

Silke FRIEDRICH<sup>1),2)</sup>, Wolfram BEYSCHLAG<sup>1)</sup>, Werner NEZADAL<sup>3)</sup> & Anke JENTSCH<sup>2),4)</sup>

## Von Wallenstein zum „Naturschutzpanzer“ –

### Vergleich verschiedener Bodenstörungen hinsichtlich der Vegetationsdynamik im Naturschutzgebiet „Hainberg“ bei Nürnberg/Fürth

*From Wallenstein to “nature conservation tanks” – Comparison of different ground disturbance measures regarding vegetation dynamics in the nature reserve “Hainberg” near Nürnberg/Fürth*

#### Zusammenfassung

Auf dem ehemaligen militärischen Übungsplatz und jetzigen Naturschutzgebiet „Hainberg“ südwestlich von Nürnberg wurden im Herbst 2001 verschiedene Pflegemaßnahmen (Bodenstörungen durch Kettenpanzer, Eggen, Oberbodenabtrag, Vertikutieren) in verschiedenen Sukzessionsstadien von Sandmagerrasen durchgeführt, die in den drei folgenden Vegetationsperioden hinsichtlich ihrer Vegetationsdynamik untersucht wurden. Als entscheidend für die Effektivität der Pflegemaßnahmen erwies sich das jeweilige Sukzessionsstadium, in dem eine Maßnahme durchgeführt wurde. In relativ frühen, nährstoffarmen Sukzessionsstadien reichten nachhaltige Befahren (z.B. mit Kettenfahrzeugen) oder Eggen aus, um die Bestände zu verjüngen und Pionierarten zu fördern. In späteren, nährstoffreicheren Stadien waren stärkere Eingriffe (z.B. Oberbodenabtrag) notwendig, um den Verlauf der Sukzession zu verlangsamen.

#### Summary

In the nature reserve “Hainberg” (a former military training area southwest of Nürnberg) the vegetation dynamics of different successional stages in dry acidic grasslands was monitored over three years, following the application of different conservation measures (imposure of tank tracks, harrowing, topsoil removal, tilling) which took place in autumn 2001. It became obvious that the efficiency of conservation measures strongly depended on the successional stage, in which the measures were carried out. In the early nutrient-poor successional stages, vehicle tracks or harrowing are sufficient to recreate or stabilize the valuable pioneer stages. In later successional stages, which are higher in nutrients, more severe measures such as topsoil removal are necessary to slow down successional processes.

## 1. Einleitung

Der Einsatz von Panzern zu Naturschutzzwecken ist eher ungewöhnlich. Auf ehemaligen militärischen Übungsplätzen, auf denen immer wieder eine mechanische Verletzung der Vegetationsdecke erfolgte, ist ein solcher Einsatz jedoch gar nicht so abwegig. Im Naturschutzgebiet (=NSG) „Hainberg“ an der Stadtgrenze Nürnberg/Fürth, einem Gebiet, das bis 1994



**Abbildung 1:** Pflege durch Panzer im NSG Hainberg am 10.10.2001

**Figure 1:** Conservation measure by tanks in the nature reserve Hainberg on 10<sup>th</sup> October 2001

militärisch genutzt wurde, kamen im Herbst 2001 tatsächlich zwei Panzer der Bundeswehr zum Einsatz (Abb. 1), um offene Sandstellen zu schaffen, auf die zahlreiche Pflanzen- und Tierarten spezialisiert sind (QUINGER & MEYER 1995). Viele Sandarten sind stark bedroht – nicht zuletzt aufgrund des starken Rückgangs der Sandlebensräume (KRACH & NEZADAL 1995). Das Naturschutzprojekt „SandAchse Franken“, in dessen Projektgebiet sich auch der Hainberg befindet, versucht dem Habitatverlust entgegenzuwirken. Im Folgenden werden zunächst der geschichtliche Hintergrund und das prägende Störungsregime offener Sandlebensräume erläutert und dann wird aus der Begleitforschung zu aktuellen, naturschutzfachlichen Pflegemaßnahmen zur Entwicklung der Vegetationsdy-

<sup>1)</sup> Universität Bielefeld, Lehrstuhl für experimentelle Ökologie und Ökosystembiologie, Universitätsstr. 25, D-33615 Bielefeld. E-mails: silke@friedrich-home.de, w.beyschlag@biologie.uni-bielefeld.de

<sup>2)</sup> UFZ – Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle, Department Naturschutzforschung, Permoserstr. 15, D-04318 Leipzig. E-mails: silke.friedrich@ufz.de, anke.jentsch@ufz.de

<sup>3)</sup> Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Molekulare Pflanzenphysiologie, AG Geobotanik, Staudtstr. 5, D-91058 Erlangen. E-mail: wnezadal@biologie.uni-erlangen.de

<sup>4)</sup> Universität Bayreuth, Störungsökologie und Vegetationsdynamik, D-95440 Bayreuth. E-mail: anke.jentsch@uni-bayreuth.de

namik berichtet. Es werden die Effekte von „Befahrung mit Panzern“, „Eggen“, „Flaches Abschieben“ und „Vertikutieren“ verglichen.

### 1.1 Geschichtlicher Hintergrund

Viele der noch verbliebenen offenen Sandlebensräume in Deutschland befinden sich auf derzeitigen oder ehemaligen militärischen Übungsplätzen. Die nährstoffarmen Sande eigneten sich besonders früher gut für die Anlage von militärischen Übungsplätzen, als nährstoffreichere Böden noch dringend als landwirtschaftliche Nutzflächen zur Sicherstellung der Ernährung der Bevölkerung benötigt wurden. Dies trifft v.a. auf die Zeit vor Einführung künstlicher Düngemittel zu. Daher stellen militärische Übungsplätze, insbesondere solche, die schon seit langer Zeit in Betrieb waren, häufig einige der wenigen Flächen dar, die noch nie einer nennenswerten Düngung unterlagen, im Gegensatz z.B. zu Sandlebensräumen, die sich auf ehemaligen Äckern oder Wiesen befinden. Ältere militärische Übungsplätze wurden häufig auch in der Nähe größerer Städte angelegt, wie z.B. der Hainberg an der Stadtgrenze Nürnberg/Fürth, um die bestehende Infrastruktur zu nutzen und lange und umständliche Transportwege zu vermeiden. Auch für Truppenbewegungen war die Nähe zu einer Stadt von Vorteil. Mit dem Wachstum der Städte sicherten die vorhandenen militärischen Übungsplätze häufig das Fortbestehen von Sandlebensräumen, die sonst der Überbauung durch Wohn- oder Industrieanlagen zum Opfer gefallen wären, so wie es den meisten Sandflächen in Stadtgebieten ergangen ist.

### 1.2 Störungsregime

Durch den militärischen Übungsbetrieb unterlagen diese Sandlebensräume einer Dynamik, in der immer wieder offene Sandstellen geschaffen wurden, die bei nicht ständiger Befahrung von Pionierpflanzen besiedelt werden konnten. Dadurch entstand meist ein Mosaik aus verschiedenen Sukzessionsstadien, je nachdem wie oft bzw. intensiv die Flächen gestört wurden. Unter Störung versteht man ein diskretes Ereignis in der Zeit, welches qualitative Veränderungen in einer Lebensgemeinschaft verursacht und die Ressourcenverfügbarkeit oder die physikalische Umwelt beeinflusst (PICKETT & WHITE 1985). Für die Bedeutung von Störungen für die Vegetationsdynamik sind Dauer, Häufigkeit und Ausmaß entscheidend (WHITE & JENTSCH 2001). Hier werden ausschließlich mechanische Bodenstörungen behandelt. Verschwiegen werden darf allerdings auch nicht, dass durch militärischen Übungsbetrieb mehr oder weniger starke Schädigungen der Lebensräume auftreten konnten, wie beispielsweise die Zerstörung von Binnendünen durch zu starke Befahrung, Kontamination mit Giftstoffen und durch Munitionsreste. Doch insgesamt gesehen trug der Manöverbetrieb dazu bei, die Verbuschung und Bewaldung in Grenzen zu halten und vor allem durch Befahrung die natürliche Störungsdynamik zu unterstützen und somit das Überleben von insbesondere auf offene Sande spezialisierte Pflanzen- und Tierarten zu gewährleisten. Durch die Aufgabe vieler militärischer Übungsplätze entfällt nun diese anthropogene Störungsdynamik. Bei manchen Flächen ist es gelungen, sie als Naturschutzgebiete auszuweisen. Die natürliche Störungsdynamik durch Erosion bzw. Übersandung durch Wasser bzw. Wind oder Aktivitäten von Tieren, wie Ameisen und Kaninchen reicht aber meist nicht aus, um die Flächen

dauerhaft offen zu halten. Nur bei relativ häufigen natürlichen Störungen in Kombination mit einem niedrigen Nährstoffgehalt der Flächen scheint eine dauerhafte Existenz von „Pionierstadien“ möglich zu sein (FRIEDRICH 2001, JENTSCH et al. 2002, JENTSCH 2004). Ansonsten müssen anthropogene Pflegemaßnahmen durchgeführt werden. Störungen tragen somit wesentlich zur Vegetationsdynamik bei und kommen auf allen Maßstabsebenen vor. Natürliche Störungen durch Aktivitäten von Tieren treten eher kleinräumig auf, während anthropogene Störungen vorwiegend großflächiger auftreten; bei Pflegemaßnahmen häufig aufgrund der leichteren Durchführbarkeit.

