezüglich beider Parameter zwischen der Altheide und den RF einzuordnen.

Die Anzahl der nichtblühenden adulten Individuen war auf den RF signifikant höher als im NSG (Abb. 3). Blühende Individuen und Jungpflanzen wurden nur auf der RF 520A sowie in der Altheide und auf dem Rollfeld gefunden. Dabei war die Anzahl der Jungpflanzen und Adulten mit einer oder zwei bis drei Blüten auf der RF 520A signifikant höher als auf dem Rollfeld und in der Altheide. Individuen mit mehr als 4 Blüten wurden nur auf der RF 520A gefunden. Die Anzahl der Individuen pro Entwicklungsstadium der Populationen korrelierten alle negativ mit der Deckung der Krautschicht und positiv mit dem Anteil des offenen Bodens (Tab. 4).

3.3. Sameneigenschaften

Die *Pulsatilla patens*-Individuen auf der RF 520A bildeten eine signifikant höhere Anzahl Samen pro Fruchtstand aus als die untersuchten Pflanzen in der Altheide und auf dem Rollfeld (Abb. 4). Das 1000-Korngewicht sowie die Keimrate der Samen aus der Altheide, vom Rollfeld und von der RF 520A unterschieden sich nicht signifikant. Beide Parameter erreichten auf dem Rollfeld jedoch tendenziell höhere Werte als auf den übrigen Flächen.

Tabelle 4: Spearman-Rang-Korrelation zwischen der Anzahl der *Pulsatilla patens*-Individuen in unterschiedlichen Entwicklungsstadien und der Deckung der Krautschicht sowie dem Anteil des offenen Bodens. Angegeben ist der Korrelationskoeffizient r_s, *: $p<0,05$, n.s.: nicht signifikant.

Table 4: Spearman rank correlation coefficients for significant correlations between the number of *Pulsatilla patens* individuals in different age-state classes and the density of the herb layer and the percentage of bare soil. *: $p<0,05$, n.s.: not significant.

Entwicklungsstadien	Deckung Krautschicht	Deckung offener Boden
Jungpflanzen	- 0,56*	0,61*
Anzahl adulte nicht blühende Pflanzen pro m²	- 0,68*	0,73*
Anzahl adulte Pflanzen pro m² mit:		
1 Blüte	n.s.	n.s.
2-3 Blüten	- 0,57*	0,71*
4 und mehr Blüten	- 0,51*	0,55*

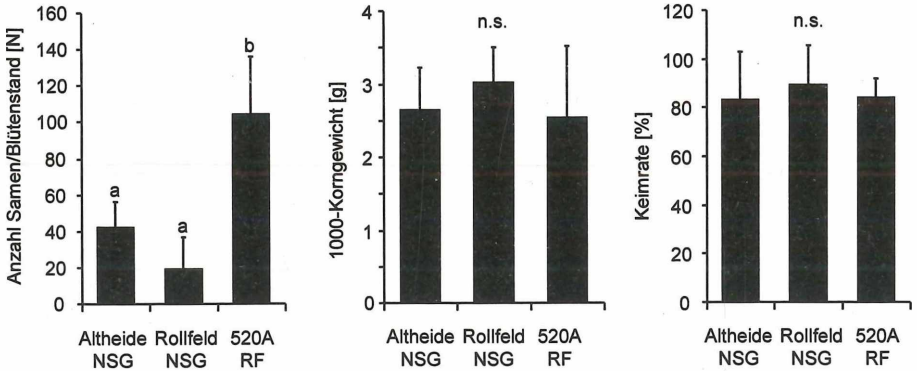


Abb 4: Mittlere Samenzahl eines Fruchtstands, 1000-Korngewicht und mittlere Keimrate von *Pulsatilla patens*-Individuen in der Altheide und auf dem Rollfeld des NSGs und auf der RF 520A. Unterschiedliche Buchstaben symbolisieren signifikante Unterschiede ($p<0,05$) zwischen den Individuen der Flächen, $N_{Altheide} = 20$, $N_{Rollfeld} = 15$, $N_{520A} = 20$.

