

Schr.-R. f. Landschaftspfl. u. Natursch.	H. 78	2004	93–101	Bundesamt für Naturschutz, Bonn
--	-------	------	--------	---------------------------------

Restitution alluvialer Weidelandschaften: Binnendünen-Feuchtgebietskomplexe im Emsland (Nordwestdeutschland)

ANSELM KRATOCHWIL, MICHAEL STROH, DOMINIQUE REMY & ANGELIKA SCHWABE

Abstract:

Restoration of alluvial pasture landscapes: complexes of inland dunes and wetlands in the Emsland region (north-western Germany)

The hypothesis examined in this study is that it is possible to convert a levelled, heavily fertilized agricultural area to a new pasture landscape. The target is to restore site-typical habitat complexes of a flood-plain ecosystem. After having created favourable abiotic conditions (dikes were moved backwards, a landscape relief was developed characterized by "neo dunes" with nutrient-poor upper soil layers and depressions for ephemeral and permanent water), endangered target plant communities (Spergulo-Corynephoretum, Diantho-Armerietum) were established in the restoration area (two meander necks of the river Hase, Emsland; 75 ha). This was carried out by inoculation with mown and raked vegetation material from the target plant communities. Large parts of the restoration area were seeded with special seed mixtures (plant species of nutrient-poor habitats). Analyses of vegetation development in the restoration and target areas indicate initial success. The whole restoration area has been grazed by cattle. In 2003 the grazing preferences of cattle have concentrated, above all, on plant species in more humid sites and not on plant species of target dry plant communities. The long-term establishment and maintenance of this vegetation complex depends on dynamic processes: the development of new alluvial sand plains and dune complexes as well as disturbance processes based on grazing impact.

1 Hintergrund und Konzept

In Nordwestdeutschland unterliegen heute zahlreiche Auenstandorte intensiver agrarischer Nutzung, dies gilt auch für die Hase, das mit einer Gesamtlänge von 168 km größte Seitengewässer der Ems. Seit 1950 wurden zur Eindämmung der jährlichen Hochwässer und zur Schaffung weiterer, intensiv nutzbarer Landwirtschaftsflächen der einst mäandrierende Fließgewässerverlauf verkürzt und flussnahe Deiche angelegt. Damit einher ging der Verlust zahlreicher biologisch-ökologisch wertvoller Lebensräume.

Veränderte Rahmenbedingungen (Rückzug der Landwirtschaft aus Grenzertragsflächen, zunehmende Bedeutung von Retentionsflächen im Bereich der Fließgewässer zur Regulation von Hochwasserspitzen), aber auch der hohe Naturschutzwert der unter natürlichen Bedingungen typischen Ökosysteme (Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie Anhang I: z. B. Nr. 64.12 x 35.2, „Offene Grasflächen mit *Corynephorus* und *Agrostis* auf Binnendünen“; SSY-MANK et al. 1998) führten zu einer Umorientierung mit dem Ziel einer Restitution von Auenlebensräumen (DE WAAL et al. 1998).

Jedes Restitutionsprojekt setzt klare Vorstellungen über die zu erreichenden Ziele voraus (PALMER et al. 1997; WHITE & WALKER 1997; BAKKER et al. 2000; VAN DIGGELEN et al.

2001). Für den Fall der Entwicklung einer alluvialen Weidelandschaft bieten sich theoretisch zwei Möglichkeiten an, wobei in beiden Fällen die natürliche Fließgewässerdynamik durch Rückverlegung der Deiche gewährleistet sein muss:

1. eine Weidelandschaft mit Großherbivoren („new wilderness“-Konzept; RIECKEN et al. 2001)
2. eine mit Nutztieren extensiv beweidete Landschaft („Hudelandschaft“).

Ein ganzjahreszeitliches Beweidungssystem im Sinne des „new wilderness“-Konzeptes ist aufgrund der Kleinflächigkeit des Gebietes und aufgrund der umfangreichen winterlichen Überflutungen kaum realisierbar. Somit erschien nur eine extensive, auf die Monate Mai bis Oktober beschränkte Extensiv-Beweidung sinnvoll und durchführbar. Auch sollten Gesichtspunkte einer landwirtschaftlichen Nutzung des Gebietes möglich sein, um eine ökonomische Rentabilität zu prüfen (MÄHRLEIN 2004).