Um mit möglichst wenig finanziellem Aufwand einen möglichst großen ökologischen Nutzen zu erzielen, eignen sich verschiedene Pflegemaßnahmen je nach Fläche unterschiedlich gut. Häufig fehlen aber noch die wissenschaftlichen Grundlagen, um abschätzen zu können, was für eine Maßnahme für eine Fläche und dem jeweiligen Naturschutzziel am besten geeignet ist. In diesem Beitrag wird die Effektivität von vier verschiedenen Pflegemaßnahmen für die Entwicklung typischer Pionierfluren der Sandlebensräume in Abhängigkeit der Nährstoffsituation des Bodens untersucht.

## 2. Methoden

### 2.1 Untersuchungsgebiet

Das Naturschutzgebiet Hainberg ist ca. 213 ha groß und liegt südwestlich von Nürnberg zwischen Zirndorf, Oberasbach und Stein (49° 26' N, 10° 59' E, ca. 300 m ü. NN). Geprägt wurde das Gebiet außer durch Schafbeweidung und stellenweise intensivem Sandabbau vor allem durch die lange militärische Nutzung. Während des Dreißigjährigen Krieges lagerten die Truppen des Feldherren Wallenstein im Bereich Zirndorf für die Dauer von 70 Tagen während des Sommers 1632. Ein Verteidigungswall wurde damals errichtet und immer wieder fanden Rodungen statt. Auch ein Großteil des Hainbergs war davon betroffen, wobei massive Bodenstörungen auftraten (MAHR 1980). Von 1898 bis 1994 war der Hainberg militärischer Übungsplatz bis er 1995 als Naturschutzgebiet ausgewiesen wurde.

### 2.2 Standortbedingungen

Am Hainberg gibt es sowohl Terrassensand- als auch Flugsandvorkommen. Sandlebensräume sind durch extreme Standortbedingungen gekennzeichnet. Die Böden trocknen schnell aus und Nährstoffe werden leicht ausgewaschen, so dass der Nährstoffgehalt relativ gering ist. Die Temperatur der Bodenoberfläche kann 70°C erreichen und es können große Temperaturschwankungen auftreten (BÖGER 2002). Die pH-Werte sind relativ niedrig und liegen im Bereich zwischen 4,1 und 4,8 (JENTSCH & BEYSLAG 2003). Der Hainberg liegt im Rednitz-Regnitz-Gebiet, welches sich im Übergangsbereich zwischen ozeanischen (gewöhnlich bei Westwetterlagen) und kontinentalen Klimateinflüssen (gewöhnlich bei Ostwetterlagen) befindet. Die Jahresmitteltemperatur liegt bei 8-9°C, und der mittlere Jahresniederschlag beträgt 650-750 mm (BÖSCHE 2003 in: GATTERER & NEZADAL 2003), wobei die genaueren Werte für das Untersuchungsgebiet bei ca. 8,5°C bzw. 650 mm liegen. Im Untersuchungs-



**Abbildung 2:** Luftbild des NSG Hainberg und den umgebenden Städten Zirndorf (Nordwesten), Oberasbach (Südwesten), Nürnberg (Nordosten) und Stein (Süden) mit der Lage der Pflegemaßnahmen

**Figure 2:** Aerial photograph of the nature reserve Hainberg and the surrounding cities Zirndorf (Northwest), Oberasbach (Southwest), Nürnberg (Northeast) and Stein (South) including the position of the conservation measures

zeitraum 2002 bis 2004 zeichnete sich das Jahr 2003 durch einen „Extremsummer“ mit besonders hohen Temperaturen und großer Trockenheit aus.

### 2.3 Pflegemaßnahmen

Es wurden vier verschiedene Pflegemaßnahmen – „Befahrung mit Panzern“, „Eggen“, „flaches Abschieben“ und „Vertikutieren“ – und ihre Auswirkungen auf die Vegetationsdynamik untersucht, die im Herbst 2001 in verschiedenen Sukzessionsstadien im NSG Hainberg durchgeführt wurden (Lage siehe Abb. 2). Je nach Maßnahme unterschied sich dabei z.B. die jeweils verbliebene Biomasse (vgl. auch BÜHRINGER 2003, FRIEDRICH 2006).

### 2.4 Datenerhebung und -analyse

Auf den Untersuchungsflächen mit einer Größe von 1 m x 0,5 m innerhalb der Maßnahmenbereiche wurde die Vegetationsdynamik in den folgenden drei Vegetationsperioden dokumentiert (2002-2004). Bei den Maßnahmen „Panzerspuren“, „Eggen“ und „flaches Abschieben“ lagen jeweils drei Untersuchungsflächen direkt innerhalb der Behandlungen und drei Kontrollflächen in der ungestörten Umgebung – jeweils an fünf Standorten in verschiedenen Sukzessionsstadien. Die Maßnahme „Vertikutieren“ wurde nur an einem Standort durchgeführt, wobei die eine Hälfte der Flächen anschließend noch gegegt wurde. In beiden Teilflächen sowie an der Grenze gab es jeweils drei Untersuchungsflächen. Jeweils drei dazugehörige Kontrollflächen lagen in der ungestörten Umgebung.

**Tabelle 1:** Gesamtartenliste, Nomenklatur nach Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands (WISSKIRCHEN & HAEUPLER 1998)

