

Fraß- und Raumnutzungseffekte bei Rinderbeweidung in halboffenen Weidelandschaften: Leitbildflächen und Restitutionsgebiete im Emsland (Niedersachsen)

von Michael Stroh, Anselm Kratochwil und Angelika Schwabe

Abstract

Habitat utilisation and impact of cattle grazing in semi-open pasture landscapes in target and restitution areas in the Emsland region (Lower Saxony)

In the Emsland region the impact of cattle grazing on the vegetation of semi-open pasture landscapes was studied by enclosure experiments and a raster-based analysis (50-m spacing) of grazing pressure. The enclosure experiment refers to inland sand dune complexes, whereas the raster-based analysis comprises the whole vegetation mosaic of the open pasture landscape (grazed sand dunes, fresh and moist pasture habitats). Both approaches were undertaken in target and newly restored areas. For the enclosure experiment a set of grazed plots was fenced and the cattle excluded in the target area in the year 2000. There were only slight changes in the floristic composition of the studied sand vegetation (*Spergulo-Corynephorum* and *Diantho-Armerietum*) in the 4-year period. Especially the moss *Ceratodon purpureus* and the grass *Festuca filiformis* show higher population dynamics in the grazed plots. We expect this "lag period" to be followed by stronger effects of floristic change in the coming years.

According to the results of the raster-based analysis (which used phytosociological relevés carried out yearly and a special grazing-pressure evaluation: three times a year) cattle generally prefer plant species of moist to fresh or not too dry grasslands in the studied vegetation mosaic (e.g. species of *Lolio-Cynosur-*

etum, but also of *Diantho-Armerietum* and *Agrostis capillaris*-community). Preferred species were: *Agrostis capillaris*, *A. stolonifera*, *Alopecurus geniculatus*, *A. pratensis*, *Bidens frondosa*, *Cerastium arvense*, *Dactylis glomerata*, *Elymus repens*, *Holcus lanatus*, *Juncus effusus*, *Poa pratensis* and *Rorippa palustris*. Target species of the *Spergulo-Corynephorum* are not preferred but the open dune structures had a function as "wellness" places (wind influence causes lower densities of Diptera).

This basal preference list is modified mainly by three aspects: 1. stocking density, 2. ratio between moist, fresh and dry grassland in the vegetation mosaic, 3. specific weather conditions during a given year. Although all investigation areas were extensively grazed by cattle, there were differences in the stocking densities (counted for May to October): target area with 0.7-0.8 livestock units/ha, restoration areas "Hammer Schleife" with 0.6 livestock units/ha and "Wester Schleife" with 0.9 livestock units/ha. In the case of the target area all vegetation types were grazed, including the sand dune complexes. In the case of the restoration areas (which currently have more fresh and moist grassland than the target area) the sand ecosystems were sufficiently grazed in the "Wester Schleife", with 0.9 livestock units/ha, but not in the area "Hammer Schleife". Therefore in the case of dominance of fresh/moist grassland the stocking density should be increased to 0.9 in the area "Hammer Schleife". In future it is expected that both restoration areas may change their vegetation

mosaic more and more by accumulation of fluvial sand (as already happened in winter 2002/03); the stocking density has then to be adapted to the value of the target area.

The faeces are more or less homogeneously distributed in the area and do not correlate with the sites of high grazing pressure, which guarantees the dispersal of endozoochorous species throughout vegetation mosaic.

1 Einführung

Beweidung hat nicht nur eine sukzessionsretardierende Wirkung an potentiell waldfähigen Standorten, sondern sie führt zu spezifischen Ausprägungen der Vegetationsstruktur (z. B. räumliche Anordnung der vertikalen und horizontalen Phytomasse; phänologische Erscheinungen) und der Textur der Vegetation (Artenzusammensetzung, Lebensformen u.a.); s. z.B. DUPRÉ & DIEKMANN (2001). Durch das spezifische und selektive Fraßverhalten der Weidetiere werden einzelne Pflanzenarten, die von den Tieren wenig nutzbar (z. B. Rosettenpflanzen, Pflanzenarten mit tiefliegenden Vegetationspunkten s. BUTTENSCHÖN & BUTTENSCHÖN 1982a) und bewehrt sind, oder aufgrund von Inhaltsstoffen schlecht schmecken oder toxisch wirken (PFISTER et al. 1996; BROWN & MOLYNEUX 1996; ANDERTON et al. 1999), in ihrer Dominanz gefördert, andere wiederum als begehrte Fraßpflanzen gezielt und intensiv aufgenommen und in ihrer Biomasse stark dezimiert (s. z. B. BUTTENSCHÖN & BUTTENSCHÖN 1982a; NOY-MEIR et al. 1989; Übersicht in KRATOCHWIL & SCHWABE 2001). Manche Pflanzenarten sind in der Lage, Phytomasse in größerem Umfang nach einer Beweidung wieder aufzubauen (kompensatorisches Wachstum, s. z. B. BELSKY et al. 1993; LENNARTSON et al. 1998; HUHTA et al. 2000a, 2000b). Die Wirkung der Herbivorie durch Weidetiere auf die Phytodiversität wird sehr unterschiedlich beurteilt, abhängig z.B. von Weidetier, Beweidungsdruck, Pflanzengesellschaft, und Klima (OLFF & RITCHIE 1998); je nach Produktivität der Standorte kann die Phytodiversität unter Beweidung erhöht oder erniedrigt werden (MILCHUNAS & LAUENROTH 1993; OLFF & RITCHIE 1998;

PROULX & MAZUNDER 1998). Hinzu kommt, dass sich über die Fraßselektivität die Wettbewerbssituation der Pflanzenarten untereinander (z. B. Konkurrenz um Licht) verändert und es sekundär zur Förderung bestimmter Pflanzenarten kommen kann (MILCHUNAS et al. 1988; BELSKY 1992).

Endozoochore Pflanzenarten breiten sich über Faeces aus (MALO & SUAREZ 1995; DAI 2000; BAKKER & OLFF 2003; TRABA et al. 2003), wobei die Überlebensrate der Diasporen mit ihrer Größe korreliert (PAKEMAN et al. 2002). BAKKER (2003) fand in 15 Dungproben von Rindern 20 Pflanzenarten und ca. 5600 Keimlinge. Insofern ist die Faecesverteilung auf der Fläche z.B. unter ausbreitungsbiologischen Gesichtspunkten zahlreicher Pflanzenarten von großer Bedeutung. Aufgrund der Länge des Verdauungstraktes verbleiben bei größeren Herbivoren die Diasporen auch längere Zeit im Körper, was eine größere Ausbreitungsstrecke gewährleistet (DEMENT & VAN SOEST 1985).

Nach einer allgemeinen Charakterisierung des Weideverhaltens von Rindern sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- Wie wirkt sich eine Beweidung bzw. Nicht-Beweidung nach einem Zeitraum von vier Jahren aus?
- Wie ändert sich die Vegetationsdeckung einzelner Pflanzenarten während der jährlichen Beweidungsperiode im Vergleich zu nicht beweideten Beständen?
- Welche minimale Vegetationshöhe kann von den Rindern noch genutzt werden?
- Welche Fraßpräferenzen zeigen die Rinder im Untersuchungsgebiet?
- Welche Vegetationstypen werden von Rindern bevorzugt für die Nahrungsaufnahme aufgesucht?
- Welchen Einfluss hat die Besatzdichte der Rinder auf die räumliche Verteilung der Fraßschwerpunkte im Gebiet?
- Wie verteilen sich die Faecesdepositionen in den verschiedenen Untersuchungsgebieten und koinzidieren die Bereiche erhöhter Nahrungsaufnahme mit Gebieten vermehrter Faecesdeposition?