Als Leitbild für die Restitutionsmaßnahme wurde eine alluviale Weidelandschaft mit Weidengebüschen, Flutrasen, Dünenkomplexen und Weidewäldchen bestimmt, der Landschaftstyp einer „Hudelandschaft“, der über Jahrhunderte im Emsland vertreten war und in wenigen Beispielen noch anzutreffen ist (Pott & Hüppe 1991). Ein solches Leitbild erfüllt viele Ziele: hohe Biodiversität und Erhaltung selten gewordener Pflanzengesellschaften und Tiergemeinschaften (Assmann & Kratochwil 1995; Kratochwil & Assmann 1996), Retentionsaufgaben bei Hochwässern (NIENHUIS & LEUVEN 1998; SMITS et al. 2000; NIENHUIS & LEUVEN 2001), Wertsteigerung des Landschaftsbildes für Erholungsfunktionen des Menschen („Naturerlebnis“) u. a. m.

Im Folgenden sollen folgende Hypothesen überprüft werden:

1. Es ist in Sandgebieten möglich, durch Restitutionsmaßnahmen eine nivellierte, stark gedüngte, intensiv genutzte Agrarlandschaft in eine neue flussnahe Weidelandschaft mit einem standorttypischen Vegetationsmosaik (Pionierfluren, Feuchtstandorte, Binnendünen) und ephemeren und permanenten Kleingewässern umzuwandeln.
2. Nach Wiederherstellung nährstoffarmer Standortbedingungen ist eine Inokulation mit standorttypischem Pflanzenmaterial gefährdeter Pflanzenarten von Sandökosystemen im Bereich von aufmodellierten Binnendünen-Komplexen notwendig, da eine spontane Ansiedlung aufgrund der Fragmentierung solcher Standorte nicht mehr möglich ist. Eine solche Inokulation kann erfolgreich durchgeführt werden.
3. Eine extensive Beweidung mit Rindern (ca. 0,7 GVE) gewährleistet eine gleichmäßige Fraßintensität unter weitgehender Schonung der Ziel-Pflanzenarten und Ziel-Pflanzengemeinschaften und hat eine retardierende Wirkung auf die Sukzession der Vegetation.
4. Über die Faktoren „Überflutung“ und „Beweidung“ kann ein nachhaltiges dynamisches System mit hoher Biodiversität erhalten werden.

2 Untersuchungsgebiet

Die Restitutionsflächen befinden sich innerhalb zweier Mäanderschleifen des Flusses „Hase“ bei Haselünne (Emsland), die sich seit Jahrzehnten unter intensiver landwirtschaftlicher Bewirtschaftung befanden („Hammer Schleife“, „Wester Schleife“, 7° 26' O, 52° 34' N). Im Rahmen des E+E-Vorhabens „Wiederherstellung der natürlichen Flussdynamik in der Hase-Aue, Emsland“ (gefördert vom Bundesamt für Naturschutz, Bonn, und dem Landkreis Emsland) konnte das Relief eines Flutmulden-Binnendünen-Komplexes von 37 ha Größe wiederhergestellt werden. Als Leitbild einer Hudelandschaft diente das Naturschutzgebiet „Sandtrockenrasen am Biener Busch“ bei Lingen/Ems (7° 15' O, 52° 34' N) mit flussnahen Weidengebüsch-Zonen, großflächigen Flutrasen und Silbergrasfluren (*Spergulo vernalis-*

Corynephorum canescentis typicum und cladonietosum) sowie Flächen nördlich der „Hammer Schleife“ an der Hase mit Heidenelken-Fluren (Diantho deltoideis-Armerietum elongatae).

3 Methoden

Zur Klärung der Nährstoffverhältnisse im künftigen Restitutionsgebiet wurden folgende Nährstoffanalysen durchgeführt: N_{gesamt} (Kjeldahl, Gerhardt), P (Flow Injection Analyser). Die Probenentnahme (43 Entnahmeflächen im Gebiet „Hammer Schleife“; 339 Proben, davon 113 Mischproben) wurde im Mai 2000 durchgeführt.