|                                |                               |                                   |
|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| <i>Achillea millefolium</i>    | <i>Erigeron annuus</i>        | <i>Poa pratensis</i>              |
| <i>Agrostis capillaris</i>     | <i>Erodium cicutarium</i>     | <i>Polygonum aviculare</i> agg.   |
| <i>Aira praecox</i>            | <i>Erophila verna</i>         | <i>Potentilla argentea</i>        |
| <i>Alyssum alyssoides</i>      | <i>Euphorbia cyparissias</i>  | <i>Potentilla reptans</i>         |
| <i>Anchusa officinalis</i>     | <i>Festuca ovina</i>          | <i>Potentilla tabernaemontani</i> |
| <i>Aphanes arvensis</i>        | <i>Festuca rubra</i> agg.     | <i>Prunella vulgaris</i>          |
| <i>Arenaria serpyllifolia</i>  | <i>Festuca brevipila</i>      | <i>Quercus robur</i>              |
| <i>Armeria elongata</i>        | <i>Filago minima</i>          | <i>Rumex acetosella</i>           |
| <i>Arrhenatherum elatius</i>   | <i>Galium album</i>           | <i>Sanguisorba minor</i>          |
| <i>Artemisia campestris</i>    | <i>Galium verum</i>           | <i>Scleranthus annuus</i>         |
| <i>Artemisia vulgaris</i>      | <i>Herniaria glabra</i>       | <i>Scleranthus perennis</i>       |
| <i>Betula pendula</i>          | <i>Hieracium pilosella</i>    | <i>Sedum acre</i>                 |
| <i>Bromus erectus</i>          | <i>Holcus lanatus</i>         | <i>Sedum sexangulare</i>          |
| <i>Bromus hordeaceus</i>       | <i>Hypericum perforatum</i>   | <i>Setaria viridis</i>            |
| <i>Bromus sterilis</i>         | <i>Hypochoeris radicata</i>   | <i>Spergula morisonii</i>         |
| <i>Bromus tectorum</i>         | <i>Jasione montana</i>        | <i>Tanacetum vulgare</i>          |
| <i>Calamagrostis epigejos</i>  | <i>Juncus tenuis</i>          | <i>Taraxacum officinale</i>       |
| <i>Calluna vulgaris</i>        | <i>Koeleria pyramidata</i>    | <i>Teesdalia nudicaulis</i>       |
| <i>Campanula rapunculus</i>    | <i>Leontodon autumnalis</i>   | <i>Thymus pulegioides</i>         |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> | <i>Lolium perenna</i>         | <i>Trifolium arvense</i>          |
| <i>Carex hirta</i>             | <i>Lotus corniculatus</i>     | <i>Trifolium campestre</i>        |
| <i>Centaureum erythraea</i>    | <i>Luzula campestris</i>      | <i>Trifolium dubium</i>           |
| <i>Cerastium arvense</i>       | <i>Medicago minima</i>        | <i>Trifolium pratense</i>         |
| <i>Cerastium holosteoides</i>  | <i>Molinia caerulea</i> agg.  | <i>Trifolium repens</i>           |
| <i>Cerastium semidecandrum</i> | <i>Myosotis ramosissima</i>   | <i>Verbascum densiflorum</i>      |
| <i>Chenopodium album</i>       | <i>Myosotis stricta</i>       | <i>Verbascum nigrum</i>           |
| <i>Cirsium arvense</i>         | <i>Oenothera biennis</i> s.l. | <i>Veronica arvensis</i>          |
| <i>Coryza canadensis</i>       | <i>Ononis repens</i>          | <i>Veronica chamaedrys</i>        |
| <i>Corynephorus canescens</i>  | <i>Ononis spinosa</i>         | <i>Veronica officinalis</i>       |
| <i>Cynodon dactylon</i>        | <i>Ornithopus perpusillus</i> | <i>Veronica persica</i>           |
| <i>Cytisus scoparius</i>       | <i>Petrorhagia prolifera</i>  | <i>Veronica verna</i>             |
| <i>Dactylis glomerata</i>      | <i>Phleum pratense</i>        | <i>Vicia angustifolia</i>         |
| <i>Daucus carota</i>           | <i>Pinus sylvestris</i>       | <i>Vicia lathyroides</i>          |
| <i>Deschampsia flexuosa</i>    | <i>Plantago lanceolata</i>    | <i>Viola arvensis</i>             |
| <i>Echium vulgare</i>          | <i>Plantago major</i>         | <i>Vulpia myuros</i>              |
| <i>Erigeron acris</i>          | <i>Poa compressa</i>          |                                   |

Zweimal pro Jahr (Sommer und Herbst) wurden die prozentuale Deckung der Wuchsformgruppen Gräser, Rosetten und Kryptogamen sowie die Frequenzwerte der Höheren Pflanzenarten erfasst. Im Herbst 2004 wurden Bodenproben der Untersuchungsflächen auf ihren Ammonium- und Nitratgehalt untersucht (Nährstoffanalyse siehe FRIEDRICH 2006).

Die Vegetationsaufnahmen in den verschiedenen Jahren auf den verschiedenen Maßnahmen- und Kontrollflächen wurden zunächst einer entzerrten Korrespondenzanalyse (DCA=detrended correspondence analysis) und aufgrund der ermittelten Werte für die  $\beta$ -Diversität anschließend einer Korrespondenzanalyse (CA=correspondence analysis) unterzogen. Dabei handelt es sich um ein Ordinationsverfahren zur Analyse großer Datensätze – also beispielsweise von Vegetationsaufnahmen. Eine Korrespondenzanalyse – hier basierend auf den Frequenzdaten der Arten – ordnet die Aufnahmen so entlang von Achsen an, dass die Arten ein unimodales, näherungsweise gaußverteilungsförmiges Verhalten zeigen. Vereinfacht bedeutet das: je näher zueinander Aufnahmen dargestellt werden, desto ähnlicher sind sie sich. Die Anordnung der Arten erfolgt entsprechend ihres Auftretens in den verschiedenen Aufnahmen. Die ermittelten Nährstoffdaten wurden als Umweltvariablen mit dargestellt.

### 2.5 Funktionelle Gruppen

Der Großteil der in offenen Sandlebensräumen vorkommenden Arten lässt sich einer der folgenden Pflanzengruppen zuordnen: Gräser, Rosetten und Kryptogamen. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um eine Einteilung nach Wuchsform. Arten ähnlicher Wuchsform werden in der Literatur häufig als „funktionelle Gruppen“ definiert (vgl. FRIEDRICH 2006). Nach LAVOREL & GARNIER (2002) ist eine funktionelle Pflanzengruppe eine Gruppe von Pflanzenarten, die, unabhängig von ihrer Phylogenie, ähnlich sind in bestimmten Eigenschaften und in ihren Anpassungen an bestimmte Variablen. Diese Variablen können Faktoren sein, auf die die Pflanzen reagieren (z.B. Bodenbedingungen, Störungsregime) oder Effekte von Pflanzen im Ökosystem (z.B. Biomasseproduktion, Streubildung). Ersteres ist eine Definition von „funktionellen Antwort-Gruppen“ (functional response groups) und letzteres von „funktionellen Effekt-Gruppen“ (functional effects groups).

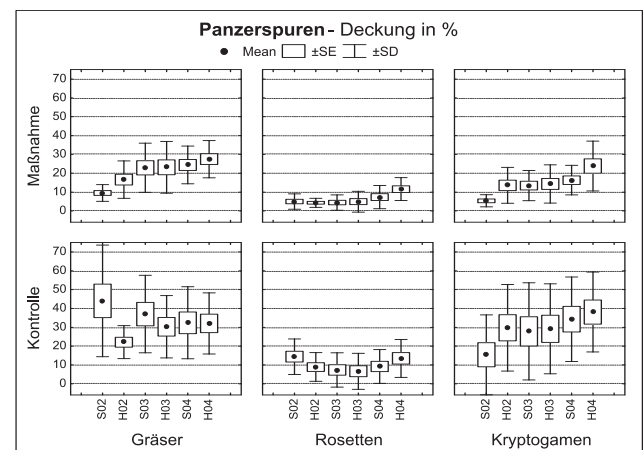
Für die Annahme, dass Wuchsformen eine logische Verknüpfung zwischen physiologischen Strategien und der Beeinflussung ökosystemarer oder sogar weltweiter Prozesse bilden, sprechen folgende drei Punkte (CHAPIN 1993): Arten einer bestimmten Wuchsform haben häufig ähnliche physiologische Eigenschaften; Eigenschaften, durch die Wuchsformen klassifiziert werden, können wichtige Konsequenzen für Ökosysteme haben und viele Wuchsformen können leicht erkannt werden, so dass ein Index von Ökosystemfunktionen auf regionalen und globalen Maßstabsebenen leichter möglich wird.

Anhand der Pflegemaßnahmen am Hainberg wurde untersucht, ob sich die Wuchsformgruppen Gräser, Rosetten und Kryptogamen nach Störung unterschiedlich verhalten und ob Größe und Art der Störungen das Verhalten modifizieren. Das liefert einerseits einen Beitrag zur Grundlagenforschung und andererseits auch wichtige Hinweise für die Naturschutzpraxis (BEYSLAG et al. 2002, FRIEDRICH 2006).

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Entwicklung der Deckungswerte der Pflanzengruppen

In den Abbildungen 3, 5, 6 und 8 sind die Deckungswerte der Pflanzengruppen Gräser, Rosetten und Kryptogamen jeweils im Sommer (Juni/Juli) und Herbst (Oktober/November) in den Jahren 2002 bis 2004 auf den verschiedenen Maßnahmen- und Kontrollflächen dargestellt. Die Deckungswerte aller Pflanzengruppen lagen bedingt durch die Störung auf den Maßnahmenflächen zunächst niedriger als auf den Kontrollflächen – am deutlichsten sichtbar beim Abschieben, was die stärkste Störung darstellte.