Fragen zur Vegetationsentwicklung beweideter und unbeweideter Sand-Ökosysteme und ihrer Kontaktvegetation in Leitbild- und Restitutionsflächen behandeln wir in einer eigenen Arbeit (STROH & KRATOCHWIL 2004). Dort publiziert ist auch eine pflanzensoziologische Tabelle mit den Artenvorkommen und -deckungen in den einzelnen Untersuchungsflächen.

2 Zum Weideverhalten von Rindern

Rinder sind wie die Stammform, der Ur oder Auerochse (*Bos primigenius*), mit hoher Wahrscheinlichkeit ursprünglich Ökotonbewohner mit einer Habitatpräferenz für lichte Laubwald-Vegetationskomplexe (BENECKE 1994). Aufgrund des Fehlens von Schneidezähnen im Oberkiefer können Rinder das Futter nicht abbeißen, sondern sie ziehen es mit der Zunge drehend in das Maul, drücken es dann an die „Kauplatte“ des Oberkiefers und quetschen, rupfen oder reißen es dadurch ab (KLAPP 1971; FRASER 1978) (Foto 1). Sie werden oft als Generalisten-Herbivore eingestuft (VESK & WESTOBY 2001), wobei auch Pflanzenarten geringerer Nahrungsqualität (manche dominante Grasarten) genutzt werden (BERENDSE 1985); Rinder können jedoch stark in ihrer Nahrungswahl selektieren (WESTOBY 1974; OWEN-SMITH & NOVELLIE 1982; WILSON & HARRINGTON 1984). Allgemein wird darauf hingewiesen, dass sich Schafe im Nahrungserwerb gezielter und spezifischer verhalten als Rinder. Schafe bevorzugen zumeist krautige vor grasartigen Pflanzenarten (SÜSS 2004).

Nach WILLIAMS et al. (1974) wählen Rinder bevorzugt Gräser und nehmen dadurch entsprechend viel Cellulose auf (COOK et al. 1967). BUTTENSCHÖN & BUTTENSCHÖN (1982a) erwähnen, dass *Carex*-Arten im Allgemeinen gemieden werden; dies kann von uns nicht bestätigt werden. Manche Grasarten werden besonders bevorzugt, z.B. *Agrostis capillaris* (BUTTENSCHÖN & BUTTENSCHÖN 1982a), dies entspricht auch unseren Beobachtungen, wobei jedoch die nah verwandte Art *Agrostis vinealis* gemieden wird (KRATOCHWIL et al. 2002). Geschmack, Oberflächenstrukturen, Rohfasergehalt und andere Faktoren können für eine spezifische

Pflanzenarten-Wahl entscheidend sein (BUTTENSCHÖN & BUTTENSCHÖN 1982b). Rinder nehmen nach unseren Beobachtungen sehr häufig auch krautige Pflanzen auf, insbesondere Leguminosen; sie nutzen jedoch auch wenig hochwertige Nahrung (ANDERSON & BRISKE 1995; BERENDSE 1985). NOY-MEIR et al. (1989) betonen, dass eine Nahrungsselektivität bei Rindern von der Vegetationsdichte und der Vegetationshöhe abhängt. Je dichter und höher die Vegetation, um so schwieriger ist es für Rinder zu selektieren.

Als Nahrung werden von Rindern neben Kräutern und Gräsern gerne auch Gehölze angenommen. So wurde auf Extensivweiden im Schwarzwald von den relativ ursprünglichen Hinterwäldern Rindern bevorzugt Buchenjungwuchs gefressen (SCHWABE & KRATOCHWIL 1987). WÜNSCHMANN (1968) weist darauf hin, dass bei Rindern neben Gräsern und Kräutern auch Laub, Knospen, Triebe und Rinde von Bäumen und Sträuchern zur Hauptnahrung gehören. Ähnliches beobachtete auch SCHLOETH (1961) bei den recht ursprünglichen Camargue-Rindern. Sogar bewehrte Sträucher wie Weißdornarten (*Crataegus monogyna*, *C. oxyacantha*) oder Schlehe (*Prunus spinosa*), die oft als „Fremdschutz“ für das Aufwachsen von unbewehrten Bäumen in Hudelandschaften angesehen werden (BURRICHTER et al. 1980), werden häufig befressen.

Rinder zeigen unter relativ naturnahen Bedingungen ein sehr spezifisches selektives Futterverhalten, wobei sich die Selektivität auch auf bestimmte Wuchsstadien von Pflanzen, bestimmte Pflanzenteile oder Pflanzenarten beschränken kann (HAFEZ & SCHEIN 1962). Jahreszeitliche Aspekte spielen ebenfalls eine Rolle. Hierbei sind nicht nur spezifische Geschmackspräferenzen das Entscheidende, sondern eine gezielte Nahrungsaufnahme erfolgt auch zur Deckung des essentiellen Nährstoff- und Spurenelemente-Bedarfs („spezifischer Appetit“, „Medizinieren“; FRASER 1978). Von besonderer Bedeutung für Wiederkäuer ist ein Rohfasergehalt der Nahrung von 18 bis 20 % Trockengewicht (HELFFERICH & GÜTTE 1972; BOGNER & GRAUVOGL 1984) bzw. 20 bis 25 % (MÄHRLEIN 2004) und ein Rohproteingehalt zwischen 15 und 20 % (MÄHRLEIN 2004).

3 Untersuchungsgebiet

Als Leitbildfläche einer über lange Zeiträume kontinuierlich beweideten Hude-landschaft diente das Naturschutzgebiet „Sandtrockenrasen am Biener Busch“ bei Lingen/Ems (7°15' O, 52°34' N) mit flussnahen Weidegebüsch-Zonen, großflächigen Flutrasen und Silbergrasfluren (*Spergulo vernalis-Corynephorum canescentis typicum* und *S.-C. cladonietosum*) sowie kleinflächigen Heidenelken-Fluren (*Dianthus deltoidis-Armerietum elongatae*). 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' W). Im Rahmen des Erprobungs- und Entwicklungsvorhabens „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 im Jahr 2001 wiederhergestellt und im selben Jahr mit Pflanzenmaterial aus der oben genannten Leitbildfläche nach der Inokulationsmethode beimpft werden (STROH et al. 2002; SCHWABE et al. 2002; KRATOCHWIL et al. 2004; SCHWABE et al. 2004; STROH et al. submitted). Eine ausführliche Charakterisierung der Untersuchungsgebiete geben REMY & ZIMMERMANN (2004).

4 Material und Methoden

Zur Überprüfung des Einflusses einer Nicht-Beweidung auf den Leitbild- und Restitutionsflächen wurden 11 Weideausschluss-Flächen einschließlich daneben liegender beweideter Referenzflächen eingerichtet (Leitbildflächen: 4 Exclosures je 144 m², 1 Exclosure: 130 m²; ehemalige mit kommerziellem Saatgut begrünete Ackerbrache-Flächen: 2 Exclosures je 144 m²; Restitutionsflächen: 1 Exclosure 450 m², 1 Exclosure 288 m², 2 Exclosures je 120 m²). Die Dokumentation der Unterschiede in der Vegetationsentwicklung erfolgte durch Vegetationsaufnahmen auf 25 m² nach BARKMAN et al. (1964). Zur kleinräumigen jahreszeitlichen Analyse

des Beweidungseinflusses wurden innerhalb und außerhalb der Exclosures vom 14.04.–18.9.2002 in vierzehntägigem Abstand (12 Termine) in je 3 Flächen (Größe 30 cm x 100 cm) Vegetationsaufnahmen nach der Skala von BARKMAN et al. (1964) erhoben. Zur Mittelwert-Berechnung wurden die Artmächtigkeitswerte durch Prozentzahlen ersetzt (vgl. DIERSCHKE 1994).