Zur Erfolgskontrolle der Restitutionsmaßnahme liegt ein umfangreiches Untersuchungsdesign sowohl für die Leitbildflächen als auch für die Restitutionsflächen vor (STROH et al. 2002):

- Anlage eines rasterbezogenen, mittels Satellitenfunk-Navigation (GPS) georeferenzierten Netzes von Markierungspunkten (NSG „Sandtrockenrasen am Biener Busch“ N = 36, „Hammer Schleife“ N = 192, „Wester Schleife“ N = 73; Abstand 50 m) zur Analyse der Vegetationsdynamik (80 m²) nach BARKMAN et al. (1964) und der Fraßintensität unter Rinderbeweidung.
- Zweimalige Aufnahme von Infrarot-Luftbildern (Pixel-Größe 7 cm) der Leitbild- und Restitutionsflächen.
- Einrichtung von 11 Weideausschluss-Flächen zur Überprüfung des Weideeinflusses in den Leitbild- und Restitutionsflächen: Vegetationszusammensetzung, Vegetationsstruktur, Blüh-/Fruchtphänologie, Biomasse, Bodentemperatur, Nährstoffsituation u. a. m. Größe der Weideausschluss-Flächen: a) Leitbildflächen: 4 Exclosures je 144 m², 1 Exclosure: 130 m²; b) ehemalige Ackerflächen: 2 Exclosures je 144 m²; c) Restitutionsflächen: 1 Exclosure 450 m², 1 Exclosure 288 m², 2 Exclosures je 120 m².

Ferner wurden Samenbank (Keimungsmethode nach KROLUPPER & SCHWABE 1998; Expositionszeit 18 Monate, Probenahme direkt nach den Baumaßnahmen 30./31. 10. 2001), Diasporen-Niederschlag, Bodennährstoffe (Nitrat, Ammonium, Kalium u. a.), Nährstoffeinträge aus der Luft, Bodenwasser-Qualität untersucht.

Als Referenzfläche zum Inokulationsversuch wurde ein vor acht Jahren mit herkömmlichem Saatmaterial behandelter ehemaliger Acker (inzwischen beweidet) im Naturschutzgebiet „Sandtrockenrasen am Biener Busch“ herangezogen.

4 Die drei Phasen der Restitution (einschließlich Voruntersuchungen)

In der **Planungsphase** (abgeschlossen Ende 2000) wurde ein Landschaftsmodell auf der Basis historischer Karten der Preußischen Landesaufnahme (1900) und alter Luftbilder (1956) erstellt (SCHWABE et al. 2002; STROH et al. submitted; REMY & ZIMMERMANN 2004). Bodenanalysen des Jahres 2000 zeigen in den oberen Bodenschichten (0–30 cm) höhere Werte: N (0,054 mg/kg Trockengewicht), P (94,3 mg/kg), in den tieferen Schichten geringere Werte: N (0,031 mg/kg), P (29,4 mg/kg). Die Kerne der alten Deiche enthielten nur 0,027 mg/kg N und 21,1 mg/kg P (Durchschnittswerte). Hieraus wurde der Ansatz der Bodeninversion entwickelt. Das nährstoffreichere Material wurde in die Kerne der „Neodünen“ verlagert, das nährstoffarme Substrat aufgelegt. Die Menge des für die Landschaftsmodellierung notwendigen Substrates (Neodünen, neuer zurückverlegter Deich) wurde im Rahmen einer Computer-Simulation berechnet (SCHWABE et al. 2002).

In einer kurzen **2. Phase (Initialphase der Restitution)** (Sommer/Herbst 2001) wurde das Landschaftsrelief im Gebiet aufmodelliert (REMY & ZIMMERMANN 2004). Hierbei kam es einerseits zu einer Rückverlegung der flussnahen Deiche der „Hammer Schleife“ und der „Wester Schleife“ und andererseits zu einer Anlage der Dünenstrukturen und Vertiefungen. Insgesamt wurden 67 000 m³ Boden/Sand bewegt. Die N- und P-reichen Bodenschichten (0–40 cm) wurden in die Kerne der neuen Dünenbildungen eingebaut, nährstoffarme und diasporenfreie Schichten aufgelegt. Die Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Samenbank-Analyse des neu entstandenen Dünenreliefs. Die Ergebnisse belegen einen nur geringen Diasporengehalt im Boden.

In einer Pilotstudie zur Restitution von Zielarten-Gemeinschaften wurde festgestellt, dass eine Kombination des Ausbringens von gemähem und ausgereichem Pflanzenmaterial für die Restitution von Zielarten-Gemeinschaften besonders erfolgreich ist (STROH et al. 2002,

Tab. 1: Gesamtanzahl der gekeimten Samen aus Bodenproben der neuen West- (W) und Süddüne (S), 1: Bereiche für die Inokulation mit *Corynephorum*-Material, 2: Bereiche für die Inokulation mit *Diantho-Armerietum*-Material, Probenentnahme Herbst 2001, Keimungsmethode unter Quasi-Freilandbedingungen (Exposition des Materials: 12 Monate).

