# Deichbegrünungsmethoden im Vergleich: Sodenverpflanzung, Heudrusch®-Verfahren und Handelssaatgut im Hinblick auf Biodiversität, Natur- und Erosionsschutz

*Dike revegetation methods: A comparison of sod transplantation, Heudrusch™ threshing and commercial seed sowing with regard to biodiversity, nature conservation and erosion control*

Stephan Bloemer, Stefanie Egeling und Ulf Schmitz

## 1 Einleitung

Bei Deichrückverlegungen, wie sie zur Schaffung von Retentionsflächen zum Hochwasserschutz durchgeführt werden, sollten zweckmäßigerweise auf neu gebauten Deichen Grünlandgesellschaften etabliert werden, die sowohl Aspekten des Natur- als auch des Erosionsschutzes gleichermaßen Rechnung tragen. Trockene Glatthaferwiesen und Halbtrockenrasen, die bis zur Mitte des vergangenen Jahrhunderts noch häufig und flächig anzutreffen waren, stehen auf Grund ihres starken Rückgangs inzwischen auf der Roten Liste der Pflanzengesellschaften (Verbücheln et al. 1995; Rennwald 2000) und zeigen in vielen Gebieten mittlerweile einen Verbreitungsschwerpunkt auf Flussdeichen (s. Abb. 1) (Knörzer 1960; Husicka u. Schulte 1999; Husicka 2003). Der beste Erosionsschutz auf Hochwasserschutzdeichen wird durch solches Extensivgrünland mit einem hohen Naturschutzwert gewährleistet (Molder 1995; Liebrand 1999; Husicka 2003). In ingenieurbiologischer Hinsicht sollte daher das Ziel verfolgt werden, möglichst artenreiche Vegetationsgemeinschaften zu etablieren.

Im Zuge einer Deichrückverlegung bei Monheim am Rhein (Kreis Mettmann) wurde der Deichneubau mittels dreier unterschiedlicher Verfahren begrünt:

1. Verpflanzung von Soden vom alten auf den neuen Deich,
2. Heudruschverfahren mit autochthonem Saatgut von nahgelegenen Spenderflächen sowie
3. übliche Grünlandeinsaat mit Handelssaatgut (Emschermischung).

Der vorliegende Beitrag erörtert anhand von Vegetationserhebungen, inwiefern sich standorttypische Pflanzengesellschaften, welche die Anforderungen an den Hochwasserschutz erfüllen, durch die verschiedenen Begrünungsmethoden etablieren lassen.

**Abb. 1:** *Artenreiche Varianten der trockenen Glatthaferwiese mit Wiesen-Salbei (Salvia pratensis), wie hier auf dem Deich bei Düsseldorf-Himmelgeist, sind als Spenderfläche für autochthones Pflanzenmaterial besonders geeignet. (Foto: S. Bloemer)*

*Fig. 1: Species-rich variants of dry Arrhenateretum elatioris associations with Salvia pratensis, as here on the dike near Düsseldorf-Himmelgeist, are particularly suited as donor sites for autochthonous plant material.*

## 2 Saatgutherkünfte und rechtlicher Hintergrund

### 2.1 Die Bedeutung der Saatgutherkünfte für die Biodiversität

Die naturräumliche Vielfalt Deutschlands manifestiert sich unter anderem auch in der genetischen Vielfalt der Flora mit nur lokal und regional verbreiteten Arten, Kleinarten, Unterarten, Varietäten und Rassen, die optimal an die jeweiligen naturräumlichen Voraussetzungen angepasst sind. Im Saatguthandel sind dagegen für Begrünungen in der freien Landschaft fast ausschließlich normierte, einheitliche Saatgutmischungen aus verschiedensten geographischen Zuchtgebieten in Europa und zum Teil sogar Übersee erhältlich. Diese entsprechen zwar den Richtlinien des Bundes- und des EU-Sortenamts, weisen aber vorwiegend einen Genbestand auf, der sich von dem der lokalen Sippen unterscheidet. Durch diese Art von Florenverfälschung werden lokale Formen vielerorts von Zuchtsorten oder Sippen mit fremden Herkünften verdrängt oder auch durch Hybridisierung mit diesen genetisch verändert und damit in ihrem Bestand gefährdet (Treiber u. Nickel 2002; Petit 2004). Mit dem groß-

flächigen Einsatz von Standardsaatgut-Mischungen in der freien Landschaft drohen lokale Sippen – und mit ihnen standorttypische, differenzierte Pflanzengesellschaften – unwiederbringlich auszusterben.

## 2.2 Rechtliche Grundlagen

Die Ausbringung gebietsfremder Arten bzw. Zuchtsorten ohne Genehmigung verstößt gegen § 41 Abs. 2 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG). Zuchtsorten aus dem Saatguthandel sind nach der Definition dieses Gesetzes eindeutig gebietsfremd. Zur Komplizierung trägt jedoch bei, dass der Handel mit Nicht-Regel-Saatgut einen Verstoß gegen §§ 3 und 13 des Saatgutverkehrsgesetzes (SaatVerkG) bedeutet, die besagen, dass nur zertifiziertes Saatgut zu gewerblichen Zwecken in den Verkehr gebracht werden darf.

Die gegenwärtige Gesetzgebung führt daher in die juristische Sackgasse: Die Begrünung mit Zuchtsorten gemäß Saatgutverkehrsgesetz verstößt gegen das BNatSchG, während der Handel mit regional geerntetem, standortheimischem Saatgut gegen das Saatgutverkehrsgesetz verstößt. Das veraltete und ökologisch fragwürdige Saatgutverkehrsgesetz müsste demnach dringend novelliert werden, berührt es doch unmittelbar den so wichtigen Aspekt der Biodiversität. Das juristische Dilemma lässt sich jedoch für kleinere Saatgutmengen relativ leicht umgehen, indem Gewinnung und Ausbringung von Saatgut standorttypischer Pflanzengesellschaften projektspezifisch in der Hand eines Unternehmens bleiben. Das Saatgut kommt auf diese Weise nicht in den Handel (Bloemer 2004a, 2004b). Zu weitergehenden Aspekten und Aktivitäten zu gebietseigenem Saatgut vergl. Hiller et al. (2004).

## 3 Untersuchungsgebiet und Methoden

Bei Monheim am Rhein (Kreis Mettmann) fand zwischen 2000 und 2002 eine Rückverlegung des Rheindeichs statt (vgl. Abb. 2). Grund für die Baumaßnahmen war, dass der alte Deich nicht mehr den sicherheitstechnischen Anforderungen genügte. Außerdem wurden durch die Rückverlagerung neue Retentionsflächen für den Hochwasserschutz geschaffen. Die Biologische Station Urdenbacher Kämpe e. V., Monheim, und das Büro Schulze Ingenieur GmbH, Düsseldorf, regten für den Deichneubau die Einsaat von großen Teilflächen im Heudruschverfahren nach der Engelhardt-Methode sowie die Verpflanzung von Grünlandsoden vom alten auf den neuen