Die Charakterisierung der vertikalen Vegetationsstruktur unter Beweidung und Nicht-Beweidung erfolgte mit der VESTA-Methode (Vertical Vegetation Structure Analysis) über Digitalfotografie und Auswertung mit dem Programm SIDELOOK (ZEHM et al. 2003).

Darüber hinaus wurde in allen Untersuchungsflächen ein rasterbezogenes, georeferenziertes Netz von Markierungspunkten mit 50 m Kantenlänge angelegt, einerseits zur großflächigen Erfassung der Vegetationsdynamik (nach BARKMAN et al. 1964) auf 80 m² großen Flächen, andererseits zur Analyse der Fraßintensität unter Rinderbeweidung und der Faecesdeposition („Biener Busch“ n = 36 Rasterpunkte, „Hammer Schleife“ n = 192 Rasterpunkte, „Wester Schleife“ n = 73 Rasterpunkte).

Für die Analyse der Fraßintensität wurde der 6-teilige Schlüssel von STROH et al. (2002) verwendet (Fraßintensität 0 = 0 %, 1 = 1-5 %, 2 = 6-25 %, 3 = 26-50 %, 4 = 51-75 %, 5 = 76-99 %, 6 = 100 % gefressene Phytomasse). Die Aufnahmen zur Fraßintensität der Rinder fanden jeweils in der 34., 40. und 44. Kalenderwoche statt. Für die Kartendarstellungen wurde der Endwert der 44. Kalenderwoche zugrundegelegt. Die Faecesdeposition wurde in dm² „Faeces-bedeckte Fläche“ auf den Rasterflächen erhoben. Hier liegen Werte der 40. und 44. Kalenderwoche des Jahres 2002 vor; auch hier wurde der Endwert der 44. Woche für die Berechnungen genutzt.

Die statistische Analyse erfolgte mit gemischten linearen Modellen (Programm SAS 8.2; LITTELL et al. 2000) und dem U-Test nach WILCOXON, MANN & WHITNEY.

5 Ergebnisse

5.1 Pflanzenarten-Deckung im Exclosure-Ansatz auf Leitbildflächen: 2000–2003

Unter den in den hier berücksichtigten Untersuchungsflächen vorkommenden Pflanzenarten (n = 105, davon ca. 60 Arten mit höherer Stetigkeit und Abundanz; s. Vegetationstabelle in STROH & KRATOCHWIL 2004) zeigen 14 Arten Unterschiede in den Deckungen zwischen den beweideten und nicht mehr beweideten Flächen (*Agrostis capillaris*, *A. vinealis*, *Carex arenaria*, *Ceratodon purpureus*, *Corynephorus canescens*, *Dianthus deltoides*, *Festuca rubra*, *F. filiformis*, *Holcus lanatus*, *Hypochaeris radicata*, *Leontodon saxatilis*, *Ranunculus bulbosus*, *Trifolium campestre*, *T. dubium*). Für nur vier Arten davon lässt sich eine signifikante Reaktion auf Beweidung bzw. Nicht-Beweidung nach 4-jährigem Weideausschluss nachweisen. Dies gilt besonders für das akrokarpe Gipfelmoos *Ceratodon purpureus* (hoch signifikante Unterschiede in Hinblick auf Beweidung bzw. Nichtbeweidung in den Jahren 2000-2003; p = 0,0008; Mixed linear model, SAS proc mixed). Die starke Populationsdynamik auf beweideten Flächen bezieht sich bei dieser Art auf ihr Vorkommen im *Spergulo-Corynephorum cladonietosum* und *S.-C. typicum* (Abb. 1). Auch der Haarschwengel *Festuca filiformis* reagiert in den beweideten Flächen mit einer höheren Populationsdynamik als in den unbeweideten (im wesentlichen im *Spergulo-Corynephorum cladonietosum*) (Abb. 1) (p = 0,0003). Sehr geringe, schwach signifikante Unterschiede zeigen *Festuca rubra* und *Carex arenaria* (SCHWABE et al. 2004).

5.2 Deckung einzelner Pflanzenarten im Laufe der Vegetationsperiode im Exclosure-Ansatz auf Leitbildflächen

Dass ein merklicher Beweidungseinfluss im Gebiet besteht, zeigen Untersuchungen zur Veränderung der horizontalen Deckung einzelner Pflanzenarten im Jahresverlauf. Wir konzentrieren uns im Folgenden nur auf die Ergebnisse im *Spergulo-Corynephorum typicum*. In Abb. 2 ist die horizontale Vegetationsde-

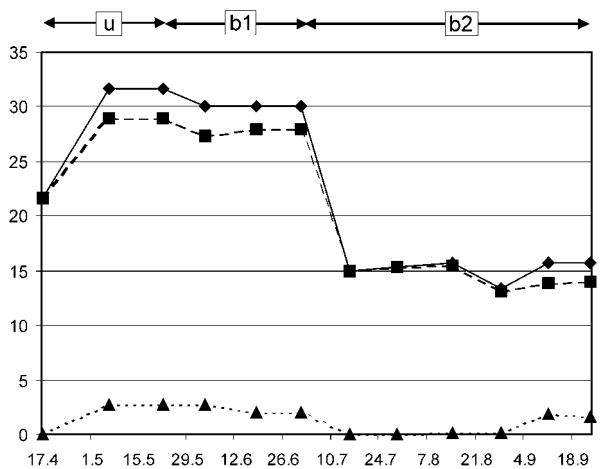
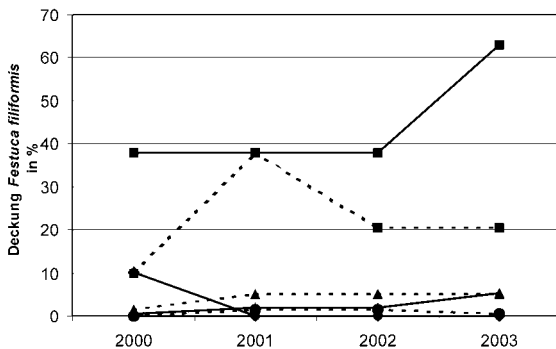
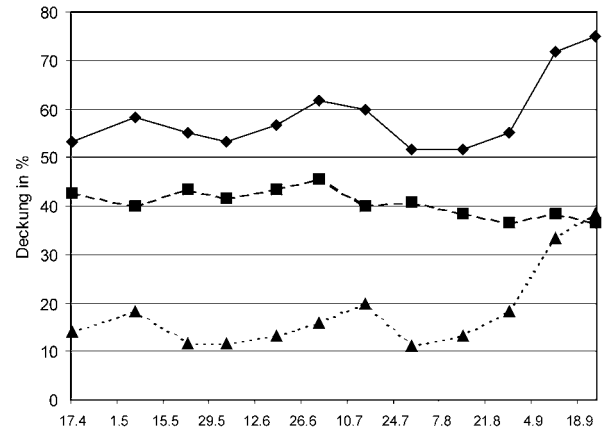
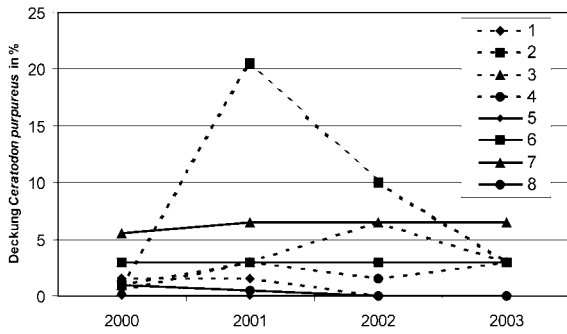


Abb. 1: Veränderungen der Deckungswerte des akrokarpes Moooses *Ceratodon purpureus* (oben) und des Haarschwingels *Festuca tenuifolia* (unten) in den beweideten und seit dem Jahr 2000 nicht mehr beweideten Flächen.