Fig. 4: Mean number of seeds per inflorescence, 1000-seed-weight and mean seed germination rate of *Pulsatilla patens* on the ancient grassland and the topsoil-removal site of the nature reserve (NSG) as well as on the restoration site (RF) 520A. Different letters show significant differences of $p < 0.05$, $N_{Altheide} = 20$, $N_{Rollfeld} = 15$, $N_{520A} = 20$.

4. Diskussion

4.1. Vitalität der Teilpopulationen

Im Mai 2003 nahmen im NSG sowohl in der Altheide als auch auf dem Rollfeld nichtblühende adulte Pflanzen den größten Teil der *Pulsatilla patens*-Population ein, gefolgt von den Jungpflanzen (RÖDER & KIEHL 2006). Blühende adulte Pflanzen waren 2003 in deutlich geringerer Dichte vorhanden. Im Jahr 2007 wurden im NSG insgesamt weniger Individuen pro Quadratmeter festgestellt als 2003, darunter aber mehr Jungpflanzen als adulte Individuen. Der Hauptgrund für diesen Unterschied ist vermutlich, dass in beiden Untersuchungsjahren nicht die gleichen Probeflächen verwendet wurden, so dass Rückschlüsse auf eine Veränderung der Populationsstruktur nicht möglich sind. Insgesamt kann die Teilpopulation der Altheide im Jahr 2007 als stabil bezeichnet werden und die des Rollfelds weiterhin als dynamisch (vgl. HEGLAND et al. 2001, RÖDER & KIEHL 2006).

Auf den RF 508A, 519A und 520A wurden im Jahr 2007, vier Jahre nach der Ansaat, im Vergleich zum NSG sehr große Populationen von *Pulsatilla patens* mit wesentlich höheren Individuendichten vorgefunden. Auf der Teilfläche der RF 2526A, auf der 2002 die Ansaat stattgefunden hatte, war die Individuendichte mit 0,49 Individuen/m² ähnlich hoch wie in der Altheide und wesentlich höher als auf dem Rollfeld, wo nur 0,07 Individuen/m² gefunden wurden. Auch die Zahl der adulten Pflanzen war auf der RF 520A im Vergleich zum Rollfeld signifikant höher. Diese Ergebnisse zeigen, dass sich auch einzelne Arten zusätzlich zur Mähgutübertragung sehr erfolgreich ansiedeln lassen und dadurch auf Renaturierungsflächen ein größerer Artenpool etabliert werden kann, als dies nur durch die Mähgutübertragung möglich ist. Die Ergebnisse zeigen aber auch, dass der Erfolg der Etablierung von *Pulsatilla patens* auf neu angelegten RF stark von den Standorteigenschaften abhängt, da die Art durch Ansaat nur auf Flächen mit Oberbodenabtrag erfolgreich angesiedelt werden konnte. Zudem ist der Etablierungserfolg auch sehr stark durch die Witterung limitiert. So konnte *Pulsatilla patens* auf der RF 2526A wesentlich schlechter angesiedelt werden als auf den RF 508A, 519A und 520A. Dies ist vermutlich auf die Wetterbedingungen in den jeweiligen Jahren und Folgejahren der Ansaat zurückführen. So waren Mai und Juni 2003 relativ heiß (durchschnittl. 16 bzw. 21°C → langjähriges Mittel 13 bzw. 15°C, Deutscher Wetterdienst, Wetterstation Oberschleißheim, Daten von 1961–1990 und 2003) und trocken (insge-