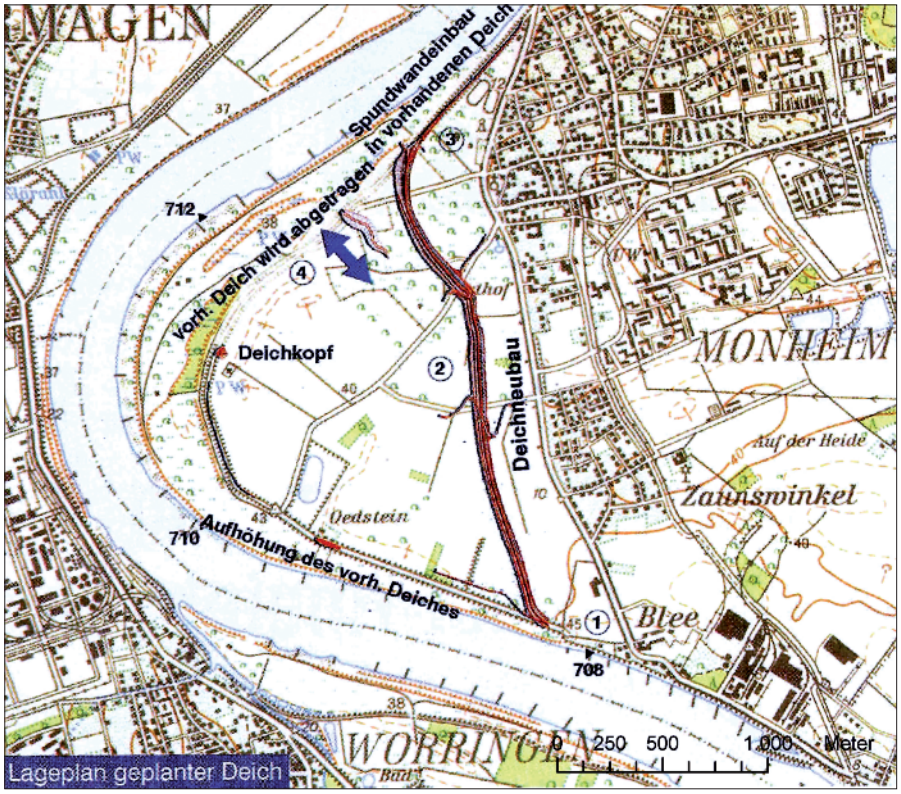


**Abb. 2:** *Lageplan des neuen Monheimer Deichs (rot) (Quelle: Stadt Monheim am Rhein [ohne Jahr])*

*Fig. 2: Layout of the new Monheim dike (red)*

Deich an. Die Biologische Station begleitet das Projekt darüber hinaus gemeinsam mit dem Unternehmen Bender GmbH & Co. KG durch Monitoringuntersuchungen zur Effizienz der verschiedenen Begrünungsvarianten.

Am neuen Monheimer Deich wurden drei verschiedene Begrünungsmethoden angewandt: Ein etwa 150 m langer Abschnitt auf der landseitigen Deichböschung wurde mit Soden bepflanzt. Spenderflächen der Soden waren Bereiche des alten Deichs in Monheim, die mit artenreichem Stromtal-Halbtrockenrasen bestanden waren. Die Sodenentnahme und der Einbau erfolgten Ende August 2001. Die Spenderfläche wurde vor der Entnahme gemäht. Die Soden wurden in einer Größe von ca. 40 × 40 cm und einer Stärke von 10 cm zusammenhängend von Hand abgehoben. Sie wurden unmittelbar nach der Entnahme wieder eingebaut. Die maximale Fugenbreite betrug 1 cm. Die Fugen wurden mit Oberboden überzogen und nach dem Verlegen leicht angewalzt.

Weiterhin wurde die landseitige Deichböschung auf einer Fläche von rund 8,6 ha mit autochthonem Saatgut aus dem Heudruschverfahren eingesät (Abb. 3, S. 278). Das Spendermaterial für das Heudruschverfahren stammte aus nahe gelegenen Naturschutzgebieten, die mit trockenen Glatthaferwiesen (Arrhenatheretum elatioris ranunculetosum bulbosi) im Übergang zum Stromtal-Halbtrockenrasen (Medicagini-Avenetum) bestanden waren (Abb. 1). Diese beiden Vegetationseinheiten zählen zu den gefährdeten Pflanzengesellschaften (Verbücheln et al. 1995; Rennwald 2000) und zeichnen sich durch ihren hohen Anteil an seltenen und stromtaltypischen Arten aus. Auf Grund begrenzter Verfügbarkeit und baubedingten Zeitdrucks betrug das Verhältnis Entnahmefläche zur Spenderfläche nur 1 : 4; unter normalen Umständen wird ein Verhältnis von 1 : 2 bis 1 : 1 angestrebt. Deshalb wurde als Ammengras *Lolium perenne* (2 g/m²) zugemischt.

Auf den mit Soden, Heudrusch und Emschermischung begrünten Deichabschnitten wurden vegetationskundliche Dauerflächen angelegt und untersucht. Die Flächen wurden eingemessen und mit im Boden versenkten Vermarkungspflöcken aus Metall markiert. Anschließend wurden die Untersuchungsflächen nach der Methode von Braun-Blanquet (1964) vegetationskundlich aufgenommen. Die Vegetationsaufnahmen wurden jährlich jeweils im Mai/Juni vor der ersten Mahd durchgeführt. Insgesamt wurden im Jahr 2003, also im ersten Jahr nach dem Deichneubau, auf den mit Soden

und Emschermischung begrünten Flächen je drei Dauerflächen, auf der Fläche mit Heudrusch zunächst zwei Dauerflächen eingerichtet, im Jahr 2004 wurden auf den Heudruschflächen fünf weitere Dauerflächen eingerichtet. Die Größe der Dauerflächen beträgt zwischen 9 $m^2$ und 25 $m^2$. Die Nomenklatur richtet sich nach Wisskirchen u. Haeupler (1998), die Angabe der Gefährdungskategorien der Roten Liste nach Korneck et al. (1996) und Wolff-Straub et al. (1999). Erste Ergebnisse zur Heudruschbegrünung wurden bereits 2004 publiziert (Bloemer et al. 2005). Die hier vorgestellten Resultate erfassen einen erweiterten Zeitraum und beziehen auch die durch Sodenübertragung und Handelssaatgut begrünten Flächen detailliert ein.

**Abb. 3:** *Mit der Ausbringung von Heudrusch werden neben Saatgut auch Pflanzenteile wie Blätter, Halme, Stängel und Blütenreste ausgebracht. Dadurch können auch Sporen von Pilzen und Moosen sowie Arten der Meso- und Makrofauna übertragen werden.* (Foto: J. Engelhardt)

*Fig. 3: Sreading threshed cuttings from nearby sites introduces not only the seed, but also plant elements such as leaves, stalks and flower remnants. This introduces the spores of fungi and mosses, as well as meso- and macrofauna species, to the new site.*

## 4 Ergebnisse

Deutliche Unterschiede ergeben sich bei der Betrachtung des Deckungsgrades, der einen wichtigen Indikator für die Erosionsfestigkeit darstellt. Die dichteste Vegetationsbedeckung wiesen die Flächen auf, die mit Sodenverpflanzung und Heudruschansaat begrünt worden waren, mit Deckungsgraden zwischen 92 % und 100 % (Tab. 1 und Tab. 2, S. 280) bei gleich bleibender bis zunehmender Tendenz. Dagegen war auf den mit Handelssaatgut begrünten Flächen ein im Untersuchungszeitraum tendenziell abnehmender Gesamtdeckungsgrad festzustellen, der im dritten Jahr nach der Einsaat nur noch bei 70–75 % lag (vgl. hierzu Tab. 3, S. 281).