1 = ehemalige Ackerbrache, beweidet, 2 = *Spergulo morisonii-Corynephorum cladonietosum*, beweidet, 3 = *Spergulo morisonii-Corynephorum typicum*, beweidet, 4 = *Diantho deltoidis-Armerietum*, beweidet, 5 = ehemalige Ackerbrache, unbeweidet, 6 = *Spergulo morisonii-Corynephorum cladonietosum*, unbeweidet, 7 = *Spergulo morisonii-Corynephorum typicum*, unbeweidet, 8 = *Diantho deltoidis-Armerietum*, unbeweidet.

Abb. 2: Horizontale Vegetationsdeckung im *Corynephorum typicum*: ausgezogene Linie = Gesamtdeckung; gestrichelte Linie = Krautschicht, gepunktete Linie = Kryptogamenschicht. Oberes Diagramm: unbeweidete Fläche; unteres Diagramm: beweidete Fläche. Der Balken zeigt Eintritt und Intensität der Beweidung an: u = noch keine Beweidung, b1 = sehr schwacher Beweidungsdruck, b2 = stärkerer Beweidungsdruck.

ckung dargestellt. Mit dem Beginn eines höheren Beweidungsdruckes Ende Juni geht sowohl die Gesamtdeckung als auch die der Krautschicht von 30 % auf 15 % zurück. Bei den Kryptogamen reduziert sich die Deckung auf nur wenige Prozent, wohingegen sie auf den unbeweideten Flächen zwischen 10 und 20 % liegt und im September aufgrund der feuchteren Witterungsbedingungen sogar bis 40 % erreicht.

Eine detaillierte Analyse auf Artniveau zeigt, dass einzelne Arten durch Tritt oder Ausreißen einen deutlichen Rückgang in

der Vegetationsdeckung zu verzeichnen haben, andere hingegen nach stärkerem Fraß mit einem kompensatorischen Wachstum reagieren und dann höhere Deckungsgrade erreichen als in den unbeweideten Flächen. In die erste Gruppe lassen sich *Corynephorus canescens*, *Ceratodon purpureus* und *Brachythecium albicans* einstufen, in die zweite Gruppe *Agrostis capillaris*, *Festuca filiformis* und z.T. auch *Carex arenaria*.

5.3 Minimale von Rindern im Gebiet nutzbare Vegetationshöhe

Die Vegetation kann nur oberhalb einer Vegetationshöhe von ca. 5–10 cm genutzt werden. Dies belegen unsere Untersuchungen zur vertikalen Vegetationsstruktur. Die Abb. 3 zeigt ein mittels der VESTA-Methode erstelltes Diagramm, das einen Vergleich der Straten-bezogenen Vegetationsdichte einer beweideten und unbeweideten Fläche einer Heidenelkenflur (*Diantho-Armerietum*) darstellt. Erkennbar ist der Bereich der von Rindern nutzbaren Vegetationshöhe.



Foto 1: Fraßverhalten von Rindern am Beispiel von *Juncus effusus*: Umschlingen eines *Juncus*-Horstes mit der Zunge; Restitutionsgebiet „Hammer Schleife“, November 2003.

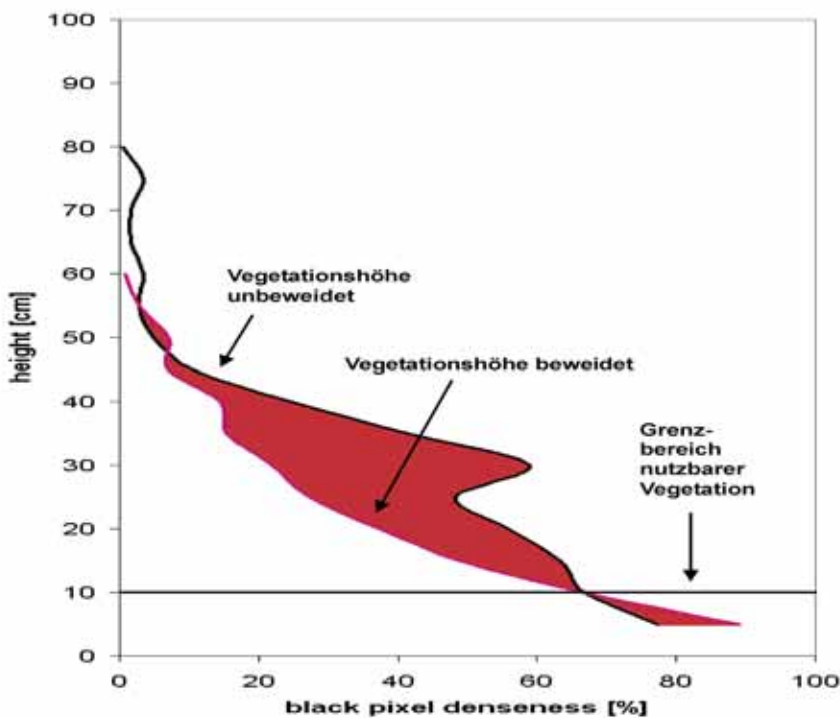


Abb. 3: Mit der VESTA-Methode (Vertical Vegetation Structure Analysis) über Digitalfotografie und Auswertung mit dem Programm SIDELOOK (ZEHM et al. 2003) erstelltes Diagramm, das einen Vergleich der Straten-bezogenen Vegetationsdichte einer beweideten und unbeweideten Fläche einer Heidenelkenflur (*Diantho-Armerietum*) darstellt: Ordinate = Vegetationshöhe, Abszisse = Vegetationsdichte berechnet aus dem Anteil schwarze/weiße Pixel der Digitalaufnahme.