Art	W1	W2	S1	S2
<i>Achillea millefolium</i>	1	0	0	0
<i>Agrostis capillaris</i>	5	1	3	0
<i>Agrostis</i> sp.	1	5	0	0
<i>Artemisia vulgaris</i>	1	0	0	0
<i>Carex arenaria</i>	0	0	0	1
<i>Chenopodium album</i>	38	8	14	12
<i>Conyza canadensis</i>	1	0	0	0
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	0	1	0	0
<i>Herniaria glabra</i>	15	4	0	7
<i>Holcus lanatus</i>	3	1	1	2
<i>Juncus articulatus</i>	7	0	1	18
<i>Juncus bufonius</i>	24	21	3	10
<i>Juncus effusus</i>	0	1	0	0
<i>Plantago lanceolata</i>	2	1	0	0
<i>Poa pratensis</i>	0	0	0	1
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	5	1	0	1
<i>Rumex acetosella</i>	2	2	2	0
<i>Salix</i> sp.	0	3	6	0
<i>Sonchus</i> sp.	0	0	1	0
<i>Stellaria graminea</i>	0	1	1	0
<i>Stellaria</i> sp.	1	0	0	0
<i>Tanacetum vulgare</i>	6	3	3	1
<i>Trifolium dubium</i>	0	4	3	2
<i>Trifolium repens</i>	0	0	0	9
<i>Trifolium</i> sp.	1	0	0	0
Σ Keimlinge	113	57	38	64
Σ Arten	16	15	11	11

SCHWABE et al. in diesem Band). Insgesamt wurden 860 kg diasporenhaltiges Mahd- und Rechgut (Frischgewicht) auf 960 m² Fläche der neu geschaffenen Dünenzüge aufgebracht. Hinzu kamen weitere 1465 kg Rechgut (Material aus dem Diantho-Armerietum) für einen Bereich außerhalb der Exclosure-Flächen von 1060 m² am Nordrand der Süddüne der „Hammer Schleife“. In den tiefer gelegenen Bereichen (13,7 ha) wurde eine Saatmischung eingebracht (zusammengesetzt aus Samenmaterial von Pflanzenarten magerer Standorte, LÖBF Ansaatmischung N1; 35 kg/ha). Diese Flächen sollten genügend Phytomasse für eine Rinderbeweidung bereitstellen.

In der Phase der **Fließgewässerdynamik und der Vegetationsentwicklung unter Beweidung** (seit Ende 2001) setzten die natürlichen abiotischen Prozesse (Überflutungen) und biotischen Prozesse (Beweidung) ein. Mit den Winterfluten (Dezember 2001 bis März 2002) begannen dynamische geomorphologische Prozesse: Bildung tiefer ausgewaschener Flutrinnen, großflächige Aufsandungen. Typische Feuchtgebietsarten siedeln sich spontan an (z. B. *Myosurus minimus*, *Veronica scutellata*, *Veronica anagallis-aquatica*).

5 Ergebnisse

Die Abbildung 1 zeigt den Zustand der „Hammer Schleife“ vor der Restitution im Jahr 2000 mit großflächigen Intensivflächen (Grünlandnutzung linke Seite, Ackerflächen rechte Seite), die Abbildung 2 eine nach der Landschaftsmodellierung und Inokulation mit Pflanzenmaterial sich etablierende extensive Weidelandschaft sowie den Beginn der großen dynamischen Entwicklung (2003). Zu erkennen sind die neu angelegten Dünenzüge (10 % der Fläche), wassergefüllte Mulden (9 %), Flutmulden (2 %), Sandfächer (9 %) sowie extensives Frisch-/Feuchtgrünland (55 %) u. a.

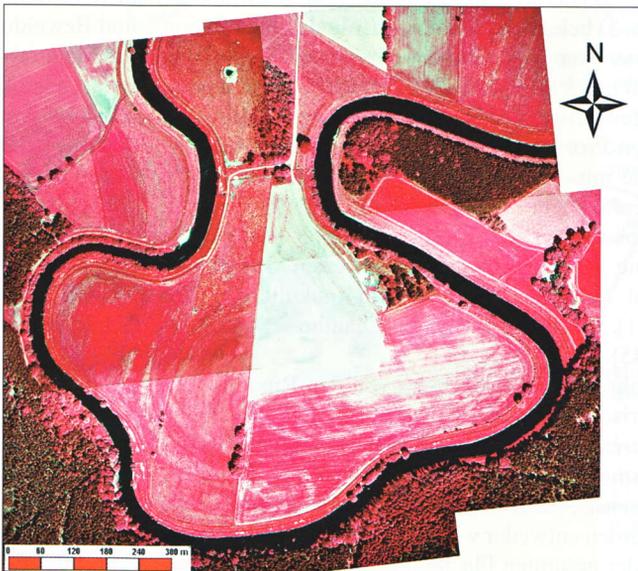


Abb. 1: Zustand der „Hammer Schleife“ im Jahr 2000. Heller Bereich im Zentrum: Ackerflächen (CIR-Orthophoto).