**Abbildung 3:** Deckungswerte der Pflanzengruppen Gräser, Rosetten und Kryptogamen auf den Maßnahmen- und den Kontrollflächen der **Panzerspuren** von Sommer (S) 2002 bis Herbst (H) 2004.  $n=12$  (Mittelwerte (Mean) mit Standardfehlern (SE) und Standardabweichungen (SD))

**Figure 3:** Percent cover of the plant groups graminoids, rosettes and cryptogams on the treatment and control plots of the **tank tracks** from summer (S) 2002 to autumn (A) 2004.  $n=12$  (means with standard errors (SE) and standard deviations (SD))

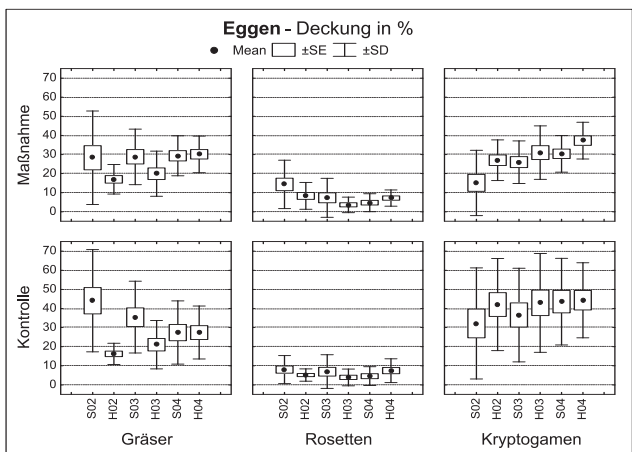
Innerhalb der Panzerspuren (Abb. 3) äußerte sich die Wiederbesiedlung der Flächen in einem Anstieg aller drei funktionellen Gruppen – Gräser, Rosetten und Kryptogamen. Im Herbst 2004 hatte sich die Deckung der Gräser mit ca. 27% der auf den Kontrollflächen mit ca. 32% angenähert. Der Anstieg der Rosettenpflanzen erfolgte langsamer, aber auch hier wurde der Deckungswert von ca. 12% auf den Kontrollflächen mit ca. 10% innerhalb der Panzerspuren fast erreicht. Die Kryptogamen lagen im Herbst 2004 mit einem Deckungswert von 25% noch weit unterhalb des Wertes auf den Kontrollflächen mit ca. 38%. In den späteren Sukzessionsstadien waren die Panzerspuren bereits nach zwei Jahren wieder weitgehend mit Arten der Umgebungsvegetation zugewachsen, während sich in den früheren Sukzessionsstadien die Arten eines noch früheren Stadiums einstellten, z.B. der Silbergrasflur (*Corynephorum canescentis*) (vgl. Abb. 4). Voraussetzung hierfür war allerdings, dass sich eine Spenderpopulation des Silbergrases (*Corynephorus canescens*) in der Nähe befand.

Der Verlauf der Deckungswerte auf den geggten Flächen (Abb. 5) ähnelte sehr stark dem auf den Kontrollflächen. Insbesondere bei den Gräsern traten jahreszeitliche Schwankungen auf. Die Deckungswerte lagen im Herbst 2002 und 2003 deutlich unter den jeweiligen Sommerwerten. Stattdessen



**Abbildung 4:** Mit Silbergras (*Corynephorus canescens*) besiedelte Panzerspur zwei Jahre nach der Störung

**Figure 4:** Tank track – colonized by grey hairgrass (*Corynephorus canescens*) two years after the disturbance



**Abbildung 5:** Deckungswerte der Pflanzengruppen Gräser, Rosetten und Kryptogamen auf den Maßnahmen- und den Kontrollflächen der **geeggtten Flächen** von Sommer (S) 2002 bis Herbst (H) 2004. n=15 (Mittelwerte (Mean) mit Standardfehlern (SE) und Standardabweichungen (SD))

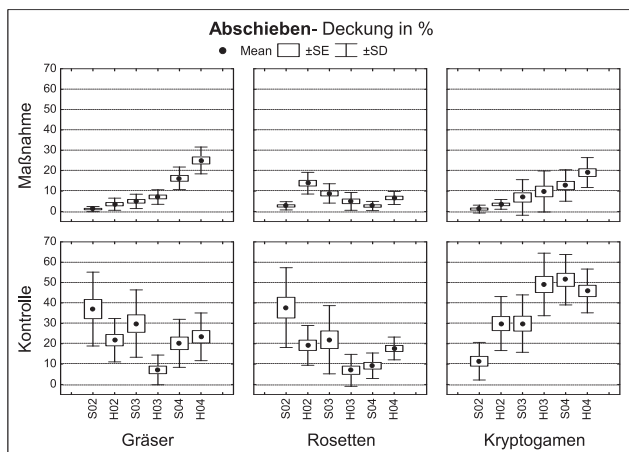
**Figure 5:** Percent cover of the plant groups graminoids, rosettes and cryptogams on the treatment and control plots of the **harrowed areas** from summer (S) 2002 to autumn (A) 2004. n=15 (means with standard errors (SE) and standard deviations (SD))

vergrößerte sich der Streuanteil auf den Flächen (nicht dargestellt). Die Rosetten waren auf den geeggtten Flächen besonders im ersten Jahr mit einem Deckungswert von ca. 15% im Gegensatz zu den Kontrollflächen mit ca. 8% besonders stark vertreten. Im zweiten Jahr (2003) nahmen die Rosetten wieder ab und stiegen dann 2004 wieder an. Auf den Kontrollflächen hingegen bleibt der Deckungswert der Rosetten weitgehend konstant und schwankte nur geringfügig um den Wert von ca. 7%. Die Kryptogamen nahmen im Verlauf der drei Untersuchungsjahre zu und erreichten mit einem Deckungswert von ca. 38% schon fast das Niveau der Kontrollflächen mit ca. 45%. In den späteren Sukzessionsstadien waren die geeggtten Flächen bereits nach zwei Jahren durch das Zuwachsen mit Arten der Umgebungsvegetation



**Abbildung 7:** Abgeschobener Streifen im Herbst 2001 (links) und Herbst 2004 (rechts)

**Figure 7:** Stripe with shallow topsoil removal during fall 2001 (left) and fall 2004 (right)



**Abbildung 6:** Deckungswerte der Pflanzengruppen Gräser, Rosetten und Kryptogamen auf den Maßnahmen- und den Kontrollflächen der **flach abgeschobenen Streifen** von Sommer (S) 2002 bis Herbst (H) 2004. n=15 (Mittelwerte (Mean) mit Standardfehlern (SE) und Standardabweichungen (SD))

**Figure 6:** Percent cover of the plant groups graminoids, rosettes and cryptogams on the treatment and control plots of the **areas with shallow topsoil removal** from summer (S) 2002 to autumn (A) 2004. n=15 (means with standard errors (SE) and standard deviations (SD))

kaum noch zu erkennen. Im frühesten Sukzessionsstadium der geeggtten Flächen hingegen, wurde der Anteil offenen Sandes erhöht, was auch noch 2004 erkennbar und somit der Sukzessionsverlauf gebremst war.

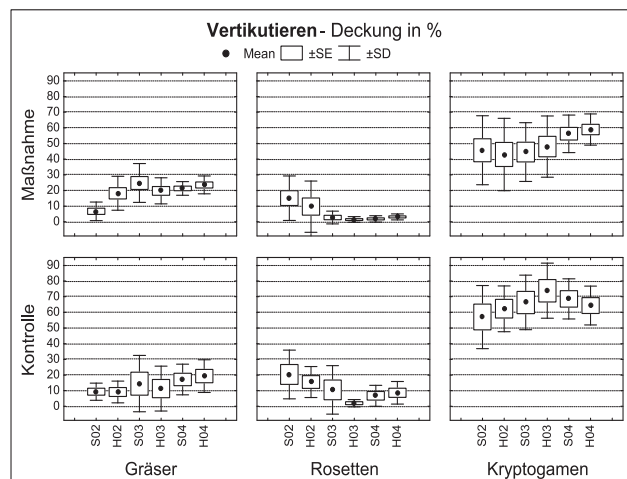
Auf den fünf abgeschobenen Streifen (Abb. 6) war ein starker Anstieg der Gräser zu verzeichnen. Im Herbst 2004, drei Jahre nach der Störung, lag der Deckungswert mit ca. 25% auf dem Niveau der Kontrollflächen, deren Grasanteil seit 2002 mit jahreszeitlichen Schwankungen abgenommen hatte. Bei den Rosetten trat auf den Maßnahmenflächen im ersten Jahr (2002) im Gegensatz zu den Kontrollflächen eine starke Zunahme von ca. 3% im Sommer auf 15% im Herbst auf, was hauptsächlich durch die Halbrosettenpflanze *Rumex acetosella* (Kleiner Sauerampfer) bedingt war, die auch als „Störungszeiger“ bezeichnet wird. Die Kryptogamen stiegen linear auf knapp 20% im Herbst 2004 an, womit sie noch deutlich unterhalb der Werte auf den Kontrollflächen mit ca.