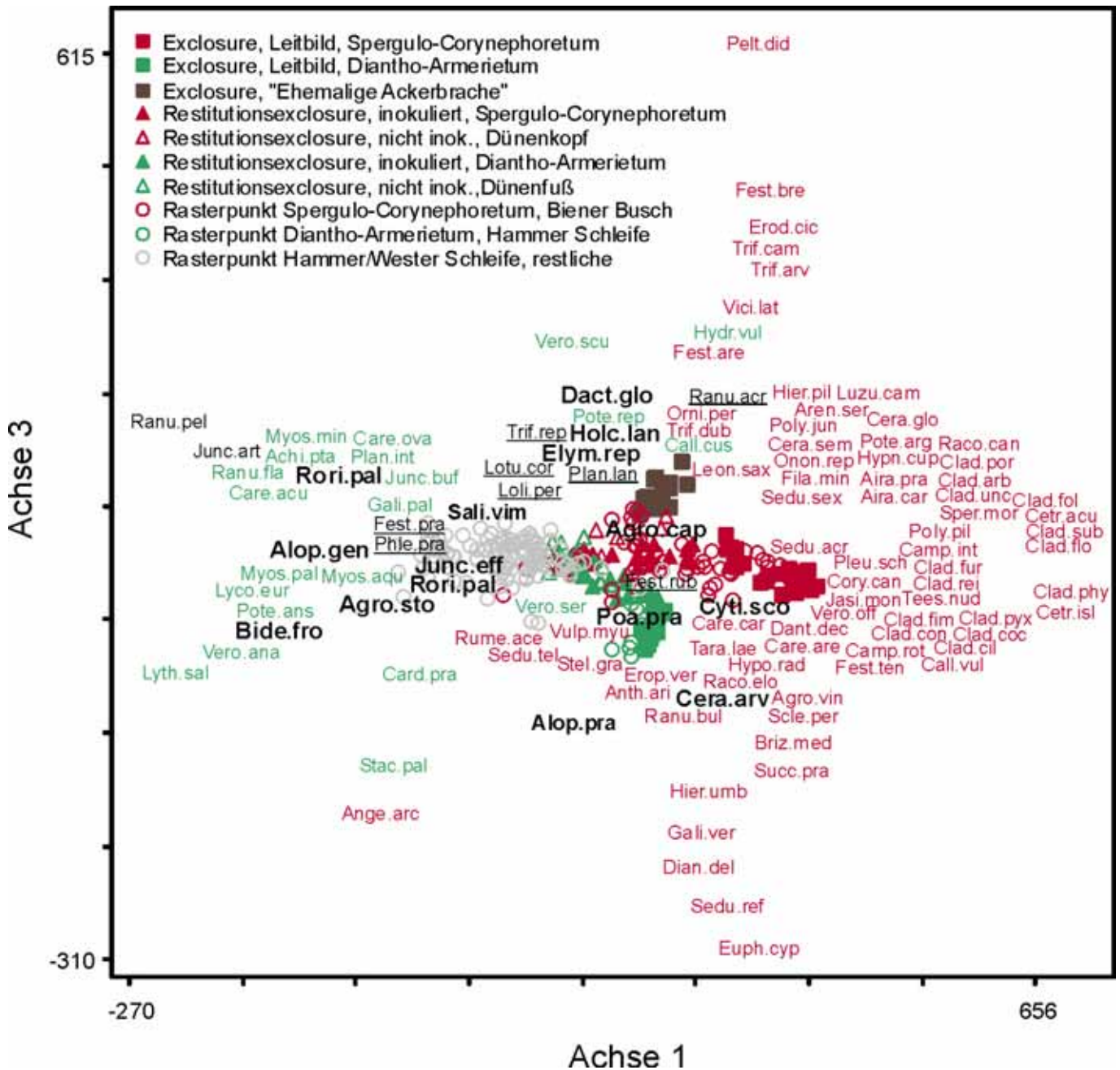


Abb. 4: DCA der Vegetation der Rasterpunkte und Exclosureflächen (einschließlich Referenzflächen) im Jahr 2003 im Gebiet „Hammer Schleife“: Rot: Leitarten der Sandvegetation, Grün: Leitarten des Feuchtgrünlandes, Unterstrichen: wichtige Frischwiesenarten. Fett gekennzeichnet sind die Hauptfraßarten im Jahr 2003. Der Begriff „Exclosure“ beinhaltet jeweils die Flächenpaare: Weideausschlussfläche und beweidete Fläche. 132 Taxa, die in der Ordination Berücksichtigung fanden, wurden wegen fehlender diagnostischer Bedeutung im Diagramm nicht dargestellt.

DCA: downweighting rare species, axes rescaled 0,0; 26 Segmente, Eigenwerte: Achse 1: 0,50, Achse 2: 0,16, Achse 3: 0,11.

Liste der Abkürzungen: Achi.pta *Achillea ptarmica*, Agro.cap *Agrostis capillaris*, Agro.sto *Agrostis stolonifera*, Agro.vin *Agrostis vinealis*, Aira.car *Aira caryophylla*, Aira.pra *Aira praecox*, Alop.pra *Alopecurus pratensis*, Ange.arc *Angelica archangelica*, Anth.ari *Anthoxanthum aristatum*, Aren.ser *Arenaria serpyllifolia*, Bide.fro *Bidens frondosa*, Briz.med *Briza media*, Call.cus *Calligonella cuspidata*, Call.vul *Calluna vulgaris*, Camp.int *Campylopus introflexus*, Camp.rot *Campanula rotundifolia*, Card.pra *Cardamine pratensis*, Care.acu *Carex acutiformis*, Care.ara *Carex arenaria*, Care.car *Carex caryophylla*, Care.ova *Carex ovalis*, Cera.arv *Cerastium arvense*, Cera.glo *Cerastium glomeratum*, Cera.sem *Cerastium semidecandrum*, Cetr.acu *Cetraria aculeata*, Cetr.isl *Cetraria islandica*, Clad.arb *Cladonia arbuscula*, Clad.cil *Cladonia ciliata*, Clad.coc *Cladonia coccifera*, Clad.con *Cladonia coniocraea*, Clad.fim *Cladonia fimbriata*, Clad.flo *Cladonia macilenta* ssp. *floerkeana*, Clad.fol *Cladonia foliacea*, Clad.fur *Cladonia furcata* ssp. *furcata*, Clad.phy *Cladonia phylophora*, Clad.por *Cladonia portentosa*, Clad.pyx *Cladonia pyxidata* agg., Clad.rei *Cladonia rei*, Clad.sub *Cladonia subulata*, Clad.unc *Cladonia uncialis*, Cory.can *Corynephorus canescens*, Cyti.sco *Cytisus scoparius* juv., Dact.glo *Dactylis glomerata*, Dant.dec *Danthonia decumbens*, Dian.del *Dianthus deltoides*, Elym.rep *Elymus repens*, Erod.cic *Erodium cicutarium*, Erop.ver *Erophila verna*, Euph.cyp *Euphorbia cyparissias*, Fest.ara *Festuca*

arenaria, Fest.bre *Festuca brevipila*, Fest.pra *Festuca pratensis*, Fest.rub *Festuca rubra*, Fest.ten *Festuca tenuifolia*, Fila.min *Filago minima*, Gali.pal *Galium palustre*, Gali.ver *Galium verum*, Hier.pil *Hieracium pilosella*, Hier.umb *Hieracium umbellatum*, Holc.lan *Holcus lanatus*, Hydr.vul *Hydrocotyle vulgaris*, Hypn.cup *Hypnum cupressiforme* agg., Hypo.rad *Hypochaeris radicata*, Jasi.mon *Jasione montana*, Junc.art *Juncus articulatus*, Junc.buf *Juncus bufonius*, Junc.eff *Juncus effusus*, Leon.sax *Leontodon saxatilis*, Loli.per *Lolium perenne*, Lotu.cor *Lotus corniculatus*, Luzu.cam *Luzula campestris*, Lyco.eur *Lycopus europaeus*, Lyth.sal *Lythrum salicaria*, Myos.aqu *Myosoton aquaticum*, Myos.min *Myosurus minimus*, Myos.pal *Myosotis palustris*, Onon.rep *Ononis repens*, Orni.per *Ornithopus perpusillus*, Pelt.did *Peltigera didactyla*, Phle.pra *Phleum pratense*, Plan.int *Plantago intermedia*, Plan.lan *Plantago lanceolata*, Pleu.sch *Pleurozium schreberi*, Poa.pra *Poa pratensis*, Poly.jun *Polytrichum juniperinum*, Poly.pil *Polytrichum piliferum*, Pote.ans *Potentilla anserina*, Pote.arg *Potentilla argentea*, Pote.rep *Potentilla reptans*, Raco.can *Racomitrium canescens*, Raco.elo *Racomitrium elongatum*, Ranu.acr *Ranunculus acris*, Ranu.bul *Ranunculus bulbosus*, Ranu fla *Ranunculus flammula*, Ranu.pel *Ranunculus peltatus*, Rori.amp *Rorippa amphibia*, Rori.pal *Rorippa palustris*, Rume.ace *Rumex acetosa*, Sali.vim *Salix viminalis* juv., Scle.per *Scleranthus perennis*, Sedu.acr *Sedum acre*, Sedu.ref *Sedum reflexum*, Sedu.sex *Sedum sexangulare*, Sedu.tel *Sedum telephium*, Sper.mor *Spergula morisonii*, Stac.pal *Stachys palustris*, Stel.gra *Stellaria graminea*, Succ.pra *Succisa pratensis*, Tara.lae *Taraxacum laevigatum*, Tees.nud *Teesdalia nudicaulis*, Trif.arv *Trifolium arvense*, Trif.cam *Trifolium campestre*, Trif.dub *Trifolium dubium*, Trif.rep *Trifolium repens*, Vero.ana *Veronica anagallis-aquatica*, Vero.off *Veronica officinalis*, Vero.scu *Veronica scutellata*, Vero.ser *Veronica serpyllifolia*, Vici.lat *Vicia lathyroides*, Vulp.myu *Vulpia myuros*.