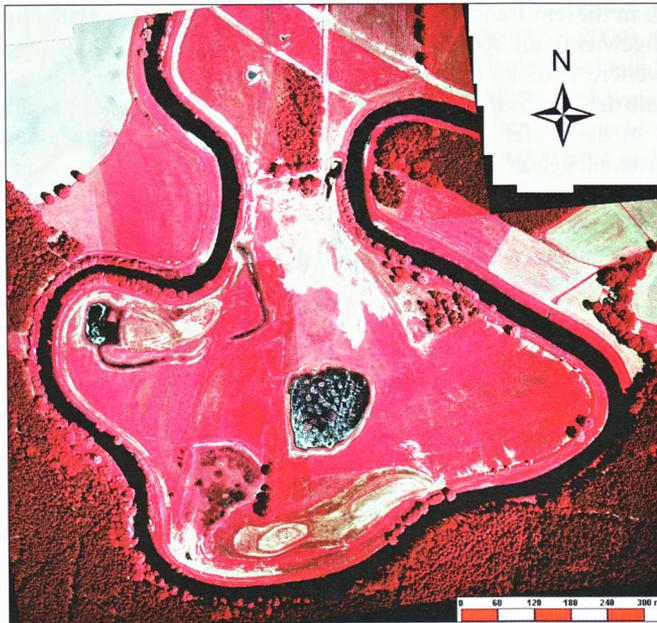


Abb. 2: Zustand der „Hammer Schleife“ nach der Landschaftsmodellierung und der winterlichen Überflutung 2001/2002. Im Westen und Süden sind die errichteten „Neo-Dünen“ erkennbar; bei den dunklen Flächen im Westen und im Zentrum handelt es sich um permanente stehende Gewässer, helle Flächen dokumentieren fluviale Sanddepositionen (CIR-Orthophoto).

Die DCA der Vegetation der Leitbild- und Restitutionsflächen (inokuliert und nicht inokuliert) (Abb. 3) belegt einen ersten Erfolg des Inokulations- und Beweidungskonzeptes. „A“ charakterisiert den Vegetationswechsel nach Inokulation mit Material des Spergulo-Corynephoretum in Richtung auf die Leitbild-Fläche „Sandtrockenrasen am Biener Busch“, „B“ den analogen Prozess nach Inokulation mit Material des Diantho-Armerietum. „C“ kennzeichnet den Prozess bei Nicht-Inokulation in Richtung auf die seit 1995 bestehende Ackerbrache, die mit einer Grünland-Ansaat eingesät wurde (Modell für eine ältere nicht inokulierte Referenzfläche).

Alle nicht inokulierten Flächen liegen weiter von den Leitbildflächen entfernt als die inokulierten. Die Artenzahlen der inokulierten Spergulo-Corynephoretum-Flächen sind hoch signifikant höher als die der nicht inokulierten (Mixed linear model, SAS proc mixed, $p < 0,001$), die der inokulierten Diantho-Armerietum-Flächen schwach signifikant höher ($p = 0,0445$).

Bei den im Jahr 2003 hauptsächlich von den Rindern gefressenen Arten handelt es sich vor allem um Frischwiesen- und Bidention-Arten. Eine besonders große Rolle spielen u. a. *Agrostis capillaris*, *A. stolonifera*, *Alopecurus geniculatus*, *Alopecurus pratensis*, *Bidens frondosa*, *Cerastium arvense*, *Dactylis glomerata*, *Elymus repens*, *Holcus lanatus*, *Juncus effusus*, *Poa pratensis*, *Rorippa palustris* (s. dazu STROH et al. 2004). Die Leitarten der Sandtrockenrasen wurden entweder weniger befressen oder gemieden. Dennoch verteilen sich die Weidetiere auf der gesamten Fläche und beeinflussen durch Fraß und Vertritt die einzelnen Standorte. Der Beweidungseinfluss hat bereits zu strukturellen Veränderungen geführt, aber noch nicht grundlegend die floristische Zusammensetzung der Flächen verändert.