Die höchste Diversität zeigten die Sodenflächen mit mittleren Artenzahlen über 30 bereits ab dem ersten Jahr nach der Begrünungsmaßnahme. An zweiter Stelle lagen die Heudruschflächen, welche zwar im ersten Jahr nach der Begrünung noch vergleichsweise niedrige Artenzahlen aufwiesen, dann aber ab dem zweiten Jahr nur noch geringfügig unterhalb der Sodenflächen lagen. Die niedrigsten Werte zeigten die mit Handelssaatgut (Emschermischung) eingesäten Flächen, die auch drei Jahre nach der Begrünungsmaßnahme nur etwa die Hälfte der Artenzahlen der beiden anderen Begrünungsmethoden aufwiesen. Betrachtet man das Verhältnis zwischen Charakterarten der Wiesenvegetation zu Begleitarten, so kann man weitere Unterschiede zwischen den Begrünungsmethoden feststellen (Abb. 4, S. 281): Die Flächen, die mit Sodenverpflanzung oder Heudrusch begrünt worden waren, enthielten im jeweiligen Jahresmittel mit Werten zwischen 45–58 % einen recht hohen Anteil von Charakter- und Differenzialarten der Mähwiesen und Halbtrockenrasen (Arrhenatheretum-Molinio-Arrhenatheretea, Mesobromion) und 42–55 % Begleitarten. Die Flächen, die mit Handelssaatgut der Emschermischung begrünt worden waren, zeigten mit Werten zwischen 33 % und 42 % einen geringeren Anteil an Charakter- und Differenzialarten der Mähwiesen und Halbtrockenrasen und mit 58–67 % einen höheren Anteil an Begleitarten. Arten der Roten Liste NRW (Wolff-Straub et al. 1999) fanden sich mit *Salvia pratensis* und *Carum carvi* in Aufnahmeflächen der Sodenverpflanzung bzw. der Heudruschansaat. Die Aufnahmeflächen, die mit Handelssaatgut der Emschermischung begrünt worden waren, enthielten keine Arten der Roten Liste.

Pflanzensoziologisch betrachtet stellt die Sodenfläche einen schutzwürdigen Stromtal-Halbtrockenrasen (Medicagini-Avenetum) dar, erkennbar vor allem an der vergleichsweise hohen Stetigkeit und Abundanz von *Bromus erectus* und *Salvia pratensis*, einer größeren Anzahl seltener und Magerkeit anzeigender Spezies sowie nur geringeren Anteilen an mähwiesenuntypischen Ruderalarten (Abb. 5, S. 282). Die Heudruschparzellen stellen das Initialstadium einer Mähwiesenvegetation dar (Arrhenatherion-Fragmentgesellschaft). In den Empfängerflächen konnten mit zunehmender Tendenz zahlreiche Charakterarten der Wiesenvegetation und Magerkeitszeiger gefunden werden (Abb. 6, S. 282). Außer vereinzelt auftretendem *Bromus erectus* fanden sich etliche weitere Arten des Magergrünlands, die ökologisch besonders wertvolle Flächen kennzeichnen. In den mit Emschermischung begrünten Flächen konnten auch 3 Jahre nach der Einsaat nur wenige Charakterarten der Mähwiesen und Halbtrockenrasen gefunden werden. Die Fläche wurde weiterhin dominiert von *Festuca rubra* und *Lolium perenne*, die in der Saatgutmischung enthalten waren. Die wenigen Magerkeitszeiger waren überwiegend Bestandteil der Saatgutmischung (Abb. 7, S. 282).

Insgesamt zeigten die mit Sodenverpflanzung begrünten Flächen die aus Naturschutzperspektive wertvollsten Pflanzenbestände, gefolgt von der Heudruschbegrünung. An letzter Stelle lag die Einsaat mit Handelssaatgut der Emschermischung. Aus Sicht des Erosionsschutzes waren Soden- und Heudruschflächen mit ihrer dichten Vegetation etwa gleichwertig, während die mit Handelssaatgut begrünten Flächen geringere Gesamtdeckungsgrade und damit einen geringeren Schutz vor Erosion bieten. Bei der Bewertung des ästhetisch und entomologisch relevanten Blühaspekts zeigten ebenfalls die Soden- und Heudruschflächen eine wesentlich blütenreichere Vegetation als die mit der Emschermischung begrünten Abschnitte. Auf den beiden erstgenannten Flächen konnten während der Geländearbeiten etliche seltene Blütenbesucher beobachtet werden, wie beispielsweise die beiden Schmetterlingsarten Schwalbenschwanz (*Papilio machaon*) oder Goldene Acht (*Colias hyale*). Beide Schmetterlingsarten sind auf der Roten Liste NRW (Dudler et al. 1999) als gefährdet eingestuft.

**Tabelle 1: Vegetationsentwicklung nach Sodenverpflanzung. Deckungsgrad nach Braun-Blanquet (1964), Rote Liste Gefährdungskategorien nach Korneck et al. (1996) und Wolff-Straub et al. (1999) BRD/NRW/NRBU**

*Table 1: Vegetation development following transplantation of meadow sods. Degree of cover after Braun-Blanquet (1964), Red List categories after Korneck et al. (1996) and Wolff-Straub et al. (1999)*