47% lagen. Der Anteil an offenem Sand war noch sehr hoch (vgl. Abb. 7). Auf den Kontrollflächen stieg der Anteil an Kryptogamen auf Kosten der Gräser und Rosetten.

Die Entwicklung der Deckungswerte auf den vertikutierten Flächen (Abb. 8) verlief sehr ähnlich wie auf den Kontrollflächen. Das ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass es sich bei diesem Standort um ein relativ frühes Sukzessionsstadium handelt. Dennoch lassen sich Unterschiede feststellen. Die Deckungswerte der Gräser auf den Maßnahmenflächen lagen meist etwa 5-10% höher als auf den Kontrollflächen, was sich als Förderung der Gräser (insbesondere von *Corynephorus canescens*) interpretieren lässt. Die Rosetten waren 2002 sowohl auf den Maßnahmen- als auch auf den Kontrollflächen mit 10-15% relativ stark vertreten, nahmen aber 2003 sehr stark ab. 2004 war wieder ein leichter Anstieg zu verzeichnen. Auch die Entwicklung der Kryptogamen ähnelte sich auf den Maßnahmen- und Kontrollflächen, wobei die Deckungswerte auf den Maßnahmenflächen noch jeweils etwa 10% unter denen der Kontrollflächen lagen.

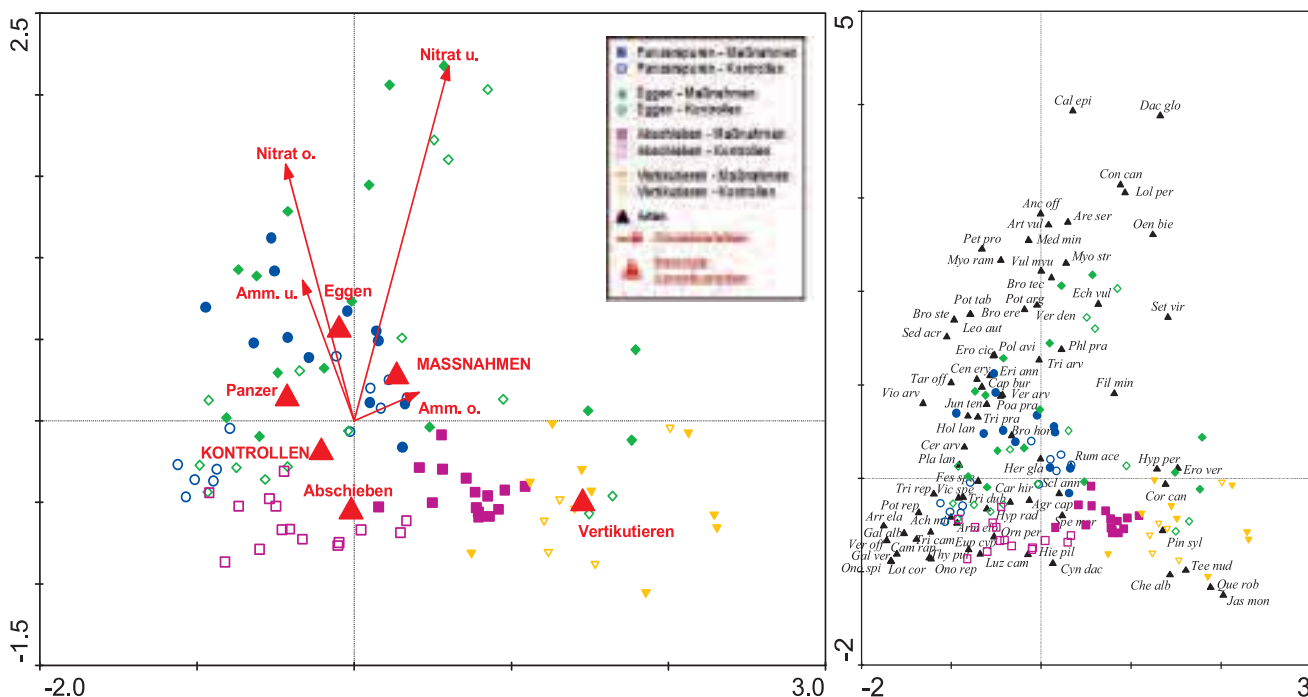
### 3.2 Analyse der Vegetationszusammensetzung

Bei der multivariaten Analyse (Abb. 9) trennen sich die Maßnahmen Abschieben und Vertikutieren deutlich von den Panzerspuren und den geeegten Flächen ab. Die abgeschobenen bzw. vertikutierten Standorte sind auch nährstoffärmer, wäh-



**Abbildung 8:** Deckungswerte der Pflanzengruppen Gräser, Rosetten und Kryptogamen auf den Maßnahmen- und den Kontrollflächen der vertikutierten Flächen von Sommer (S) 2002 bis Herbst (H) 2004.  $n=9$  (Mittelwerte (Mean) mit Standardfehlern (SE) und Standardabweichungen (SD))

**Figure 8:** Percent cover of the plant groups graminoids, rosettes and cryptogams on the treatment and control plots of the tilled areas from summer (S) 2002 to autumn (A) 2004.  $n=9$  (means with standard errors (SE) and standard deviations (SD))



**Abbildung 9:** Korrespondenzanalyse der verschiedenen Pflegemaßnahmen (Panzerspuren, Eggen, Abschieben und Vertikutieren) mit den Frequenzdaten von 2002 unter Einbeziehung von Umweltvariablen (Nitrat- und Ammoniumwerte aus dem Jahr 2004) und den verschiedenen Pflegemaßnahmen sowie „Maßnahmen im Gegensatz zu Kontrollen“ als nominale Umweltvariablen. Dargestellt sind jeweils die Achsen 1 und 2 der Aufnahmen, Umweltvariablen und nominalen Umweltvariablen (links) sowie der Arten und Aufnahmen (rechts). Amm.=Ammonium, o.=oben (obere Bodenschicht 0-13 cm Tiefe), u.=unten (untere Bodenschicht 13-25 cm Tiefe). Abkürzungen der Arten siehe Gesamtartenliste in Tab. 3. Eigenwerte: Eigenvalues: CA1 = 0,411, CA2 = 0,274, CA3 = 0,186, CA4 = 0,178. Total inertia = 2,779

**Figure 9:** Correspondence analysis of the different conservation measures (tank tracks, harrowing, topsoil removal and tilling) based on species spatial frequency in 2002, including environmental variables (values of nitrate and ammonium in 2004) and the different conservation measures and “treatments in contrast to controls” as nominal environmental variables. Shown are axis 1 and 2 of relevés, environmental variables and nominal environmental variables (left) and species and relevés (right): Amm.=ammonium, o.=upper soil layer (0-13 cm depth), u.=lower soil layer (13-25 cm depth). For species abbreviation see Tab. 3. Eigenvalues: CA1 = 0.411, CA2 = 0.274, CA3 = 0.186, CA4 = 0.178. Total inertia = 2.779

**Tabelle 2:** Mittelwerte der **Nitratgehalte** in mg/kg auf den Maßnahmen- und Kontrollflächen der Pflegemaßnahmen in Bodentiefe 0-13 cm bzw. 13-25 cm, n=3.