6 Diskussion

Als Leitbild für das hier vorgestellte Restitutionsprojekt dient eine Landschaft mit zwei dynamisierenden Faktoren. Auf der einen Seite sorgt das Fließgewässersystem mit seinen winterlichen Überflutungen für großflächige Reliefveränderungen (Aufsandungen, Abbrüchen), auf der anderen Seite der von Mai bis Oktober währende extensive Einfluss der Rinderbeweidung für kleinräumige Störstellen zur Aktivierung der Diasporenbank und für die Schaffung von offenen Bodenstellen für Keimlinge und hat darüber hinaus auch sukzessionsretardierende Wirkung (s. z. B. LONDO 1997; KRATOCHWIL & SCHWABE 2001). Der selektive Rinderfraß gewährleistet eine weitgehende Schonung der Leitarten der Binnendünen-Komplexe und führt zu einer vermehrten Fraßintensität in Bereichen mit Frischwiesen-Charakter. Hierdurch ist in besonderer Art und Weise ein System geschaffen worden, das Garant für hohe Biodiversität auf kleinem Raum ist entsprechend den Verhältnissen der Leitbild-Landschaften.

Während Pflanzenarten feuchterer Standorte durch das Überflutungsregime über Hydrochorie und Substratverfrachtung in das Restitutionsgebiet auf natürliche Weise gelangen können, müssen Pflanzenarten der Binnendünen, die in ihrem Ausbreitungspotential eingeschränkt sind und durch die Fragmentierung ihrer Lebensräume auf natürliche Weise das Restitutionsgebiet nicht mehr erreichen können, in der Regel über Inokulation eingebracht werden. Die DCA (Abb. 3) zeigt, dass nur eine Inokulation die Entwicklung von Sandrasen-Arten auf den Restitutionsflächen gewährleistet. Eine dem Zufall überlassene Entwicklung führt nicht zu den gewünschten Pflanzengesellschaften solcher Trockenstandorte, obwohl die abiotischen Standortfaktoren günstig sind.

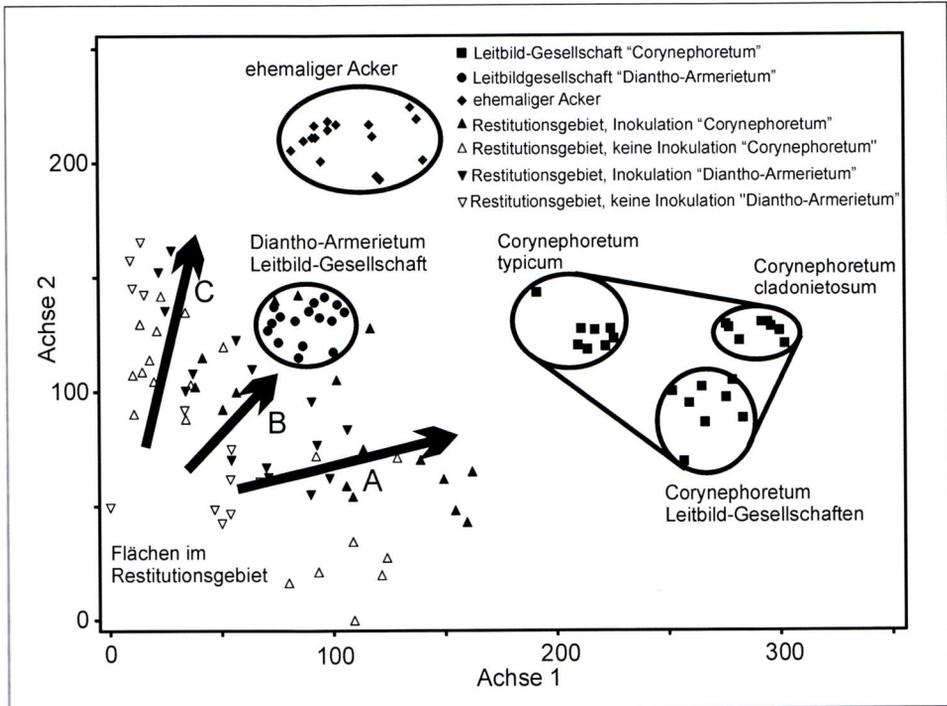


Abb. 3: DCA der Vegetation der Leitbildflächen und Restitutionsflächen (inokuliert und nicht inokuliert); Eigenwerte: Achse 1 = 0,43; Achse 2 = 0,16; Achse 3 = 0,10.