samt 105 mm → langjähriges Mittel 197 mm), so dass eventuell gekeimte Individuen aus der Ansaat im Juni 2002 vermutlich entweder sofort nach der Keimung im Sommer 2002 bzw. spätestens im heißen Sommer 2003 auf den offenen Flächen vertrockneten, da die Art sehr empfindlich auf Sommertrockenheit reagiert (RÖDER & KIEHL 2007). In diesem Zusammenhang konnte auf der RF 2526A auch beobachtet werden, dass sich die meisten der durch Ansaat etablierten Individuen in den etwas nährstoffreicheren Randbereichen im Übergang der Abtragsfläche zur Nichtabtragsfläche zu finden waren, wo ein höherer Feinbodenanteil und auch Schutz vor Trockenheit durch andere Pflanzen gegeben war. Dieser Schutzstelleneffekt von Pflanzen- und Moospolstern für die Ansiedlung von *P. patens* konnte auch auf dem Rollfeld beobachtet werden (RÖDER & KIEHL 2006) und wurde auch für andere Kalkmagerrasenarten beschrieben (SCHENKEVELD & VERKAAR 1984, RYSER 1993). Der Juli 2004 war im Vergleich zum langjährigen Mittel mild und feucht (17,5°C und 112 mm, Daten der Meteorologischen Forschungsstation der TU München in Garching), wodurch ideale Bedingungen für die Keimung und Etablierung von *Pulsatilla patens* auf den im August 2003 angesäten RF 508A, 519A und 520A herrschten. Dadurch konnte sich hier große Populationen mit mehren tausend Individuen etablieren. Diese Populationsgröße überschreitet die von RÖDER & KIEHL (2007) für *Pulsatilla patens* geschätzte Größe für eine minimal überlebensfähige Population von 800–1200 Individuen, um ein Vielfaches. Auf der Abtragsfläche 2526A konnten diese Werte jedoch nicht erreicht werden. Diese kleine Populationsgröße ist besonders kritisch zu beurteilen, da hier kein blühendes Individuum und keine Jungpflanzen gefunden werden konnten. Es ist sehr wahrscheinlich, dass alle auf RF 2526A vorkommenden Individuen aus einer Kohorte stammen und somit gleich alt sind. Die Population auf der RF 520A besteht zwar ebenfalls zum Großteil aus gleichaltrigen adulten Pflanzen, darunter waren jedoch viele blühende und es konnten auch junge Pflanzen gefunden werden, die vermutlich erst 2005 oder 2006 gekeimt waren. Da das Alter der adulten Individuen noch gering ist (maximal vier Jahre), eine generative Vermehrung aber bereits stattfindet, ist die Population auf dem Flurstück 520A als dynamisch einzuordnen (vgl. HEGLAND et al. 2001, RÖDER & KIEHL 2006). Unter Berücksichtigung der Langlebigkeit von *Pulsatilla*-Pflanzen (UOTILA 1996) kann also mit einem dauerhaften Fortbestehen der Population auf dieser RF und höchstwahrscheinlich auch auf den RF 508A und 519A gerechnet werden.