| **Aufnahme-Nummer** | **S1** | **S1** | **S1** | **S2** | **S2** | **S2** | **S3** | **S3** | **S3** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Jahr** | 03 | 04 | 05 | 03 | 04 | 05 | 03 | 04 | 05 |
| **Aufnahme-Fläche (m × m)** | 3 × 3 | 3 × 3 | 3 × 3 | 3 × 3 | 3 × 3 | 3 × 3 | 2 × 5 | 2 × 5 | 2 × 5 |
| **Deckung (%)** | 95 | 95 | 97 | 95 | 95 | 97 | 95 | 98 | 98 |
| **Artenzahl** | 37 | 37 | 40 | 27 | 28 | 27 | 30 | 27 | 28 |
| | | | | | | | | | |
| **Magerkeitszeiger/Mesobromion** | | | | | | | | | |
| *Bromus erectus* | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| *Helictotrichon pubescens* | 1 | . | + | + | . | + | 1 | + | + |
| *Salvia pratensis* (RL */3N/3) | + | 1 | 1 | . | r | . | + | 1 | 1 |
| *Sanguisorba minor* | 1 | 1 | 1 | . | . | . | r | r | . |
| *Knautia arvensis* | + | + | + | . | . | . | . | . | + |
| *Trifolium campestre* | . | 1 | + | 1 | . | . | . | 1 | . |
| *Daucus carota* | . | . | . | . | . | . | r | r | r |
| *Thymus pulegioides* | 1 | . | . | 1 | + | . | . | . | . |
| *Medicago lupulina* | . | . | . | + | . | . | + | . | . |
| *Agrimonia eupatoria* | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| | | | | | | | | | |
| **AC-KC Arrhenatheretum/Molinio-Arrhenatheretea** | | | | | | | | | |
| *Achillea millefolium* | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| *Cerastium holosteoides* | 1 | + | + | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + |
| *Dactylis glomerata* | 1 | 1 | + | 1 | 1 | + | 1 | + | r |
| *Festuca rubra* agg. | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| *Plantago lanceolata* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + |
| *Poa pratensis* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| *Trisetum flavescens* | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | + | . | . | + |
| *Centaurea jacea* | + | + | r | 1 | 1 | 1 | . | . | . |
| *Festuca pratensis* | 1 | 1 | + | . | . | . | 1 | . | . |
| *Holcus lanatus* | . | . | + | . | . | . | 1 | r | 1 |
| *Arrhenatherum elatius* | 1 | 1 | + | . | . | . | . | . | . |
| *Galium mollugo* agg. | 1 | 1 | 2 | . | . | . | . | . | . |
| *Lotus corniculatus* | 1 | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . |
| *Trifolium pratense* | . | . | 1 | . | . | . | . | . | + |
| *Bromus hordeaceus* | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 |
| *Leucanthemum vulgare* | . | . | . | r | . | . | . | . | . |
| | | | | | | | | | |
| **Begleiter** | | | | | | | | | |
| *Agrostis capillaris* | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| *Bellis perennis* | 1 | 1 | + | 1 | 1 | 2 | 1 | + | + |
| *Cirsium arvense* | 1 | 1 | + | 1 | 1 | 1 | 1 | + | + |
| *Elymus repens* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| *Trifolium repens* | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 4 |
| *Lolium perenne* | 1 | 1 | . | 2 | 2 | + | 2 | 1 | 1 |
| *Poa trivialis* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | . | 1 |
| *Crepis capillaris* | 1 | . | . | 1 | . | + | 1 | + | 1 |
| *Geranium pusillum* | r | r | . | + | + | . | + | 1 | . |
| *Glechoma hederacea* | 1 | . | + | 1 | + | + | 1 | . | . |
| *Veronica arvensis* | . | + | + | . | + | r | . | + | r |
| *Carex hirta* | + | + | + | 1 | . | + | . | . | . |
| *Silene latifolia* ssp. *alba* | . | . | . | r | r | . | 1 | 2 | 1 |
| *Veronica chamaedrys* | + | + | + | . | . | + | . | . | . |
| *Ajuga reptans* | + | r | + | . | . | . | . | . | . |
| *Allium vineale* | + | r | r | . | . | . | . | . | . |
| *Cirsium vulgare* | . | . | . | . | + | + | 1 | . | . |
| *Leontodon hispidus* | . | . | . | . | . | + | . | 1 | + |
| *Rumex thyrsiflorus* | 1 | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . |
| *Senecio jacobaea* | r | r | r | . | . | . | . | . | . |
| *Trifolium dubium* | . | . | 2 | . | 2 | 3 | . | . | . |
| *Alopecurus myosuroides* | . | . | . | . | . | . | + | r | . |

**Außerdem in weniger als drei Fällen als Begleiter in den Flächen vorhanden:** *Geranium dissectum* S1: 04(r) S2: 04(+), *Geranium molle* S2: 05(+) S3: 05(+), *Hypericum perforatum* S1: 03(r) 04(r), *Tripleurospermum perforatum* S2: 03(+) S3: 03(1), *Phleum pratense* S3: 03(1) 05(+), *Valerianella locusta* S2: 04(+) 05(+), *Vicia angustifolia* S1: 04(+) 05(1), *Euphorbia helioscopia* S3: 04(+), *Festuca arundinacea* S1: 04(1), *Plantago major* S2: 04(r), *Poa annua* S3: 03(+), *Rumex acetosella* S1: 03(r), *Taraxacum officinale* S2: 04(+), *Vicia hirsuta* S1: 05(r), *Vicia villosa* S1: 05(r), *Viola arvensis* S1: 04(+), *Viola hirta* S1: 05(+)

**Tabelle 2: Vegetationsentwicklung nach Heudruschansaat. Deckungsgrad nach Braun-Blanquet (1964), Ü = Übereinstimmung mit Vegetationsaufnahmen der Spenderfläche, x = sowohl in Spender- als auch in Empfängerfläche vorhanden, Rote Liste Gefährdungskategorien nach Korneck et al. (1996) und Wolff-Straub et al. (1999) BRD/NRW/NRBU.**

*Table 2: Vegetation development following application of hay threshing material using the Heudrusch method. Degree of cover after Braun-Blanquet (1964), Ü = close correlation with vegetation surveys on donor site, x = present in both donor and receiving sites, Red List categories after Korneck et al. (1996) and Wolff-Straub et al. (1999)*