Als Leitbilder sind in unserem Falle Pflanzengesellschaften mit ihren charakterisierenden Arten definiert worden: das Spergulo-Corynephoretum typicum und cladonietosum sowie das Diantho-Armerietum. Die Etablierung dieser gefährdeten Pflanzengesellschaften im Gebiet ist jedoch an dynamisierende Faktoren gekoppelt (neu entstehende fluviatile Sandfächer und Dünenbildungen, Schaffung von kleinräumiger Dynamik durch die Weidetiere).

Danksagung

Wir bedanken uns bei dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF, Förderkennzeichen 01LN0003) und dem Bundesamt für Naturschutz (BfN) für die finanzielle Förderung der Projekte, beim Landkreis Emsland (Meppen) und der Bezirksregierung Weser-Ems (Oldenburg) für die gute Kooperation. R. Cezanne und M. Eichler übernahmen Teile des Monitoring (Rasterpunkte), S. Binhold und B. Wierspecker Teile der Untersuchungen der Samenbank und des Diasporen-Niederschlags; U. Menzel, A. Möhlmeier und A. Tschuschke unterstützten uns im Bereich der Nährstoff-Analytik und in technischen Belangen, K. Zimmermann in der CIR-Luftbildanalyse und C. Storm in statistischen Fragen. Ihnen allen sei für die Unterstützung recht herzlich gedankt. Unser Dank gilt insbesondere auch den beteiligten Landwirten der Region.

Literatur

- ASSMANN, T. & KRATOCHWIL, A. (1995): Biozönotische Untersuchungen in Hudelandschaften Nordwestdeutschlands – Grundlagen und erste Ergebnisse. – Osnabrücker Naturwiss. Mitt. 20/21: 275-337.
- BAKKER, J.P.; GROOTJANS, A.P.; HERMY, M. & POSCHLOD, P. (2000): How to define targets for ecological restoration. – Appl. Veg. Science 3: 3-6.
- BARKMAN, J. J.; DOING, H. & SEGAL, S. (1964): Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. – Acta bot. Neerlandica 13: 394-419.
- DE WAAL, L.C.; LARGE, A.R.G. & WADE, P.M. (eds.) (1998): Rehabilitation of Rivers. Principles and Implementation. – Landscape Ecological Series (John Wiley & Sons, Chichester): 1-344.
- KRATOCHWIL, A. & ASSMANN, T. (1996): Biozönotische Konnexe im Vegetationsmosaik nordwestdeutscher Hudelandschaften. – Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 8: 237-282.
- KRATOCHWIL, A. & SCHWABE, A. (2001): Ökologie der Lebensgemeinschaften: Biozönologie. – Stuttgart (Ulmer), 765 S.
- KROLUPPER, N. & SCHWABE, A. (1998): Ökologische Untersuchungen im Darmstadt-Dieburger Sandgebiet (Südhessen): Allgemeines und Ergebnisse zum Diasporen-Reservoir und -Niederschlag. – Botanik u. Naturschutz in Hessen 10: 9-39.
- LONDO, L. (1997): Natuurontwikkeling. Bosen Natuurbeheer in Nederland, deel 6. – Leiden (Backhuys Publishers), 658 S.
- MÄHRLEIN, A. (2004): Agrarwirtschaftliche Untersuchungen in „neuen Hudelandschaften“ bei naturschutzkonformer Extensivbeweidung mit Rindern und Schafen. – In: SCHWABE, A. & KRATOCHWIL, A. (Hrsg.): Beweidung und Restitution als Chancen für den Naturschutz? – Schneverdingen (Norddeutsche Naturschutzakademie). – NNA-Berichte 17 (1): 191-203.
- NIENHUIS, P.H. & LEUVEN, R.S.E.W. (1998): Ecological concepts for the sustainable management of lowland river basins: a review. – In: NIENHUIS, P.H.; LEUVEN, R.S.E.W. & RAGAS, M.J. (eds.): New Concepts for Sustainable Management of River Basins. – Leiden (Backhuys Publishers): 7-33.
- NIENHUIS, P.H. & LEUVEN, R.S.E.W. (2001): River restoration and flood protection: controversy or synergism? – Hydrobiologia 444: 85-99.
- PALMER, M.A.; AMBROSE, R.F. & POFF, N.L. (1997): Ecological theory and community restoration ecology. – Restoration Ecol. 5: 291-300.
- POTT, R & HÜPPE, J. (1991): Die Hudelandschaften Nordwestdeutschlands. – Abh. Landesmus. Naturk. Münster 53 (1/2): 1- 313.