Die Knospen der Blütenstände werden bereits gegen Ende der Vegetationsperiode des Vorjahres angelegt (WILDEMAN & STEEVES 1982). Die Zahl der Blütenstände, welche die Pflanzen in einem bestimmten Jahr ausbilden, hängt daher stark von den Witterungsbedingungen im zurückliegenden Sommer und Winter ab (UOTILA 1996). Wie die unterschiedlichen Ergebnisse zur Anzahl der Blütenstände pro Pflanze in den Teilflächen der Garchinger Heide und auf den RF zeigen, kann jedoch das Wetter hier nicht der ausschlaggebende Faktor für die Blühaktivität von *Pulsatilla patens* gewesen sein. So konnten auf der RF 520A trotz gleicher Wetterbedingungen wesentlich mehr untersuchte Exemplare mit zwei bis drei Blütenständen festgestellt werden als im NSG. Die negative Korrelation zwischen der Anzahl der blühenden Pflanzen und der Deckung der Krautschicht deutet dagegen darauf hin, dass die Konkurrenz durch höherwüchsige Gefäßpflanzen ein wichtiger Grund für den Unterschied der Blütenzahl im NSG und auf der RF 520A ist. So fanden WILLIAMS & CRONE (2006) in Kanada heraus, dass *Pulsatilla patens* auf zunehmende Überwucherung und Streubildung durch stark wachsende Grasarten mit einer Reduktion der Blütenzahl reagierten. Auch WELLS & BARLING (1971) konnten bei der nah verwandten Art *Pulsatilla vulgaris* eine Reduktion der Blütenzahl bei zunehmender Streuakkumulation beobachten. Neben der oberirdischen Konkurrenz der Gefäßpflanzen spielt in Kalkmagerrasen vor allem die Konkurrenz im Wurzelraum eine große Rolle (MARTI 1994). Diese dürfte in der Altheide, aber besonders auch auf dem Rollfeld, trotz der geringeren Deckung der Krautschicht als in der Altheide, zur Konkurrenz um Nährstoffe geführt haben, was sich vor allem auf dem besonders nährstoffarmen Rollfeld (RÖDER et al. 2006) negativ auf die Bildung der Blüten ausgewirkt haben dürfte. Damit lässt sich jedoch nicht erklären, dass auf der RF 2526A keine blühenden *Pulsatilla*-Individuen gefunden wurden. Eventuell führten die schlechten Etablierungsbedingungen im Keimungsjahr dieser Population zu einer stark verzögerten

Entwicklung der Pflanzen. Diese waren 2007 trotz ihres höheren Alters deutlich kleiner als auf den anderen Renaturierungsflächen und hatten möglicherweise noch nicht genügend Ressourcen für eine generative Fortpflanzung.

4.2. Sameneigenschaften im Vergleich

In Finnland wurden *Pulsatilla*-Pflanzen mit durchschnittlich 103 Samen pro Fruchtstand (KALLIOVIRTA et al. 2006) und in den USA mit 167 Samen pro Fruchtstand (BOCK & PETERSON 1975) gefunden. Im Jahr 2003 wurden im NSG „Garchinger Heide" durchschnittlich 87 Samen pro Fruchtstand von *Pulsatilla patens* gezählt (RÖDER & KIEHL 2006). Während die Fruchtstände auf der RF 520A im Jahr 2007 im Bereich dieser Werte lagen, bildeten die Blüten im NSG kaum die Hälfte der Samenzahl des Jahres 2003 aus; auf dem Rollfeld wurde nicht einmal ein Viertel dieses Wertes erreicht. In vielen Fruchtständen aus dem NSG, vor allem in jenen vom Rollfeld, wurden im Jahr 2007 zahlreiche taube Samen gefunden. Dieses Phänomen wurde auch von WELLS & BARLING (1971) bei der verwandten *Pulsatilla vulgaris* beobachtet. Als Ursache werden von diesen Autoren ungünstige Witterungsverhältnisse angeführt, die den Flug der bestäubenden Insekten verhinderten. Da jedoch auf allen Flächen ähnliche Verhältnisse herrschen, scheint dies nicht der Grund für die unterschiedliche Ausprägung der Samenbildung hier zu sein. Vermutlich sind die großen Unterschiede in der Samenproduktion ebenso wie bei der Blütenbildung auf die oberirdische und unterirdische Konkurrenz durch andere Gefäßpflanzenarten zurückzuführen. So kann sich eine schlechte Nährstoffversorgung negativ auf die Samenproduktion auswirken (vgl. FENNER 1993). Durch die sehr geringe Deckung der Krautschicht auf der RF 520A aufgrund des Oberbodenabtrags und des erst 2003 durchgeführten Mähgutauftrags war die Nährstoffverfügbarkeit für einzelne Pflanzenindividuen hier trotz Bodenabtrag vermutlich wesentlich besser als in beiden Teilgebieten des NSGs. Neu angelegte Bodenabtragsflächen in der Umgebung der Garchinger Heide zeigen zudem aufgrund der vorherigen intensiven Ackernutzung auch nach einem Oberbodenabtrag noch etwas höhere Gehalte an austauschbarem Phosphat und Kalium als die nie gedüngten und durch jahrzehntelange Mahd ausgehagerten Böden des NSGs (KIEHL et al. 2003, KIEHL 2005). Mit zunehmender Deckung höherer Pflanzen auf den Renaturierungsflächen in den kommenden Jahren und zunehmender Nährstoffkonkurrenz wird die Samenproduktion von *Pulsatilla patens* hier in den nächsten Jahren möglicherweise etwas zurückgehen.