| **Aufnahme-Nummer** | **H1** | **H1** | **H1** | **H2** | **H2** | **H2** | **H3** | **H3** | **H4** | **H4** | **H5** | **H5** | **H6** | **H6** | **H7** | **H7** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Jahr** | 03 | 04 | 05 | 03 | 04 | 05 | 04 | 05 | 04 | 05 | 04 | 05 | 04 | 05 | 04 | 05 | |
| **Aufnahme-Fläche (m × m)** | 3 × 3 | 3 × 3 | 3 × 3 | 3 × 3 | 3 × 3 | 3 × 3 | 3 × 3 | 3 × 3 | 3 × 3 | 3 × 3 | 5 × 5 | 5 × 5 | 5 × 5 | 5 × 5 | 5 × 5 | 5 × 5 | |
| **Deckung (%)** | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 92 | 100 | 93 | 100 | 97 | 100 | 95 | 100 | 99 | 100 | |
| **Artenzahl** | 15 | 20 | 18 | 7 | 11 | 12 | 15 | 20 | 30 | 33 | 36 | 36 | 44 | 35 | 37 | 40 | Ü |
| **AC-KC Arrhenatheretum/Molinio-Arrhenatheretea** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Centaurea jacea* | 1 | 1 | 1 | + | 1 | r | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | x |
| *Festuca rubra* agg. | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | x |
| *Trifolium pratense* | 2 | + | + | 2 | 1 | r | + | + | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | x |
| *Holcus lanatus* | + | + | + | . | . | + | 1 | 2 | . | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | + | 2 | x |
| *Achillea millefolium* | . | r | . | . | . | . | 1 | 1 | 1 | + | . | + | 1 | 2 | 1 | + | x |
| *Plantago lanceolata* | . | . | . | . | . | . | . | 1 | + | + | 1 | 1 | + | + | + | 1 | x |
| *Poa pratensis* | . | 1 | . | . | 1 | + | 1 | . | 1 | . | . | . | 1 | 2 | + | 2 | |
| *Trifolium dubium* | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | + | 2 | + | x |
| *Cerastium holosteoides* | . | + | . | . | . | . | . | . | 1 | . | + | 1 | + | 1 | + | 1 | x |
| *Arrhenatherum elatius* | . | r | + | . | . | . | . | . | . | + | . | + | 1 | 1 | . | + | x |
| *Bromus hordeaceus* | . | . | . | . | . | + | . | + | . | + | . | + | . | + | . | 1 | |
| *Galium mollugo* agg. | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | + | . | . | + | + | + | x |
| *Leucanthemum vulgare* | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . | + | 1 | 1 | |
| *Lotus corniculatus* | r | + | + | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . | . | x |
| *Taraxacum officinale* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | + | . | + | + | x |
| *Crepis biennis* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | + | + | + | x |
| *Dactylis glomerata* | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | + | x |
| *Ranunculus acris* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | x |
| *Trisetum flavescens* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | 1 | x |
| *Carum carvi* (RL */*/3) | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | |
| *Festuca pratensis* | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| **Magerkeitszeiger/Mesobromion** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Knautia arvensis* | . | . | . | . | . | . | + | + | + | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | x |
| *Anthoxanthum odoratum* | . | . | . | . | . | . | . | + | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | x |
| *Centaurea scabiosa* | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | r | + | . | . | 1 | + | . | . | x |
| *Medicago lupulina* | . | . | r | . | . | . | . | . | 1 | 1 | . | 2 | . | 1 | . | 1 | |
| *Crepis capillaris* | . | . | + | . | + | + | . | . | . | + | . | . | . | . | . | + | x |
| *Daucus carota* | 1 | + | . | . | . | . | . | r | . | r | . | . | . | . | . | + | x |
| *Securigera varia* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | 1 | + | 1 | . | . | x |
| *Trifolium campestre* | . | . | . | . | . | . | . | r | . | + | . | 1 | + | . | . | . | |
| *Onobrychis viciifolia* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | r | + | . | 1 | . | . | . | x |
| *Trifolium arvense* | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | + | . | + | . | . | . | |
| *Bromus erectus* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | 1 | . | . | . | . | x |
| *Rumex acetosella* | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | + | . | . | . | . | . | . | |
| *Ranunculus bulbosus* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | r | |
| Begleiter | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Lolium perenne* | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 1a | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| *Cirsium arvense* | + | 1 | 1 | 1 | 1 | + | . | . | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | + | + | x |
| *Trifolium repens* | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 5 | + | + | 2 | 4 | . | 2 | 1 | 2 | . | 3 | x |
| *Vicia angustifolia* | . | + | . | . | . | . | 2 | + | 1 | + | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | x |
| *Poa trivialis* | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | + | + | . | 1 | . | + | . | . | . | . | x |
| *Elymus repens* | + | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | 1 | 1 | . | + | x |
| *Poa annua* | . | . | . | . | 1 | + | . | . | 1 | . | + | + | . | + | + | + | |
| *Silene latifolia* ssp. *alba* | . | . | . | . | . | . | . | . | + | r | + | r | 1 | + | + | + | |
| *Veronica arvensis* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | 1 | + | 1 | + | + | + | |
| *Artemisia vulgaris* | 1 | 1 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | r | . | + | + | |
| *Geranium pusillum* | . | . | . | . | . | . | 2 | . | . | + | + | r | + | . | + | . | |
| *Senecio vulgaris* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | r | + | + | + | + | |
| *Tripleurospermum perforatum* | + | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | + | r | + | + | . | |
| *Cirsium vulgare* | . | r | . | . | r | . | . | . | r | + | . | . | . | . | + | . | |
| *Senecio inaequidens* | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | + | + | . | + | . | + | . | |
| *Bellis perennis* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | 1 | + | |
| *Festuca arundinacea* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . | + | + | x |
| *Geranium molle* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | + | r | |
| *Sonchus asper* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | r | . | r | r | + | |
| *Sonchus oleraceus* | . | . | . | . | . | . | + | + | + | + | . | . | . | . | . | . | |
| *Vicia hirsuta* | . | . | . | . | . | . | . | 1 | r | . | . | . | . | . | 1 | 2 | |
| *Viola arvensis* | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | + | . | 1 | . | + | . | |
| *Agrostis capillaris* | 1 | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | x |
| *Arabidopsis thaliana* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | + | . | + | . | |
| *Capsella bursa-pastoris* | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | + | . | + | . | . | . | |
| *Vulpia myuros* | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | + | . | . | . | . | |

**Außerdem in weniger als drei Fällen als Begleiter in den Flächen vorhanden:** *Arenaria serpyllifolia* H5: 04(+) H6: 04(+), *Leontodon autumnalis* H6: 04(+) H7: 04(+), *Leontodon hispidus* H4: 04(+) 05(+), *Matricaria discoidea* H5: 04(+) H6: 04(+) *Phleum pratense* H1: 04(+) 05(+), *Rumex obtusifolius* H6: 04(+) 05(r), *Veronica persica* H5: 05(r) H6: 04(+), *Vicia sepium* H5: 04(+) H5: 05(r), *Aphanes arvensis* H5: 04(+), *Bromus sterilis* H7: 05(+), *Conyza canadensis* H6: 04(+), *Geranium dissectum* H3: 05(r), *Melilotus officinalis* H1: 03(1), *Papaver rhoeas* H5: 04(r), *Ranunculus repens* H7: 04(+), *Valerianella locusta* H6: 04(+), *Vicia cracca* H6: 05(+)

**Tabelle 3: Vegetationsentwicklung nach Einsaat von Handelssaatgut (Emschermischung). Deckungsgrad nach Braun-Blanquet (1964)**

*Table 3: Vegetation development following conventional sowing of a commercial seed blend (Emscher blend). Degree of cover after Braun-Blanquet (1964)*

| **Aufnahme-Nummer** | **E1** | **E1** | **E1** | **E2** | **E2** | **E2** | **E3** | **E3** | **E3** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Jahr** | 03 | 04 | 05 | 03 | 04 | 05 | 03 | 04 | 05 | |
| **Aufnahme-Fläche (m × m)** | 3 × 3 | 3 × 3 | 3 × 3 | 3 × 3 | 3 × 3 | 3 × 3 | 3 × 3 | 3 × 3 | 3 × 3 | |
| **Deckung (%)** | 100 | 95 | 70 | 100 | 98 | 70 | 80 | 90 | 75 | |
| **Artenzahl** | 19 | 7 | 23 | 9 | 8 | 13 | 18 | 6 | 12 | **Saatzusammensetzung (%)** |
| **AC-KC Arrhenatheretum/Molinio-Arrhenatheretea** | | | | | | | | | | |
| *Festuca rubra* agg. | 4 | 2 | 1 | 5 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 50 |
| *Centaurea jacea* | r | + | + | + | + | 1 | 1 | + | . | 1 |
| *Poa pratensis* | 1 | . | + | . | . | . | 1 | . | + | 10 |
| *Taraxacum officinale* | r | . | + | . | . | + | . | . | . | |
| *Trifolium pratense* | + | . | . | + | . | + | . | . | . | 1 |
| *Arrhenatherum elatius* | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| *Cerastium holosteoides* | . | . | + | . | . | . | . | . | . | |
| *Crepis biennis* | . | . | . | . | . | . | r | . | . | 1 |
| *Holcus lanatus* | . | . | . | . | . | . | . | . | + | |
| *Leucanthemum vulgare* | . | . | + | . | . | . | . | . | . | |
| *Plantago lanceolata* | . | . | . | . | . | . | + | . | . | |
| **Magerkeitszeiger/Mesobromion** | | | | | | | | | | |
| *Centaurea scabiosa* | + | . | r | . | . | r | . | . | . | 2 |
| *Crepis capillaris* | . | r | + | . | . | + | . | . | . | |
| *Onobrychis viciifolia* | . | . | + | + | . | . | r | . | . | 3 |
| *Knautia arvensis* | . | . | r | . | . | . | . | . | . | 3 |
| *Medicago lupulina* | . | . | . | + | . | . | . | . | . | |
| *Trifolium arvense* | . | . | + | . | . | . | . | . | . | |
| **Begleiter** | | | | | | | | | | |
| *Cirsium arvense* | 1 | + | + | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | |
| *Lolium perenne* | 2 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 2 | 2 | 2 | 22 |
| *Trifolium repens* | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | . | . | 2 |
| *Elymus repens* | 1 | . | 1 | . | 1 | + | . | 1 | 1 | |
| *Artemisia vulgaris* | . | 1 | 1 | . | + | + | . | . | + | |
| *Agrostis stolonifera* | . | . | . | . | . | . | 3 | 2 | 2 | |
| *Conyza canadensis* | 1 | . | r | . | . | . | + | . | . | |
| *Poa annua* | 1 | . | . | 1 | . | . | . | . | 1 | 5 |
| *Poa trivialis* | . | . | . | . | . | + | 1 | . | 1 | |