|               |           |          | Standort 1 | Standort 2 | Standort 3 | Standort 4 | Standort 5 |
|---------------|-----------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Panzerspuren  | Maßnahme  | 0-13 cm  | Ausfall    | 0,80       | 0,66       | 0,55       | 0,54       |
| Panzerspuren  | Maßnahme  | 13-25 cm | Ausfall    | 0,61       | 0,65       | 0,61       | 0,05       |
| Panzerspuren  | Kontrolle | 0-13 cm  | Ausfall    | 0,58       | 0,59       | 0,81       | 0,10       |
| Panzerspuren  | Kontrolle | 13-25 cm | Ausfall    | 0,36       | 0,54       | 0,88       | 0,15       |
| Eggen         | Maßnahme  | 0-13 cm  | 1,05       | 0,37       | 1,29       | 0,34       | 0,71       |
| Eggen         | Maßnahme  | 13-25 cm | 0,33       | 0,58       | 0,37       | 0,61       | 0,43       |
| Eggen         | Kontrolle | 0-13 cm  | 0,52       | 0,97       | 0,69       | 0,85       | 0,47       |
| Eggen         | Kontrolle | 13-25 cm | 1,15       | 0,26       | 0,54       | 0,51       | 0,21       |
| Abschieben    | Maßnahme  | 0-13 cm  | 0,06       | 0,11       | 0,07       | 0,09       | 0,09       |
| Abschieben    | Maßnahme  | 13-25 cm | 0,06       | 0,04       | 0,04       | 0,02       | 0,05       |
| Abschieben    | Kontrolle | 0-13 cm  | 0,15       | 0,60       | 0,15       | 0,96       | 0,72       |
| Abschieben    | Kontrolle | 13-25 cm | 0,20       | 0,28       | 0,09       | 0,15       | 0,56       |
| Vertikutieren | Maßnahme  | 0-13 cm  | 0,79       | 0,74       |            |            |            |
| Vertikutieren | Maßnahme  | 13-25 cm | 0,55       | 0,56       |            |            |            |
| Vertikutieren | Kontrolle | 0-13 cm  | 0,59       | 0,52       |            |            |            |
| Vertikutieren | Kontrolle | 13-25 cm | 0,39       | 0,59       |            |            |            |

**Tabelle 3:** Mittelwerte der **Ammoniumgehalte** in mg/kg auf den Maßnahmen- und Kontrollflächen der Pflegemaßnahmen, n=3.

|               |           |          | Standort 1 | Standort 2 | Standort 3 | Standort 4 | Standort 5 |
|---------------|-----------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Panzerspuren  | Maßnahme  | 0-13 cm  | Ausfall    | 0,34       | 0,28       | 0,17       | 0,11       |
| Panzerspuren  | Maßnahme  | 13-25 cm | Ausfall    | 0,19       | 0,34       | 0,34       | 0,06       |
| Panzerspuren  | Kontrolle | 0-13 cm  | Ausfall    | 0,27       | 0,31       | 0,39       | 0,09       |
| Panzerspuren  | Kontrolle | 13-25 cm | Ausfall    | 0,24       | 0,32       | 0,37       | 0,15       |
| Eggen         | Maßnahme  | 0-13 cm  | 0,34       | 0,34       | 0,67       | 0,14       | 0,46       |
| Eggen         | Maßnahme  | 13-25 cm | 0,14       | 0,25       | 0,13       | 0,17       | 0,19       |
| Eggen         | Kontrolle | 0-13 cm  | 0,39       | 0,49       | 0,22       | 0,37       | 0,17       |
| Eggen         | Kontrolle | 13-25 cm | 0,53       | 0,17       | 0,38       | 0,34       | 0,11       |
| Abschieben    | Maßnahme  | 0-13 cm  | 0,08       | 0,10       | 0,06       | 0,04       | 0,11       |
| Abschieben    | Maßnahme  | 13-25 cm | 0,07       | 0,07       | 0,06       | 0,03       | 0,05       |
| Abschieben    | Kontrolle | 0-13 cm  | 0,12       | 0,27       | 0,19       | 0,65       | 0,35       |
| Abschieben    | Kontrolle | 13-25 cm | 0,19       | 0,28       | 0,13       | 0,36       | 0,17       |
| Vertikutieren | Maßnahme  | 0-13 cm  | 0,43       | 0,41       |            |            |            |
| Vertikutieren | Maßnahme  | 13-25 cm | 0,19       | 0,29       |            |            |            |
| Vertikutieren | Kontrolle | 0-13 cm  | 0,30       | 0,25       |            |            |            |
| Vertikutieren | Kontrolle | 13-25 cm | 0,15       | 0,33       |            |            |            |

rend letztere nährstoffreicher sind, wie die Pfeilrichtung der Ammonium- und Nitratwerte verdeutlicht (vgl. auch Tab. 2 und 3). Die Arten früher Sukzessionsstadien wie *Corynephorus canescens*, *Spergula morisonii*, *Teesdalia nudicaulis* und *Jasione montana* – die ersten drei von ihnen Rote-Liste Arten (vgl. KRACH & NEZADAL 1995) – haben dementsprechend ihren Schwerpunkt auf den abgeschobenen bzw. vertikutierten Flächen, wohingegen Arten späterer Stadien vorwiegend auf den Panzerspuren und den geeegten Flächen auftreten. Eine Ausnahme hiervon stellt der Standort 5 der geeegten Flächen dar, der in der Nähe der vertikutierten Flächen positioniert ist und bei dem es sich um das früheste Sukzessionsstadium handelt, das geeegt wurde.

Es lässt sich eine Auftrennung hinsichtlich Maßnahmen- und Kontrollflächen feststellen – von einigen Ausnahmen abgesehen. Am deutlichsten tritt diese Trennung auf den abgeschobenen Streifen auf, am geringsten bei den vertikutierten Flächen. Bei den Panzerspuren und den geeegten Flächen nehmen

die Unterschiede zwischen den Maßnahmen- und den Kontrollflächen im Laufe der Zeit ab, besonders in den späteren Sukzessionsstadien mit einem höheren Nährstoffgehalt. Ansonsten ergibt sich auch drei Jahre nach der Störung beim Vergleich der verschiedenen Pflegemaßnahmen ein ähnliches Bild wie 2002. Eine klare Trennung zwischen Maßnahmen- und Kontrollflächen liegt allerdings nur noch bei den abgeschobenen Streifen vor (nicht dargestellt). Der deutliche Unterschied bei den abgeschobenen Streifen liegt vor allem an der Stärke der Störung. Abschieben ist im Vergleich zu den anderen Maßnahmen der stärkste Eingriff, der sich somit am nachhaltigsten auswirkt.

#### 4. Diskussion

##### 4.1 Warum sollen überhaupt Pflegemaßnahmen durchgeführt werden?

Warum lässt man nicht einmal in Schutzgebieten der Natur ihren freien Lauf?

Mit diesen Fragen werden Wissenschaftler und v.a. die umsetzenden Behörden häufig konfrontiert. Dazu muss Folgendes gesagt werden: Das Vorkommen intakter Sandlebensräume hat in den vergangenen Jahrzehnten stark abgenommen. Und immer noch sind viele offene Sandstandorte bedroht, wie z.B. durch Überbauung, Verbuschung, Aufforstung, Nährstoffeintrag oder Sandabbau. Natürliche Sandstandorte, die früher durch Winddynamik oder Überflutungen entstanden oder erhalten blieben, gibt es kaum noch. Durch Begradigungen von Flüssen wurde die Flusssdynamik häufig stark eingeschränkt, so dass kaum noch durch Überflutungen neue offene Sandflächen entstehen. Auch die Winddynamik spielt heutzutage eine eher untergeordnete Rolle, nicht zuletzt aufgrund der starken Fragmentierung der Landschaft, was auch zu einer Verringerung der Windgeschwindigkeiten führt. Natürliche Faktoren zur Schaffung offener Sandlebensräume scheiden also weitgehend aus.

Viele Sandlebensräume sind aber erst durch menschlichen Einfluss entstanden. So sind sie nach Rodungen häufig als Weideflächen, insbesondere für Schafe, genutzt worden und somit ein wichtiger Bestandteil unserer Kulturlandschaft. Doch die natürlichen Störungen durch Erosion oder Übersandung durch Wasser oder Wind sowie die Aktivitäten durch Tiere, wie z.B. Ameisen und Kaninchen, reichen meist nicht aus, um sowohl die natürlichen als auch die anthropogen entstandenen Sandlebensräume zusammen mit ihren typischen Pionierstadien auf Dauer zu erhalten. Nur in Kombination mit einem sehr geringen Nährstoffgehalt des Bodens scheint eine längerfristige Existenz von „Pionierstadien“ möglich zu sein, wie beispielsweise am Standort Eltersdorf (JENTSCH 2004). Schafft man durch Pflegemaßnahmen Pionierstadien, so entsteht ein Mosaik verschiedener Sukzessionsstadien. Eine Antwort auf die Frage, was der beste Zustand eines Ökosystems sei, ist nicht möglich. Es handelt sich dabei eher um eine moralische, ästhetische oder sogar theologische Frage (WILKINSON 2004). Nichtsdestoweniger ist es möglich, über die Konsequenzen von Entscheidungen zu informieren sowie Möglichkeiten aufzuzeigen, wie die gewünschten Ziele erreicht werden könnten.