Bei Laborversuchen ermittelten KALAMEES et al. (2005) für Samen von *Pulsatilla patens* aus Estland eine Keimrate von knapp über 65%. Die durchschnittliche Keimrate betrug in einer finnischen Studie etwa 62% (KALLIOVIRTA et al. 2006) und in einer amerikanischen etwa 73,5% (BOCK & PETERSON 1975). Im Vergleich dazu wiesen die Samen des Jahres 2007 aus dem NSG „Garchinger Heide" und von der RF 520A mit 80–90% wesentlich höhere Keimraten auf. Ein von uns im Jahr 2003 durchgeführter Keimversuch mit ähnlichen Bedingungen, aber einer vorhergehenden, fünf monatigen trockenen Lagerung der Samen, ergab eine Keimrate der *Pulsatilla*-Samen aus der Altheide von 34% und der Samen vom Rollfeld von 16% (RÖDER & KIEHL 2006). Die Ergebnisse aus dem Jahr 2007 zeigen, dass die Samen unmittelbar nach der Reifung noch die volle Keimfähigkeit besitzen, aber beim Ausbleiben geeigneter Keimungsbedingungen dormant werden.

4.3. Schlussfolgerungen

Die schnelle Entwicklung der sehr großen *Pulsatilla patens*-Populationen mit hohen Individuendichten auf den RF 508A, 519A und 520A sowie die hohe Zahl an Blütenständen und Samen auf der RF 520A zeigen, dass sich diese Populationen außerordentlich gut entwickelt haben und auch weiterhin eine gute Entwicklung zu erwarten ist, da sich die bereits etablierten relativ großen *Pulsatilla*-Individuen gegenüber den aus dem Mähgut auflaufenden Magerrasenarten vermutlich gut behaupten können. Für die Wiederansiedlung von *Pulsatilla patens* zeigen die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung, dass vorzugsweise Flächen mit Oberbodenabtrag und mit einer geringen Deckung der Krautschicht ausgewählt werden

sollten. Das Ziel solcher Renaturierungsmaßnahmen sollte jedoch immer die Einbringung einer möglichst hohen Anzahl von Zielarten der Kalkmagerasen sein, so dass neben der Ansaat einzelner Arten auch immer eine Mähgutübertragung durchgeführt werden sollte. *Pulsatilla patens* sollte in hohen Saatdichten eingebracht werden, um die geringen Etablierungsraten auszugleichen. Auf der RF 2526A sollte eine oder mehrere Nachsaaten per Hand erfolgen, um die Population zu vergrößern und damit eine dauerhaft überlebensfähige Population zu schaffen (vgl. RÖDER & KIEHL 2007). Die Populationsentwicklung von *Pulsatilla patens* im NSG war zwischen 1991 und 2003 rückläufig (RÖDER & KIEHL 2006). Die ausgewogene Populationsstruktur zeigt jedoch, dass die Population der Altheide auch im Jahr 2007 ebenso wie 2003 als stabil zu beurteilen ist und die des Rollfeldes dynamisch (vgl. RÖDER & KIEHL 2006). Besonders unter Berücksichtigung der erfolgreichen Etablierung neuer großer Populationen im unmittelbaren Umfeld der historischen Population des NSGs kann diese nun als gesichert gelten. Um jedoch genauere Aussagen über die Entwicklung der Population im NSG machen zu können, sollte die Kartierung der gesamten Population in den nächsten Jahren wiederholt werden.