**Außerdem in weniger als drei Fällen als Begleiter in den Flächen vorhanden:** *Bellis perennis* E1: 05(r) E2: 04(r), *Lolium multiflorum* E1: 03(2) E3: 03(+), *Ranunculus repens* E3: 03(2) 05(+), *Silene latifolia* ssp. *alba*, E1: 03(1) 05(r), *Tripleurospermum perforatum* E1: 05(r) E3: 03(1), *Vicia villosa* E1: 03(+), E1: 05(2), *Calystegia sepium* E3: 05(+), *Geranium molle* E1: 05(+), *Hypericum perforatum* E3: 03(r), *Matricaria recutita* E1: 03(+), *Phleum pratense* E2: 05(+), *Plantago major* E3: 03(1), *Rumex obtusifolius* E3: 03(r), *Sonchus oleraceus* E1: 05(r), *Vicia angustifolia* E1: 03(r), *Viola arvensis* E1: 03(r)

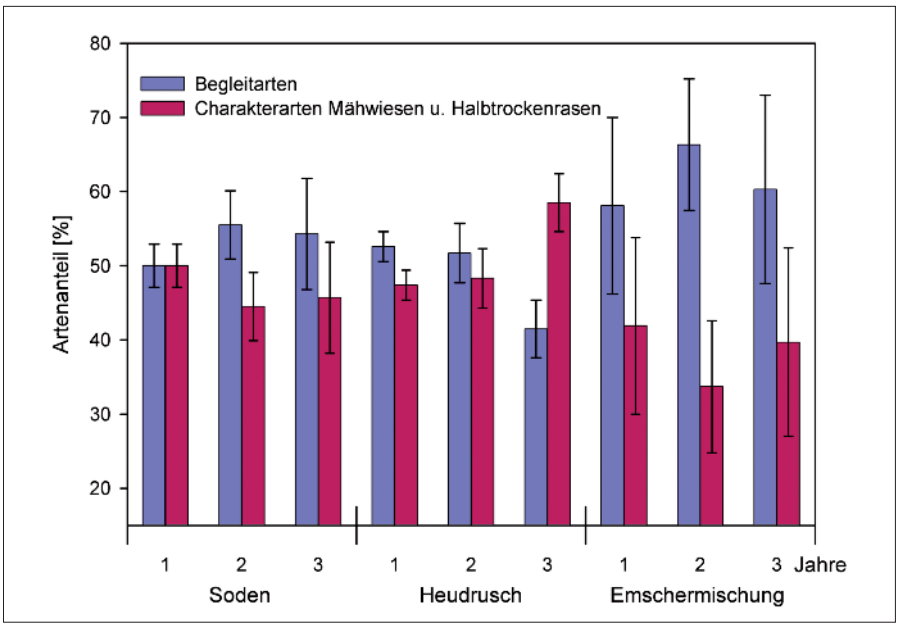


***Abb. 4:*** *Verhältnis von Charakter- und Differenzialarten der Mähwiesen und Halbtrockenrasen zu Begleitarten bei 3 verschiedenen Begrünungsmethoden in den ersten 3 Jahren nach der Aussaat*

*Fig. 4: Proportions of character species plus differential species on the one hand, and companions on the other, of hay meadows and semi-dry grasslands resulting from different revegetation methods in the first 3 years after sowing*

## 5 Diskussion und Ausblick

Bezüglich der ingenieurbiologischen Wirkung konnten mehrere Autoren nachweisen, dass die beste Erosionsfestigkeit allgemein durch artenreiches Extensivgrünland mit einem hohen Naturschutzwert gewährleistet wird (Molder 1995; Liebrand 1999; Husicka 2003). Auf Deichen am Niederrhein konnten neben 23 gefährdeten Arten 74 weitere, im Rückgang begriffene Sippen erfasst werden (Husicka u. Schulte 1999). Die bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, dass Begrünungen durch Sodenübertragung und Heudruschverfahren geeignet sind, wertvolle, artenreiche Bestände auf Flussdeichen zu etablieren. Während mit der Sodenübertragung reife, stabile Bestände der salbeireichen Glatthaferwiese und des Stromtal-Halbtrockenrasens mit zahlreichen seltenen Arten weitgehend vollständig übertragen werden können, bietet das Heudruschverfahren die Chance, bei geringerem Aufwand weite Teile des Arteninventars der Spenderflächen auf geeigneten Empfängerflächen mit viel versprechendem Entwicklungspotenzial in Richtung der trockenen Glatthafer-

**Abb. 5:** *Flächen, die per Sodenverpflanzung begrünt wurden, zeigten bereits im ersten Jahr nach der Verpflanzung eine dichte und den artenreichen Spenderflächen sehr ähnliche Vegetation mit Arten der mageren Glatthaferwiesen und Halbtrockenrasen.* *(Foto: S. Egeling)*

*Fig. 5: Sites revegetated by transplantation of sods already displayed in the first year a dense vegentation very similar to that of the species-rich donor sites, with species characteristic of nutrient-poor Arrhenateretum elatioris associations and semi-dry grassland.*

**Abb. 6:** *Die mit autochthonem Heudruschmaterial begrünten Flächen zeigten eine gute Vegetationsdichte. Die Deckung der Magerkeitszeiger war zwar etwas geringer als in den mit Sodenverpflanzung begrünten Flächen aber weitaus höher als in den Flächen, die mit Handelssaatgut eingesät worden waren.* *(Foto: U. Schmitz)*

*Fig. 6: The areas revegetated with autochthonous hay threshing material using the Heudrusch method displayed good vegetation density. Cover with species characteristic of nutrient-poor sites was albeit slightly lower than on areas to which sods had been transplanted, but far higher than on areas on which a commercial seed blend had been sown.*

**Abb. 7:** *Deutlich erkennbar ist die im Vergleich zu den beiden anderen Begrünungsverfahren weniger differenzierte, artenärmere Vegetation, die aus der Einsaat mit Handelssaatgut (Emschermischung) hervorgegangen ist.* *(Foto: S. Egeling)*

*Fig. 7: Sowing a commercial seed blend (Emscher blend) clearly produced a less differentiated and less species-rich vegetation compared to the other two methods.*

wiese zu etablieren. Beide Verfahren verwenden dabei lokales Pflanzenmaterial und verfälschen nicht die Flora. Auch die auf den Soden- und Heudruschflächen beobachtete Schmetterlingsfauna weist auf den hohen Naturschutzwert der Bestände hin. Die mit Handelssaatgut begrünten Flächen enthalten vergleichsweise nur wenige seltene Arten, der Bestand ist lückiger, und die Entwicklung in Richtung einer Glatthaferwiese mit wertvollerem Arteninventar vollzieht sich hier nur sehr zögerlich. Darüber hinaus handelt es sich um einen Bestand, der überwiegend züchterisch beeinflusstem Handelssaatgut ungewisser Herkunft entstammt. Nicht nur aus Sicht der Erosionsfestigkeit ist eine Begrünung mit Handelssaatgut in der Konsequenz deshalb bisher das am wenigsten geeignete Verfahren.