5.4 Fraßpräferenzen von Rindern

Abb. 4 zeigt die in dem DCA-Ordinationsdiagramm auf der Basis der Vegetationsaufnahmen dargestellte Verteilung der einzelnen Untersuchungsflächen und Pflanzenarten. Fett gekennzeichnet sind die hauptsächlich im Jahr 2003 gefressenen Pflanzenarten. Bevorzugt gefressen wurden im Jahr 2003 vor allem Frischwiesen- und Bidention-Arten (Abb. 4). Eine besonders große Rolle spielen *Agrostis capillaris*, *A. stolonifera*, *Alopecurus geniculatus*, *A. pratensis*, *Bidens frondosa*, *Cerastium arvense*, *Dactylis glomerata*, *Elymus repens*, *Holcus lanatus*, *Juncus effusus*, *Poa pratensis*, *Rorippa palustris* u.a. Die Leitarten der Sandtrockenrasen wurden entweder weniger befressen oder gemieden. So fanden sich z. B. im *Spergulo-Coryneporetum* von den Rindern herausgezogene, jedoch nicht gefressene *Corynephorus*-Büschel.

5.5 Einfluss der Ressourcenqualität der Vegetation und der Besatzdichte auf die räumliche Verteilung der Fraßschwerpunkte der Rinder

5.5.1 Koinzidenz der Fraßintensität der Rinder mit der Feuchtezahl der Vegetation

Abb. 5 zeigt die Fraßintensitäten der Rinder im Leitbildgebiet „Biener Busch“, Abb. 6 im Restitutionsgebiet „Wester Schleife“ und Abb. 7 im Restitutionsgebiet „Hammer Schleife“. Allgemein gilt, dass die Fraßintensität der Rinder mit der mittleren qualitativen Feuchtezahl (nach ELLENBERG et al. 1992) der Vegetation der

Rasterpunkt-Flächen koinzidiert. So liegt z. B. in den Flächen mit der höchsten Fraßintensität im Gebiet „Hammer Schleife“ die mittlere Feuchtezahl bei 6,35 (mittlere Abweichung 0,57) im Gegensatz zum Mittelwert der Gesamtfläche (5,12; mittlere Abweichung 0,55).

5.5.2 Korrelation der Fraßintensität der Rinder mit einzelnen Pflanzengesellschaften

– Leitbildfläche „Biener Busch“ (Abb. 5)

Da das Jahr 2003 ein extrem trockenes Jahr war, beziehen wir uns im Folgenden vor allem auf das Jahr 2002. Im Jahr 2002 befanden sich 0,8 Großvieheinheiten/ha auf der Fläche (2003: 0,7 Großvieheinheiten/ha). So gut wie in allen Bereichen des Gebietes läßt sich Fraßintensität nachweisen. Es zeigt sich jedoch ein Schwerpunkt der Fraßintensität im *Lolio-Cynosuretum* und in der *Agrostis capillaris*-Gesellschaft. Die geringsten Fraßintensitäten fanden sich in der *Festuca filiformis/Carex arenaria*-Gesellschaft, im *Spergulo-Coryneporetum* und in einem *Rubus fruticosus*-Dominanzbestand. Unter den fünf verschiedenen Fraßintensitäts-Stufen erreichte im Jahre 2002 die Stufe 2: 37 %; Fraßstufe 3 und 4 liegen bei je 21 %, der Rest verteilt sich auf die Fraßstufe 1 (15 %) und Fraßstufe 5 (6 %) (Abb. 8). Die Besatzdichte ist im Gebiet hoch genug, um auch in den Sandtrockenrasen Beweidungseffekte zu bewirken (Flächenanteil Sandtrockenrasen: 65 %). Je nach Ressourcenlage gibt es eine stärkere und weniger starke Beweidung einzelner Bereiche im Gebiet.

– Restitutionsgebiet „Wester Schleife“ (Abb. 6)

Eine Analyse des Restitutionsgebietes „Wester Schleife“ belegt einen hohen Beweidungsdruck auf fast allen Flächen; die Besatzdichte betrug in beiden Jahren 0,9 Großvieheinheiten/ha. Lediglich Bereiche mit hohem Aufkommen des giftigen *Senecio jacobea* werden von Rindern gemieden. Unter den fünf verschiedenen Fraßintensitäts-Stufen dominiert im Jahre 2002 mit 59 % die Stufe 3; die Fraßstufe 4 liegt bei 19 %, Fraßstufe 5 bei 7 %, Fraßstufe 1 sogar bei 0 % (Abb. 8). Die Rinder nutzen bis auf wenige Bereiche die zur Verfügung stehende Vegetation relativ gleichmäßig. Obwohl der flächenmäßige Anteil der frischeren Vegetation bei 93 % liegt, wird hier die Sandvegetation stärker beweidet.

– Restitutionsgebiet „Hammer Schleife“ (Abb. 7)

Das Restitutionsgebiet „Hammer Schleife“ wurde 2002 mit einer Besatzdichte von 0,6 Großvieheinheiten/ha beweidet. Unter den fünf verschiedenen Fraßintensitäts-Stufen dominiert mit 36 % die Stufe 2; Fraßstufe 3 und 4 liegen bei 24 % bzw. 16 %, der Rest verteilt sich auf die Fraßstufe 1 (18 %) und Fraßstufe 5 (6 %) (Abb. 8). Diese Verteilung entspricht etwa der im Untersuchungsgebiet „Biener Busch“. Im Gegensatz zu Letzterem sind jedoch weit über die Hälfte der Fläche Frischwiesen- und Bidention-Gesellschaften (76 %), worauf sich die Rinder konzentrieren; Sandtrockenrasen wurden im Gegensatz zum Untersuchungsgebiet „Biener Busch“ gemieden.