#### 4.2 Welche Maßnahmen sollen wo durchgeführt werden?

Die in der vorliegenden Studie beschriebenen Pflegemaßnahmen sind nicht die ersten, die im NSG Hainberg durchgeführt und wissenschaftlich begleitet wurden. So verglich z.B. WOLF (2003) die Maßnahmen Schlegelmahd, Bodenfräsen und Oberbodenabtrag an verschiedenen Standorten. Dabei zeigte sich, dass lediglich die Maßnahme Schlegelmahd an allen Standorten ähnlich wirkte. Gefördert wurden allerdings v.a. Arten der Sandgrasnelkenflur (*Armerio-Festucetum*), und es trat ein rascher Schluss der Vegetationsdecke auf. Beim Bodenfräsen, was eine Art Umgraben darstellt, zeigten sich vergleichbare Effekte wie beim Eggen, das in der vorliegenden Studie untersucht wurde: es kommt zu einem raschen Schluss der Vegetationsdecke und die Schaffung von Pionierstandorten ist schwierig, wenn auch nicht unmöglich. Beim Oberbodenabtrag war der Erfolg zur Schaffung von Pionierstadien auch abhängig vom Standort. Auf sehr sandigem Substrat konnte sich das Silbergras (*Corynephorus canescens*) sehr gut etablieren.

Die in dieser Studie untersuchten Pflegemaßnahmen „Befahrung mit Panzern“ und „Eggen“ eignen sich in relativ frühen Sukzessionsstadien recht gut, um wieder offene Sandstellen zu schaffen bzw. den Sukzessionsverlauf zu verlangsamen. In Naturschutzgebieten wird eine Befahrung mit Panzern aus organisatorischen Gründen wohl nur in Ausnahmefällen zu Pflegezwecken möglich sein, doch könnten auch mit anderen (Ketten)fahrzeugen ähnliche Effekte erzielt werden. Für spätere Stadien ist diese Maßnahme weniger geeignet, da zu viel Biomasse im Boden verbleibt. Entsprechendes gilt für die Maßnahme „Eggen“, mit der vergleichsweise kostengünstig in relativ kurzer Zeit größere Bereiche – oder besser mehrere kleinere Bereiche – bearbeitet werden können. Frühe bis mittlere Sukzessionsstadien können so im Sukzessionsverlauf gebremst werden. Vertikutieren erzielt ähnliche Ergebnisse, doch ist der Zeit- und Kostenaufwand wesentlich höher. Um spätere Sukzessionsstadien wieder in Pionierstadien zu verwandeln, sind nur massivere Maßnahmen wie Abschieben geeignet. Dabei ist außerdem darauf zu achten, dass die Zielarten entweder in der Umgebungsvegetation vorhanden sind oder aber sich Spenderpopulationen innerhalb der Ausbreitungsdistanzen der jeweiligen Arten befinden. „Flaches Abschieben“ hat den Vorteil, dass weniger Bodenmaterial entfernt wird – also einerseits langfristig gesehen häufiger wiederholt werden könnte als tieferes Abschieben und andererseits die Beseitigung des Materials aufgrund des geringeren Volumens kostengünstiger ist.

### 5. Schlussfolgerung

Entscheidend für die Effektivität der Pflegemaßnahmen ist der Nährstoffgehalt des Bodens und die Ausprägung der Vegetation des jeweiligen Sukzessionsstadiums, in dem die Maßnahme durchgeführt wird. Von den frühen bis zu den späteren Stadien steigt dabei der Nährstoffgehalt an. Als Entscheidungshilfe kann dabei folgende Faustregel gelten: Je weiter fortgeschritten das Sukzessionsstadium ist, desto stärkere Eingriffe sind nötig, um Pionierstadien zu schaffen bzw. wieder herzustellen.

Mit häufigeren, kleinräumigeren Maßnahmen wird das natürliche Störungsregime am besten nachgeahmt. Gleichzeitig erhöht es die Chancen für die Wiederbesiedlung mit den Zielarten, die häufig keine dauerhafte und große Diasporenbank aufbauen und oft auch nur geringe Ausbreitungsdistanzen überbrücken können. Somit ist der Aufwand auch in finanzieller Hinsicht oft geringer. Die Schaffung eines Mosaiks verschiedener Sukzessionsstadien nebeneinander mit ihren jeweils typischen Tier- und Pflanzenarten ermöglicht ein Maximum an biologischer Vielfalt.

### 6. Danksagung

Vielen Dank an die Regierung von Mittelfranken für die Erteilung einer Ausnahmegenehmigung für die Durchführung der Untersuchungen sowie an die Untere Naturschutzbehörde Fürth für die gute Zusammenarbeit vor Ort, insbesondere bei der Durchführung der Pflegemaßnahmen. Für Hinweise zum Manuskript danken wir Stefan Böger. Die Untersuchungen fanden im Rahmen der Dissertation von Silke Friedrich statt, gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Bonn (BE 1410/4-1,2).



## 7. Literatur:

BEYSCHLAG, W., A. JENTSCH & A. WEIGELT (2002):

Ökologische Grundlagenforschung und praktische Naturschutzarbeit in Sandlebensräumen – Konfrontation oder Kooperation? – Naturschutz und Landschaftsplanung 34: 82-88

BÖGER, S. (2002):

Keimlingsetablierung und Ausbreitung des *Silbergrases* *Corynephorus canescens*(L.) P. Beauv. – 107 S., Diplomarbeit, unveröff., Universität Erlangen-Nürnberg

BÖSCHE, H.

(2003): Klima. – in: GATTERER, K. & W. NEZADAL (Hg.): Flora des Regnitzgebietes. Die Farn- und Blütenpflanzen im zentralen Nordbayern. – S. 26-29, Eching bei München

BÜHRINGER, C. (2003):

Botanische Untersuchung ausgewählter Pflegemaßnahmen auf Sandmagerrasen des NSG „Hainberg“. – 134 S., Diplomarbeit, unveröff., Universität Erlangen-Nürnberg

CHAPIN, F. S. (1993):

Functional role of growth forms in ecosystems and global processes. – in: EHLERINGER, J. R. & C. B. FIELD (Hg.): Scaling physiological processes: Leaf to Globe. – S. 287-312, San Diego, Academic Press

FRIEDRICH, S. (2001):

Räumliche Muster von Bodenstörungen durch Ameisen und Kaninchen in offenen Sandlebensräumen und ihre Auswirkungen auf die Vegetation. – 128 S., Diplomarbeit, unveröff., Universität Erlangen-Nürnberg

——— (2006):

Die Bedeutung funktioneller Gruppen für die Systemdynamik offener Sandlebensräume – Störung, Etablierung, Musterbildung. – 216 S., Dissertation Universität Bielefeld

JENTSCH, A. (2004):

Disturbance driven vegetation dynamics. Concepts from biogeography to community ecology, and experimental evidence from dry acidic grasslands in central Europe. – Dissertationes Botanicae 384: 1-218

JENTSCH, A. & W. BEYSCHLAG (2003):

Vegetation ecology of dry acidic grasslands in the lowland area of central Europe. – Flora 198(1): 3-26

JENTSCH, A., S. FRIEDRICH, W. BEYSCHLAG & W. NEZADAL (2002):

Significance of ant and rabbit disturbances for seedling establishment in dry acidic grasslands dominated by *Corynephorus canescens*. – Phytocoenologia 32(4): 553-580

KRACH, J. E. & W. NEZADAL (1995):

Liste der Gefäßpflanzen Mittelfrankens mit Angaben zur Häufigkeit und Gefährdung in den Naturräumen („Rote Liste Mittelfranken“). Regierung von Mittelfranken, 151 S., Ansbach.