Berücksichtigt man die Ergebnisse früherer Untersuchungen zur Erosionsfestigkeit verschiedener Grünlandgesellschaften (Molder 1995; Liebrand 1999; Husicka 2003) und zieht zudem den Deckungsgrad der Vegetation auf den untersuchten Parzellen heran, so kann postuliert werden, dass sowohl mit der Sodenübertragung als auch mit dem Heudruschverfahren – trotz eines projektbedingten, ungünstigen Verhältnisses von Spender- zu Empfängerfläche – eine auch ingenieurbiologischen Anforderungen gerecht werdende Vegetation etabliert werden konnte. Der weitaus artenärmere und lückigere Bestand auf den mit Emschermischung begrünten Flächen dürfte in dieser Hinsicht hinter den Anforderungen an den Erosionsschutz zurückbleiben. Artenreiche Bestände mit hohem Deckungsgrad und hohem ingenieurbiologischem Wert sind mit dem hier eingesetzten Handelssaatgut nicht ohne weiteres zu realisieren.

Das Heudruschverfahren stellt somit insgesamt eine kostengünstigere Alternative zu der aufwändigeren und damit kostenintensiven Methode der Sodenverpflanzung dar, solange keine technisch und wirtschaftlich bessere Lösung zur großflächigen maschinellen Sodenübertragung entwickelt wird. Die wesentlich teurere Sodenverpflanzung dürfte in den meisten Fällen – vor allem auf größeren Flächen – bislang wohl finanziell nicht realisierbar sein. Sowohl in vegetationskundlicher als auch in ökonomischer Hinsicht wäre eine Kombination beider Begrünungsverfahren empfehlenswert, wobei mehrere kleine Inseln mit Sodenübertragung in großen, mit Heudrusch-Saatgut zu begrünenden Flächen für eine Impfung mit Edaphon, Sporenpflanzen und mit dem Druschgut schwer zu übertragenden Arten sorgen würden. Als Bewirtschaftungsmaßnahme wird aus vegetationskundlicher Sicht eine zweischürige Mahd empfohlen (erster Schnitt Mitte bis Ende Juni, zweiter Schnitt Ende August, Abtransport des Mahdguts). Die zum Untersuchungszeitpunkt noch recht hohen Anteile an Ruderalarten sowie die Anteile von *Lolium perenne* und *Festuca rubra* werden zu Gunsten der Wiesenarten erfahrungsgemäß immer stärker zurückgehen, was mit weiteren Untersuchungen der eingerichteten Dauerflächen dokumentiert werden soll. Prinzipiell ist die Übertragung dieser Ergebnisse und Empfehlungen auch auf andere Bereiche als den Deich- und Wasserbau möglich, z. B. den Verkehrswege-, Landschafts-, Berg- und Deponiebau. Im Verkehrswegebau gibt es bereits umfangreiche und positive Erfahrungen bei der Begrünung mit autochthonem Saatgut (Engelhardt 2000; Schwab et al. 2002).

## 6 Zusammenfassung

Weltweit schwinden Arten und ganze Biozönosen in alarmierendem Ausmaß. Vor diesem Hintergrund gewinnen Verfahren zur Begrünung und Rekultivierung beeinträchtigter Landschaftselemente mit einheimischen und standorttypischen Pflanzen und Pflanzengesellschaften zunehmend an Bedeutung. Besonders im Hochwasserschutz muss die Vegetation aber nicht nur ökologischen, sondern auch ingenieurbiologischen (erosionsschutztechnischen) Anforderungen genügen. Im Zuge einer Deich-

rückverlegung bei Monheim am Rhein (Kreis Mettmann) wurde der Deichneubau mittels dreier unterschiedlicher Verfahren begrünt: 1. Verpflanzung von Soden vom alten auf den neuen Deich, 2. Heudrusch®-Verfahren mit autochthonem Saatgut von nah gelegenen Spenderflächen sowie 3. übliche Grünlandeinsaat mit Handelssaatgut (Emschermischung). Die jeweilige Vegetationsentwicklung wurde anhand von Dauerflächen untersucht. Die schnellste und artenreichste Begrünung ergab die allerdings recht teure Sodenverpflanzung, während die Einsaat mit Handelssaatgut die artenärmsten und lückigsten Bestände bildete. Eine mittlere Stellung zwischen den beiden anderen Methoden nahm das Heudrusch®-Verfahren ein, das trotz relativ günstiger Kosten eine recht hohe Artenvielfalt und eine gute Bestandsdichte ergab.

## Summary

Against the backdrop of the alarming worldwide loss of species and biocoenoses, revegetation methods using autochthonous plants and plant communities and those typical of the landscape elements in question are gaining importance. With regard to flood protection, vegetation has to prevent erosion besides its ecological function. In connection with the dike relocation near Monheim am Rhein (Mettmann district, Germany), the new dike was revegetated using three different methods: 1. Transplantation of meadow sods from the old dike to the new dike, 2. the Heudrusch™ hay threshing method using autochthonous seed from nearby donor sites, 3. conventional sowing of a commercial seed blend (Emscher blend). The respective vegetation was surveyed by permanent plots. The fastest and most diverse vegetation cover resulted from the expensive transplantation of meadow sods, while the vegetation that resulted from conventional sowing exhibited the lowest density and the lowest diversity. Intermediate results show that the Heudrusch™ hay threshing method delivers relatively high diversity and density at moderate cost.

## 7 Literatur

Bloemer, S. (2000): Böschungssicherung durch Extremflächenbegrünung: Hydraulische Nassansaat an der ICE-Neubaustrecke Köln – Rhein/Main. In: Jahrbuch 9 der Gesellschaft für Ingenieurbiologie e. V.: Ingenieurbiologie – Sicherung an Verkehrswegeböschungen: 393 – 406.

Bloemer, S. (2004a): Autochthon begrünen: Der Einsatz von autochthonem Saatgut bei Begrünungen in der freien Landschaft bringt klare Vorteile. bi-GaLaBau 5/2004: 21 – 24.

Bloemer, S. (2004b): Begrünungserfolg mit autochthonem (gebietseigenem) Saatgut. Steinbruch und Sandgrube 97: 14 – 17.

Bloemer, S.; Engelhardt, J. u. Schmitz, U. (2005): Optimierung des Erosionsschutzes und ökologischen Wertes von Flussdeichen am Beispiel des neuen Rheindeichs im Monheimer Rheinbogen. Wasser und Abfall (mit Wasser & Boden) 7 (1–2): 19 – 24.

Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. 3. Aufl. Springer. Wien – New York. 865 S.

Dudler, H.; Kinkler, H.; Lechner, R.; Retzlaff, H.; Schmitz, W. u. Schumacher, H. (1999): Rote Liste der gefährdeten Schmetterlinge (*Lepidoptera*) in Nordrhein-Westfalen. 3. Fassung. In: LÖBF/LAfAO NRW (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Nordrhein-Westfalen. 3. Fassung. LÖBF-Schriftenreihe 17: 575 – 626.