- REMY, D. & ZIMMERMANN, K. (2004): Restitution einer extensiven Weidelandschaft im Emsland: Untersuchungsgebiete im BMBF-Projekt „Sand-Ökosysteme im Binnenland“. – In: SCHWABE, A. & KRATOCHWIL, A. (Hrsg.): Beweidung und Restitution als Chancen für den Naturschutz? – Schneverdingen (Norddeutsche Naturschutzakademie). – NNA-Berichte 17 (1): 27-38.
- RIECKEN, U.; FINCK, P. & SCHRÖDER, E. (2001): Tagungsbericht zum Workshop „Großflächige halboffene Weidesysteme als Alternative zu traditionellen Formen der Landschaftspflege“. – Natur und Landschaft 76: 125-130.
- SCHWABE, A.; ZEHEM, A.; REMY, D.; ASSMANN, T.; KRATOCHWIL, A.; MÄHRLEIN, A.; NOBIS, M.; STORM, C.; SCHLEMMER, H.; SEUSS, R.; BERGMANN, S.; EICHBERG, C.; MENZEL, U.; PERSIGIEHL, M.; ZIMMERMANN & WEINERT, M. (2002): Inland Sand Ecosystems: dynamics and restitution as a consequence of the use of different grazing systems. – In: REDECKER, B.; FINCK, P.; HÄRDTLE, W.; RIECKEN, U. & SCHRÖDER, E. (eds.): Pasture Landscapes and Nature Conservation. – Berlin, Heidelberg (Springer): 239-252.
- SCHWABE, A.; ZEHEM, A.; EICHBERG, C.; STROH, M.; STORM, C. & KRATOCHWIL, A. (2004): Extensive Beweidungssysteme als Mittel zur Erhaltung und Restitution von Sand-Ökosystemen und ihre naturschutzfachliche Bedeutung. – Schr.-R. f. Landschaftspf. u. Natursch. 78: 63-92.
- SMITS, A.J.M.; NIENHUIS, P.H. & LEUVEN, R.S.E.W. (2000): New Approaches to River Management. – Leiden (Backhuys Publishers), 356 pp.
- SSYMANK, A.; HAUKE, U.; RÜCKRIEM, C. & SCHRÖDER, E. (1998): Das europäische Schutzgebietsystem Natura 2000. – Schr.-R. f. Landschaftspf. u. Natursch. 53, 560 S.
- STROH, M.; STORM, C.; ZEHEM, A. & SCHWABE, A. (2002): Restorative grazing as a tool for directed succession with diaspore inoculation: the model of sand ecosystems. – Phytocoenologia 32: 595-625.
- STROH, M., KRATOCHWIL, A. & SCHWABE, A. (2004): Fraß- und Raumnutzungseffekte bei Rinderbeweidung in halboffenen Weidelandschaften: Leitbildflächen und Restitutionsgebiete im Emsland (Niedersachsen). – In: SCHWABE, A. & KRATOCHWIL, A. (Hrsg.): Beweidung und Restitution als Chancen für den Naturschutz? – Schneverdingen (Norddeutsche Naturschutzakademie). – NNA-Berichte 17 (1): 133-146.
- STROH, M., KRATOCHWIL, A., REMY, D., ZIMMERMANN, K. & SCHWABE, A. (submitted): Restoration of alluvial landscapes in the Ems region (northwestern Germany).
- VAN DIGGELEN, R.; GROOTJAHNS, A.P. & HARRIS, J.A. (2001): Ecological restoration: state of the art or state of the science? – Restoration Ecol. 9: 115-118.
- WHITE, P.S. & WALKER, J.L. (1997): Approximating nature's variation: selecting and using reference information in restoration ecology. – Restoration Ecol. 5: 338-349.

Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. Anselm Kratochwil
 Dr. Dominique Remy
 Dipl.-Biol. Michael Stroh
 Universität Osnabrück
 Ökologie
 Barbarastraße 11
 D-49069 Osnabrück
 E-Mail: kratochwil@biologie.uni-osnabrueck.de

Prof. Dr. Angelika Schwabe
 Technische Universität Darmstadt
 Vegetationsökologie
 Schnittspahnstr. 4
 D-64287 Darmstadt
 E-Mail: schwabe@bio.tu-darmstadt.de