LAVOREL, S. & E. GARNIER (2002):

Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits – revisiting the Holy Grail. – Functional Ecology 16: 545-556

MAHR, H. (1980):

Wallensteins Lager: Die Schlacht an der Alten Veste. – Nürnberger Presse, Nürnberg

PICKETT, S.T.A. & P.S. WHITE (1985):

Natural Disturbance and Patch Dynamics: An Introduction. – in: PICKETT, S.T.A. & P.S. WHITE (Hg.): The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics, S. 3-13, San Diego

——— (1985):

Patch Dynamics: A Synthesis. – in: PICKETT, S.T.A. & P.S. WHITE (Hg.): The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics, S. 371-384, San Diego

QUINGER, B. & N. MEYER (1995):

Lebensraumtyp Sandrasen – Landschaftspflegekonzept Bayern, Band II.4. – Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU) und Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) (Hg.) – 253 S., München

WHITE, P.S. & A. JENTSCH (2001):

The Search for Generality in Studies of Disturbance and Ecosystem Dynamics. – Progress in Botany 62: 399-449

WILKINSON, D.M. (2004):

Do we need a process-based approach to nature conservation? Continuing the parable of Green Mountain, Ascension Island. – Journal of Biogeography 31: 2041-2042

WISSKIRCHEN, R. & H. HAEUPLER (1998):

Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – 765 S., Stuttgart

WOLF, J. (2003):

Auswirkungen verschiedener Pflegemaßnahmen auf die Vegetationsdynamik ausgewählter Sandmagerrasenbestände im Naturschutzgebiet „Hainberg“ südwestlich von Nürnberg. – 120 S., Diplomarbeit, unveröff., Universität Erlangen-Nürnberg

### Anschrift der Verfasser (Kontaktadresse):

Silke Friedrich

Universität Bielefeld

Experimentelle Ökologie und Ökosystembiologie

Universitätsstr. 25

33615 Bielefeld

E-mail: silke@friedrich-home.de

Anzeige



**Bildungshungrig  
wie die Raupe  
Nimmersatt?**

Fordern Sie unser  
Jahresprogramm 2007 an oder  
besuchen Sie uns unter  
[www.anl.bayern.de](http://www.anl.bayern.de)

## Hinweise für Autoren – Manuskripthinweise

Einsendungen von Beiträgen (in deutscher Sprache) aus dem Bereich Naturschutz und Landschaftspflege sind willkommen.

Es werden nur bisher unveröffentlichte Beiträge zur Publikation angenommen. Der Autor/die Autorin versichert mit der Einreichung seines/ihrer Typoskripts, dass der Beitrag nicht bereits anderweitig erschienen ist. Der Autor versichert ferner, dass sein Beitrag und das von ihm/ihr zur Verfügung gestellte Bildmaterial usw. die Rechte Dritter nicht verletzt oder verletzen wird. Grundsätzlich sind für alle Bestandteile die Quellen anzugeben. Der Autor/die Autorin stellt den Verlag (ANL) insoweit von Ansprüchen Dritter frei. Im Einzelfall ist die eventuell notwendige Beschaffung des Copyrights mit der Schriftleitung schriftlich abzuklären.

Zur Einhaltung der gewünschten Formalien gibt es „Hinweise für Autoren/Richtlinien“, die bei der Redaktion angefordert werden können.

Mit der Einreichung des als „Druckreife Endfassung“ gekennzeichneten und mit der Adresse versehenen Typoskripts erklärt sich der Autor/die Autorin mit einer Veröffentlichung einverstanden. Die Redaktion der ANL behält sich vor, Bilder, Tabellen, Grafiken oder ähnliches in Einzelfällen nach zu bearbeiten und gegebenenfalls Textkürzungen und kleinere Korrekturen vorzunehmen.

Der Autor/die Autorin verpflichtet sich, ihren Beitrag keiner anderen Zeitschrift innerhalb von 2 Jahren ab Veröffentlichung an der ANL anzubieten oder dort in identischer oder ähnlicher Form zu veröffentlichen. Dieses gilt auch für die Veröffentlichung auf einer Homepage. Vor einer etwaigen Veröffentlichung ist die Genehmigung der ANL-Redaktion einzuholen.

Zum Urheber- und Verlagsrecht sowie bezüglich Zusendungen: siehe unten!

## Anschriften der ANL

Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Seethalerstraße 6 / 83410 Laufen

Postfach 12 61 / 83406 Laufen

Internet: <http://www.anl.bayern.de>

e-mail: Allgemein: [poststelle@anl.bayern.de](mailto:poststelle@anl.bayern.de)

Mitarbeiter: [vorname.name@anl.bayern.de](mailto:vorname.name@anl.bayern.de)

Tel. 0 86 82 / 89 63 - 0

Fax 0 86 82 / 89 63 - 17 (Verwaltung)

Fax 0 86 82 / 89 63 - 16 (Fachbereiche)

Hotel – Restaurant – Bildungszentrum

Kapuzinerhof

Schlossplatz 4

83410 Laufen

Internet: <http://www.kapuzinerhof-laufen.de>

e-mail: [Info@Kapuzinerhof-Laufen.de](mailto:Info@Kapuzinerhof-Laufen.de)

Tel. 0 86 82 / 9 54 - 0

Fax 0 86 82 / 9 54 - 2 99

## Impressum

### ANLIEGEN NATUR

Zeitschrift für Naturschutz,  
Pflege der Kulturlandschaft  
und Nachhaltige Entwicklung

Heft 30 (2006)

ISSN 1864-0729 – ISBN 3-931175-79-0

#### Herausgeber und Verlag:

Bayerische Akademie für Naturschutz  
und Landschaftspflege (ANL)

Seethalerstr. 6

83406 Laufen a.d.Salzach

Telefon: 0 86 82/89 63-0

Telefax: 0 86 82/89 63-17 (Verwaltung)

0 86 82/89 63-16 (Fachbereiche)

E-Mail: [poststelle@anl.bayern.de](mailto:poststelle@anl.bayern.de)

Internet: <http://www.anl.bayern.de>

Die Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege ist eine dem Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz zugeordnete Einrichtung.

#### Schriftleitung und Redaktion:

Dr. Notker Mallach, ANL

Fon: 0 86 82/89 63-58

Fax: 0 86 82/89 63-16

E-mail: [Notker.Mallach@anl.bayern.de](mailto:Notker.Mallach@anl.bayern.de)

Die Zeitschrift versteht sich als Fach- und Diskussionsforum. Für die Einzelbeiträge zeichnen die jeweiligen Autoren verantwortlich. Die mit dem Verfasseramen gekennzeichneten Beiträge geben nicht in jedem Fall die Meinung des Herausgebers bzw. des Schriftleiters wieder.

#### Redaktionsrat in der ANL:

Dr. Werner d'Oleire-Oltmanns, Manfred Fuchs, Dr. Christoph Goppel,  
Dr. Walter Joswig, Dr. Klaus Neugebauer, Johannes Pain, Peter Sturm

#### Redaktionsbüro:

Dr. Notker Mallach; N.N.

Verlag: Eigenverlag

#### Herstellung:

Satz und Druck werden für jedes Heft gesondert ausgewiesen.

Für das vorliegende Heft gilt:

Satz: Hans Bleicher · Grafik · Layout · Bildbearbeitung,  
83410 Laufen

Druck und Bindung: Oberholzner Druck KG, 83410 Laufen

#### Erscheinungsweise:

Ab Frühjahr 2007 als Halbjahreszeitschrift

#### Urheber- und Verlagsrecht:

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge, Abbildungen und weiteren Bestandteile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der ANL und der AutorInnen unzulässig.

#### Bezugsbedingungen/Preise:

Jedes Heft trägt eine eigene ISBN und ist zum jeweiligen Preis einzeln bei der ANL erhältlich: [bestellung@anl.bayern.de](mailto:bestellung@anl.bayern.de). Über diese Adresse ist auch ein Abonnement (=Dauerbestellung) möglich.

Auskünfte über Bestellung und Versand: Thekla Surrer,

Tel. 0 86 82/89 63-32

Über Preise und Bezugsbedingungen im einzelnen: siehe Publikationsliste am Ende des Heftes.

#### Zusendungen und Mitteilungen:

Manuskripte, Rezensionsexemplare, Pressemitteilungen, Veranstaltungsankündigungen und -berichte sowie Informationsmaterial bitte nur an die Schriftleitung/Redaktion senden. Für unverlangt Eingereichtes wird keine Haftung übernommen und es besteht kein Anspruch auf Rücksendung. Wertsendungen (Bildmaterial) bitte nur nach vorheriger Absprache mit der Schriftleitung schicken.

Die Schriftleitung/Redaktion bittet darüber hinaus um Beachtung der Rubrik „Hinweise für Autoren – Manuskripthinweise“ am Ende des Heftes.