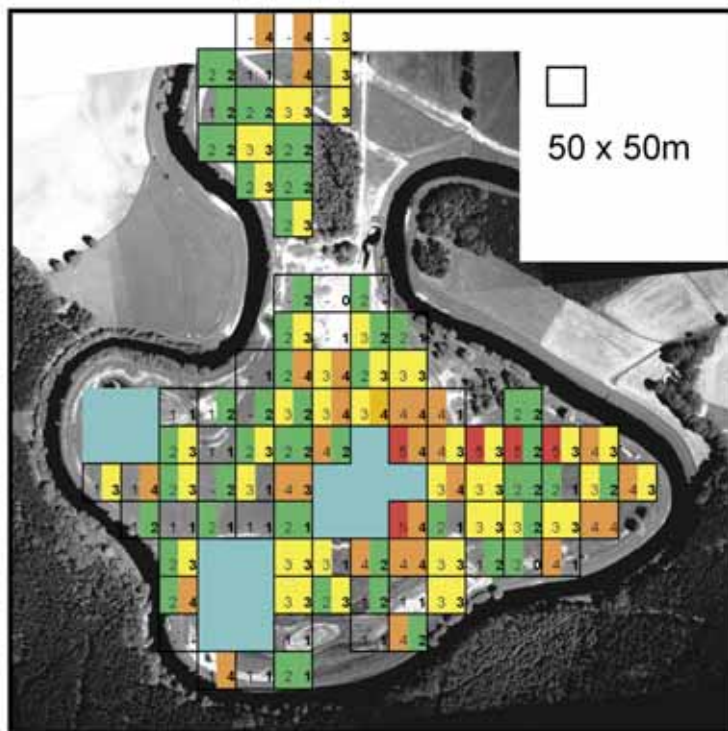
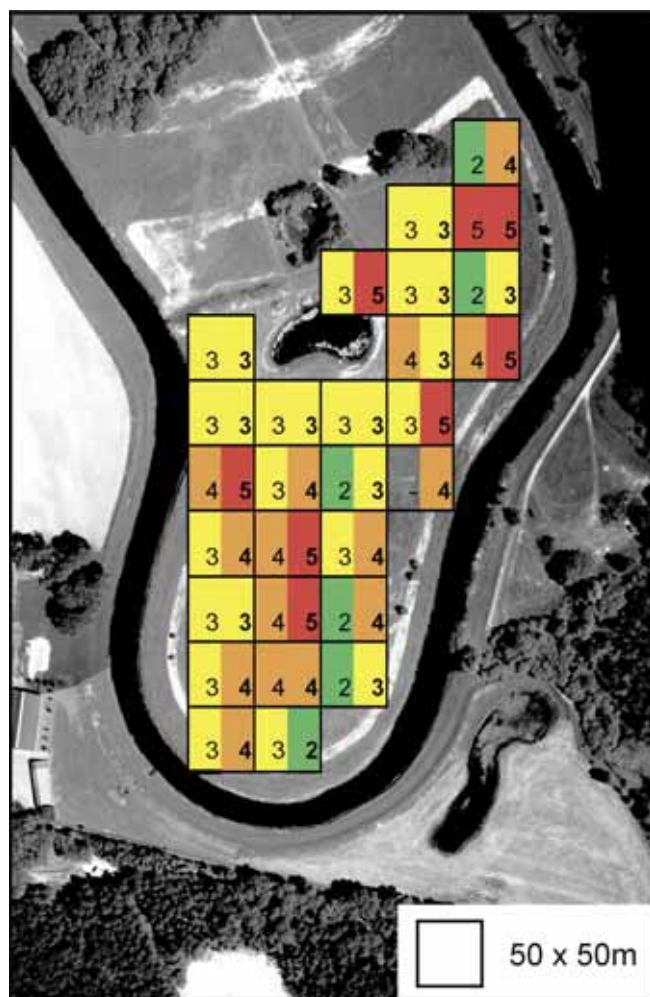


Abb. 5 (oben links): Fraßintensitäten der Rinder im Naturschutzgebiet „Sandtrockenrasen am Biener Busch“ in der 44. Kalenderwoche der Jahre 2002 (linke Seite des Kästchens) und 2003 (rechte Seite) nach einem 6-teiligen Schlüssel (STROH et al. 2002): Fraßintensität 0 = 0 %, 1 = 1-5 %, 2 = 6-25 %, 3 = 26 – 50 %, 4 = 51- 75 %, 5 = 76-99, 6 = 100 %. Farbcode: Fraßintensität 0, 1 = ohne Farbe; 2 = Grün; 3 = Gelb; 4 = Orange; 5, 6 = Rot. Die Karte ist eingenordet.

Abb. 6 (oben rechts): Fraßintensitäten der Rinder im Restitutionsgebiet „Wester Schleife“ in den Jahren 2002 und 2003 (weitere Angaben s. Legende zu Abb. 5).

Abb. 7 (unten links): Fraßintensitäten der Rinder im Restitutionsgebiet „Hammer Schleife“ in den Jahren 2002 und 2003 (weitere Angaben s. Legende zu Abb. 5). Blau: Gewässer.

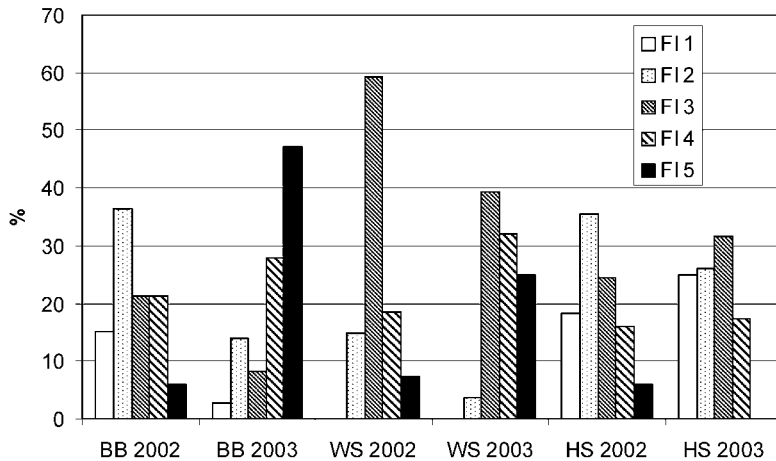


Abb. 8: Verteilung der verschiedenen Fraßintensitäten in den Untersuchungsgebieten BB = „Biener Busch“, WS = „Wester Schleife“ und HS = „Hammer Schleife“ in den Jahren 2002 und 2003 (jeweils 44. Kalenderwoche). Anzahl berücksichtigter Rasterpunkt-Flächen: BB: 2002 n = 33, 2003 n = 34; WS: 2002 n = 27, 2003 n = 28; HS: 2002 n = 82, 2003 n = 92. Fraßintensität (FI): 1 = 1-5 %, 2 = 6-25 %, 3 = 26-50 %, 4 = 51-75 %, 5 = 76-99, 6 = 100 %.

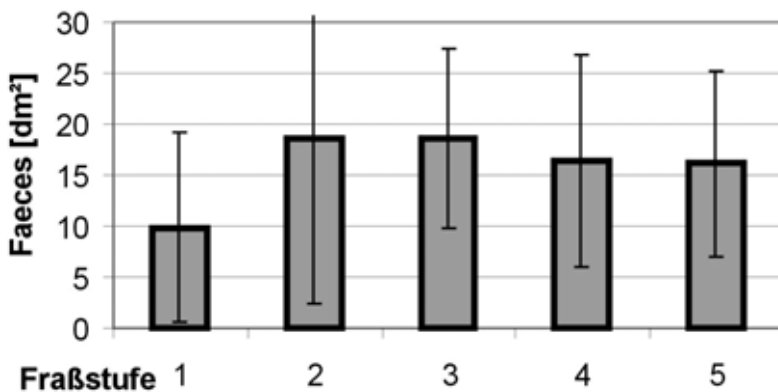


Abb. 9: Arithmetisches Mittel der Faecesdeckungen (dm²) der Rasterpunkt-Flächen über die jeweiligen Fraßstufen (44. Kalenderwoche 2002); Fehlerbalken = mittlere Abweichung vom Mittelwert. U-Test; p = 0,0061 (Gruppe 1: Fraßstufe 1, n₁ = 22; Gruppe 2 Fraßstufe 2-5, n₂ = 120; n_{ges} = 142).