Engelhardt, J. (2000): Das Heudrusch®-Verfahren im in-genieurbiologischen Sicherungsbau. In: Jahrbuch 9 der Gesellschaft für Ingenieurbiologie e. V. 2000: Ingenieurbiologie – Sicherung an Verkehrswegeböschungen: 165 – 174.

Hiller, A.; Hacker, E.; Prasse, R. u. Rode, M. (2004): Das Regiosaatgut-Konzept – Bereitstellung von herkunftstreuem Wildpflanzensaatgut für Begrünungen in der freien Landschaft. In: BfN/Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Treffpunkt Biologische Vielfalt IV. Landwirtschaftsverlag. Münster: 109 – 114.

Husicka, A. (2003): Vegetation, Ökologie und Erosionsfestigkeit von Grasnarben auf Flussdeichen am Beispiel der Rheindeiche in Nordrhein-Westfalen. Dissertationes Botanicae 379. Cramer. Berlin – Stuttgart. 194 S.

Husicka, A. u. Schulte, G. (1999): Flussdeiche – Lebensräume zur Erhaltung und Reaktivierung der biologischen Vielfalt in den Auen? LÖBF-Mitteilungen (Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten/Landesamt für Agrarordnung Nordrhein-Westfalen) 1/1999: 38 – 46.

Knörzer, K.-H. (1960): Die Salbeiwiesen am Niederrhein. Mitt. d. Flor.-soz. Arbeitsgemeinschaft, N. F. 8: 169 – 180.

Korneck, D.; Schnittler, M. u. Vollmer, I. (1996): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. In: BfN/Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands. Schriftenreihe für Vegetationskunde 28: 21 – 187.

Liebrand, C. (1999): Restoration of species-rich grasslands on reconstructed river dikes. Agricultural University. Wageningen. 217 S.

Molder, F. (1995): Vergleichende Untersuchungen mit Verfahren der oberbodenlosen Begrünung unter besonderer Berücksichtigung areal- und standortbezogener Ökotypen. Boden und Landschaft 5. 235 S.

Petit, R. J. (2004): Biological invasions at the gene level. Diversity and Distributions 10: 159 – 165.

Rennwald, E./Hrsg. (2000): Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands mit Anmerkungen zur Gefährdung. Schriftenreihe für Vegetationskunde 35: 393 – 592.

Schwab, U.; Engelhardt, J. u. Bursch, P. (2002) Begrünungen mit autochthonem Saatgut. Ergebnisse mit dem Heudrusch®-Verfahren auf Ausgleichsflächen. Naturschutz und Landschaftsplanung 37 (11): 346 – 354.

Stadt Monheim am Rhein/Hrsg. (ohne Jahresangabe): Deichrückverlegung Monheimer Rheinbogen. Informationsbroschüre der Stadt Monheim, Fachbereich 3.2.3.5, Deich- und Hochwasserschutzanlagen. 8 S.

Treiber, R. u. Nickel, E. (2002): Gräser und Kräuter am richtigen Ort. Begrünung mit regionalem Samenmaterial als Beitrag zur Erhaltung der naturraumeigenen Pflanzenarten und genetischen Typen. Landesanstalt für Naturschutz (Hrsg.), Fachdienst Naturschutz, Naturschutz-Info 2/2002, Merkblatt 6. Karlsruhe. 4 S.

Verbücheln, G.; Hinterlang, D.; Pardey, A.; Pott, R.; Raabe, U. u. Van de Weyer, K. (1995): Rote Liste der Pflanzengesellschaften in Nordrhein-Westfalen. LÖBF-Schriftenreihe Bd. 5. Recklinghausen. 318 S.

Wisskirchen, R. u. Haeupler, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Ulmer. Stuttgart. 765 S.

Wolff-Straub, R.; Büscher, D.; Diekjobst, H.; Fasel, P.; Foerster, E.; Götte, R.; Jagel, A.; Kaplan, K.; Koslowski, I.; Kutzelnigg, H.; Raabe, U.; Schumacher, W. u. Vanberg, C. (1999): Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen (*Pteridophyta* et *Spermatophyta*) in Nordrhein-Westfalen. 3. Fassung. In: LÖBF/LafAO NRW (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Nordrhein-Westfalen, 3. Fassung. LÖBF-Schriftenreihe 17: 75 – 172.

## Danksagung

Für persönliches Engagement und professionelle Unterstützung bei der Durchsetzung und Realisierung der Heudrusch®-Begrünung bedanken wir uns herzlich bei Frau Dipl.-Biol. Elke Löpke von der Biologischen Station Urdenbacher Kämpe e. V. sowie der Schulze Ingenieur GmbH, Düsseldorf.

**Dr. Ulf Schmitz**
**• Korrespondierender Autor •**
**Ökologische Landschaftsanalyse und Naturschutzplanung**
**Werstener Dorfstraße 27**
**40591 Düsseldorf**
**Tel.: (02 11) 75 02 10**
**Fax: (02 11) 6 00 96 88**
**E-Mail: mail@ulfschmitz.de**

Geb. 1966; Studium der Biologie an der Universität Düsseldorf, seit 1986 freier Mitarbeiter bei Planungsbüros, Umweltbehörden und Biologischen Stationen, seit 1997 Gründung des eigenen Planungsbüros. Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Abteilung Geobotanik der Uni Düsseldorf im Rahmen des BMBF-Projektes BIOLOG (Biodiversität und Globaler Wandel), Schwerpunkte Auenvegetation, Biologische Invasionen. Preisverleihung des Albert-Steeger-Stipendiums 2005 für seine Promotion über neophytische *Amaranthaceae* und *Chenopodiaceae*.

**Stephan Bloemer, M. A. (Geograph)**
**Bender GmbH & Co. KG**
**(Rekultivierung, Ingenieurbiologie)**
**Niederlassung Düsseldorf**
**Henkelstraße 282**
**40599 Düsseldorf**
**Tel.: (02 11) 2 39 77 01**
**Fax: (02 11) 7 00 61 73**
**E-Mail:**
**bloemer@rekultivierungen.de**

Geb. 1964; Studium der Geographie an der Universität Düsseldorf, 1990 – 1997 Wissenschaftlicher Angestellter bei der Trautmann GmbH, Essen, Abteilung für Bodenökologie und Umweltbewertung, 1997 – 1998 Geschäftsführer der pro-Nature GmbH, Mülheim/Ruhr, 1998 – 2005 Wissenschaftlicher Berater und Projektmanager bei der Firma Recutec GmbH, Zeitlarn, seit 2001 Leiter der Niederlassung Düsseldorf, seit Mai 2005 Wissenschaftlicher Berater und Projektmanager bei der Firma Bender GmbH & Co. KG, Rabenau, zugleich Leiter der Niederlassung Düsseldorf.

**Dipl.-Biol. Stefanie Egeling**
**Biologische Station**
**Urdenbacher Kämpe e. V.**
**Haus Bürgel**
**Urdenbacher Weg**
**40789 Monheim/Rhein**
**Tel.: (02 11) 99 61-2 12**
**Fax: (02 11) 99 61-2 13**
**E-Mail: stefanie.egeling@bs-uk.de**

Geb. 1964, Studium der Biologie an der Universität Düsseldorf. Seit 1995 Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Biologischen Station Urdenbacher Kämpe e. V., Arbeitsschwerpunkte in den Bereichen Monitoring, Vegetationskunde, Umweltbildung.