Danksagung

Wir möchten dem Bayerischen Landesamt für Umweltplanung zur Förderung im Rahmenn des Artenhilfsprogramms Botanik des LfU danken, sowie Fiona Schönfeld für ihre Hilfe im Gelände.

Literatur

BENKERT, D. (1978): Die verschollenen und vom Aussterben bedrohten Blütenpflanzen und Farne der Bezirke Potsdam, Frankfurt, Cottbus und Berlin. – Gleditschia 6: 19–59.

BOCK, J.H. & PETERSON, S.J. (1975): The reproductive biology of *Pulsatilla patens* (*Ranunculaceae*). – Am. Midl. Nat. 94: 476–478.

COUNCIL OF EUROPE (2002): Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats. – http://conventions.coe.int/Treaty/en/Treaties/Html/104.htm (30.08.2005)

COUNCIL OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (1992): Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. – Official Journal L 206, 22/07/1992: 7–50.

FENNER, M. (1993): Seed ecology. – Chapman & Hall, London.

HEGLAND, S.J., VAN LEEUWEN, M. & OOSTERMEIJER, J.G.B. (2001): Population structure of *Salvia pratensis* in relation to vegetation and management of Dutch dry floodplain grasslands. – J. Appl. Ecol. 38: 1277–1289.

HULTÉN, E. & FRIES, M. (1986): Atlas of North European Vascular Plants: North of the Tropic of Cancer I–III. – Koeltz Scientific Books, Königstein.

KALAMEES, R., PÜSSA, K., VANHA-MAJAMAA, I. & ZOBEL, K. (2005): The effects of fire and stand age on seedling establishment of *Pulsatilla patens* in a pine-dominated boreal forest. – Can. J. Bot. 83: 688–693.

KALLIOVIRTA, M., RYTTÄRI, T. & HEIKKINEN, R.K. (2006): Populations structure of a threatened plant, *Pulsatilla patens*, in boreal forests: modelling relationships to overgrowth and site closure. – Biodivers. Conserv. 15: 3095–3108.

KIEHL, K. (2005): Einfluss von Renaturierungsmaßnahmen auf die Phytodiversität von Grasländern. – Habilitationsschrift, Technische Universität München.

–, THORMANN, A. & PFADENHAUER, J. (2003): Nährstoffdynamik und Phytomasseproduktion in neu angelegten Kalkmagerrassen auf ehemaligen Ackerflächen. – In: PFADENHAUER, J., KIEHL, K. (Hrsg.), Renaturierung von Kalkmagerrasen. Angew. Landsch.ökol. 55: 39–71.

–, – & – (2006): Evaluation of initial restoration measures during the restoration of calcareous grasslands on former arable fields. – Restor. Ecol. 14: 148–156.

KLOTZ, S., KÜHN, I. & DURKA, W. (HRSG.) (2002): BIOLFLOR – Eine Datenbank zu biologisch-ökologischen Merkmalen der Gefäßpflanzen in Deutschland. – Schriftenr. Veg.kd 38.

KORNECK, D., SCHNITTLER, M., VOLLMER, I. (1996): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Schriftenr. Veg.kd. 28.

LÓZAN, J.L. & KAUSCH, H. (2004): Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler. – Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg.

MARTI, R. (1994): Einfluss der Wurzelkonkurrenz auf die Koexistenz von seltenen mit häufigen Pflanzenarten in Trespen-Halbtrockenrasen. – Veröff. Geobot.Inst. Eidgenöss. Tech. Hochsch., Stift. Rübel 123.
PFADENHAUER, J. & LIEBERMANN, C. (1986): Eine geobotanische Dauerbeobachtungsfläche im Naturschutzgebiet Garchinger Heide. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 57: 99–110.
–, FISCHER, F.-P., HELFER, W., JOAS, C., LÖSCH, R., MILLER, U., MILTZ, C., SCHMID, H., SIEREN, E. & WIESINGER, K. (2000): Sicherung und Entwicklung der Heiden im Norden von München. – Angew. Landsch.ökol. 32.
– & KIEHL, K. (2003): Renaturierung von Kalkmagerrasen. – Angew. Landsch.ökol. 55.
RÖDER, D. & KIEHL, K. (2006): Population structure and population dynamic of *Pulsatilla patens* (L.) Mill in relation to vegetation characteristics. – Flora 201: 499–507.
–, JESCHKE, M. & KIEHL, K. (2006): Vegetation und Böden alter und junger Kalkmagerrasen im Naturschutzgebiet „Garchinger Heide" im Norden von München. – Forum Geobot. 2: 24–44.
– & KIEHL, K. (2007): Ansiedlung von lebensraumtypischen Pflanzen in neu angelegten Kalkmagerrasen – Methodenvergleich zwischen Ansaat und Pflanzung. – Natursch. Landschaftsplan. 39 (10): 304–310.
RYSER, P. (1993): Influence of neighbouring plants on seedling establishment in limestone grassland. – J. Veg. Sci. 4: 195–202.
SACHS, L. (2004): Angewandte Statistik. – Springer Verlag, Berlin.
SCHENKEVELD, A.J. & VERKAAR, H.J. (1984): The ecology of short-lived forbs in chalk grasslands: distribution of germinative seeds and its significance for seedling emergence. – J. Biogeogr. 11: 251–260.
SCHOPP-GUTH, A. (1991): Floristische Untersuchungen zu ausgewählten Pflanzenarten im Naturschutzgebiet Garchinger Haide. – Unveröff. Schlussbericht im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz.
STATSOFT INC. (2004): Statistica für Windows. Version 6. – Tulsa.
TRAXLER, A. (1998): Handbuch des Vegetationsökologischen Monitorings. Methoden, Praxis, angewandte Projekte. Teil A: Methoden. – Monographie 89A, Umweltbundesamt, Wien.
UOTILA, P. (1996): Decline of *Anemone patens* (*Ranunculaceae*) in Finland. – Acta Univ. Ups. Symb. Bot. Ups. 31: 205–210.
VOLLMANN, F., 1911. Das Schutzgebiet der Bayerischen Botanischen Gesellschaft auf der Garchinger Heide. – Mitt. Bayer. Bot. Ges. 2: 312–318.
WELLS, T.C.E. & BARLING, D.M. (1971): Biological flora of the British Isles. *Pulsatilla vulgaris* Mill. (*Anemone pulsatilla* L.). – J. Ecol. 59: 275–292.
WILDEMAN, A.G. & STEEVES, T.A. (1982): The morphology and growth cycle of *Anemone patens*. – Can. J. Bot. 60: 1126–1137.
WILLIAMS, J.L. & CRONE, E.E. (2006): The impact of invasive grasses on the population growth of *Anemone patens*, a long-lived native forb. – Ecology 87: 3200–3208.
WITTMANN, O. (1983): Standörtliche Landschaftsgliederung von Bayern. – Bayerisches Geologisches Landesamt, München.

Daniela Röder
Lehrstuhl für Vegetationsökologie
Technische Universität München
Am Hochanger 6
85350 Freising
Tel.: 08161 / 71 4142
Fax: 08161 / 71 4143
roederd@wzw.tum.de

Prof. Dr. Kathrin Kiehl
Vegetationsökologie und Botanik
Fachhochschule Osnabrück
Oldenburger Landstr. 24
49090 Osnabrück
k.kiehl@fh-osnabrueck.de

Eingang des Manuskriptes am 10.12.2007, endgültig angenommen am 13.01.2008.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 2008

Band/Volume: NS_28

Autor(en)/Author(s): Röder Daniela, Kiehl Kathrin

Artikel/Article: Vergleich des Zustandes junger und historisch alter Populationen von Pulsatilla patens (L.) Mill, in der Münchner Schotterebene 121-132