– Vergleich der Gebiete

Die Ergebnisse im Untersuchungsgebiet „Hammer Schleife“ belegen, dass in Jahren mit durchschnittlichen Temperaturen und Niederschlägen es bei zu geringen Besatzdichten (0,5–0,6 Großvieheinheiten/ha) und bei dem dort hohen Anteil von Vegetation frischerer Standorte (76 %) zu Effekten einer deutlichen Unterbeweidung kommt. Dies führt dazu, dass weniger produktive Standorte mit Sandrasen-Vegetation weitgehend gemieden werden. Aber auch der Beweidungsdruck auf die frischeren Bereiche war zu gering.

Der Osten der Fläche musste fast komplett gemäht werden, da die hohe Vegetation von den Rindern nicht mehr genutzt werden konnte. Dies gilt auch für einen Teil im Westen der „Hammer Schleife“. Das Beispiel „Wester Schleife“ belegt bei ähnlichen Rahmenbedingungen (93 % frischere Standorte), dass eine wesentlich gleichmäßigere Beweidung aller Vegetationstypen bei einer Besatzdichte von etwa 0,9 Großvieheinheiten/ha erreicht werden kann. In Gebieten mit einem hohen Anteil von Sandtrockenrasen (65 %) (Beispiel „Biener Busch“) reicht eine Besatzdichte von 0,7–0,8

Großvieheinheiten/ha für eine gleichmäßige Beweidung aller Standorte in von der Witterung her durchschnittlichen Jahren aus.

5.5.3 Fraßintensität der Rinder im Extremjahr 2003

Im Untersuchungsgebiet „Biener Busch“ war im Jahr 2003 der Beweidungsdruck trotz ähnlicher Besatzdichte (0,7 Großvieheinheiten/ha) wesentlich erhöht. Durch das extreme Trockenjahr wurde weniger Phytomasse gebildet; dies führte zu einer erhöhten Fraßintensität auf Teilen der Fläche (Abb. 8). Die Verteilung der Fraßintensitäten verschob sich deutlich in Richtung Kategorie 4 und 5.

Im Untersuchungsgebiet „Hammer Schleife“ kam es aufgrund der Unterbeweidung (im Jahr 2003: 0,5 GVE) zu einem nur geringen Beweidungsdruck (Abb. 8); Sandrasen wurden kaum zur Nahrungsaufnahme genutzt. Anders ist die Situation im Restitutionsgebiet „Wester Schleife“; der Beweidungsdruck blieb auch im Jahr 2003 hoch. Ähnlich wie in der Leitbildfläche „Biener Busch“ verschob sich die Verteilung der Fraßintensitäten deutlich in Richtung Kategorie 4 und 5 (Abb. 8). Im Jahr 2003 wurden im Gebiet „Wester Schleife“ sogar *Corynephorus canescens* und *Carex arenaria* teilweise verbissen.

5.6 Verteilung der Faecesdeposition in den verschiedenen Untersuchungsflächen

Die Werte der 40. Kalenderwoche korrelieren mit denen der 44. Kalenderwoche ($r = 0,85$), wobei das arithmetische Mittel einerseits bei 11,64 dm², andererseits bei 17,12 dm² liegt. Auf fast allen Rasterflächen tritt somit eine Zunahme der Faecesdeckung im Laufe dieses Zeitraumes ein. Wenige Ausnahmen sind auf solchen Flächen zu finden, die zum Teil gemäht, zum Teil von stark genutzten Weidepfaden gekreuzt wurden, oder es handelt sich um Flächen mit einem außergewöhnlich hohen Anteil offenen Sandes.

Auf den Rasterpunkt-Flächen, auf denen die Beweidung die Fraßstufe 2–5 erreichte, zeigt sich kein Zusammenhang zwischen Fraßintensität und Faecesde-

ckung. Die nur schwach befressenen Rasterpunkt-Flächen (Fraßstufe 1) zeigen eine deutlich geringere mittlere Faecesdeckung als diejenigen mit Stufe 2–5. Die Rasterpunkt-Flächen trennen sich somit in zwei unterschiedliche Gruppen auf (U-Test: $p = 0,0061$) (Abb. 9).

6 Diskussion

6.1 Veränderung der Pflanzenarten-Deckung bei Beweidung/ Nichtbeweidung auf den Leitbildflächen: 2000–2003

Die Untersuchungen im *Spergulo-Corynephorum typicum* und *S.-C. cladonietosum* sowie im *Diantho deltoideis-Armerietum* in den Untersuchungsgebieten „Biener Busch“ und „Hammer Schleife“ haben ergeben, dass es auch nach vier Jahren Weideausschluss zu kaum einem signifikanten Einfluss auf Pflanzenartenzahlen, Arten-Abundanz oder Artenzusammensetzung gekommen ist (SCHWABE et al. 2004; STROH & KRATOCHWIL 2004). Die Unterschiede stärkerer Populationsdynamik in den beweideten Flächen lassen sich in unseren Untersuchungen bei *Ceratodon purpureus* als Folge des Weidetritts und durch weidebedingte Ausbreitung (Zerbrechen des trockenen Vegetationskörpers, Anemochorie und Neuetablierung) interpretieren. Die Prozesse betreffen vor allem das *Spergulo-Corynephorum cladonietosum* und *S.-C. typicum* (Abb. 1).

NOY-MEIR et al (1989) untersuchten den Weideeinfluss von Rindern, Schafen und Ziegen auf mediterrane Grasländer in Israel ebenfalls über Exclosure-Versuche über einen Zeitraum von 10 bzw. 21 Jahren. Von den dort vorkommenden 250 Pflanzenarten, kamen nur 160 Arten häufig genug vor, um sie in die Auswertung einzubeziehen; 73 Arten waren an mehr als 5 Lokalitäten vorhanden und konnten somit einem Signifikanztest unterzogen werden. Etwa ein Drittel (24 Arten) zeigte Fluktuationen, die nicht mit dem Faktor Beweidung in Verbindung gebracht werden konnte, zwei Drittel ($N = 49$) reagierten mit einer Zunahme oder Abnahme der Deckung oder keiner Reaktion über den gesamten Untersuchungszeitraum. Entgegen der vorherrschenden Auf-

fassung betonen NOY-MEIR et al (1989), dass viele Pflanzenarten eben nicht auf Beweidung durch Zu- bzw. Abnahme der Deckung reagieren, wie dies zu erwarten gewesen wäre.

BAKKER (2003) konnte feststellen, dass unter Beweidung Arten wie *Agrostis capillaris*, aber auch *Festuca rubra* im Laufe mehrerer Jahre in ihrer Deckung zunehmen. Manche der von BAKKER (2003) unter Beweidung untersuchten Arten zeigten aber auch große Fluktuationen zwischen den Jahren (*Rumex acetosa*, *Stellaria graminea*), so dass keine kausale Beziehung zur Herbivorie hergestellt werden konnte. Weideausschluss führte bei den Untersuchungen jedoch zur Dominanz einzelner Arten (z. B. *Holcus lanatus*) (BAKKER 2003).

Unser Untersuchungszeitraum ist sicher noch zu kurz, um Veränderungen in der Phytodiversität, Arten-Abundanz oder Artenzusammensetzung im Vergleich zwischen den Exclosure- und Referenzflächen nachweisen zu können (s. die ausführliche Diskussion in STROH & KRATOCHWIL 2004). Im *Spergulo-Corynephorum typicum* haben die dort herrschenden Extremfaktoren (Temperatur, Trockenheit, Sandflug) einen großen Einfluss auf das Artenspektrum und die Vegetationsdeckung. Allgemein ist der Fraßdruck der Rinder insbesondere im *Spergulo-Corynephorum* recht gering (KRATOCHWIL et al. 2002). Im *C. cladonietosum* bilden vor allem die Flechten und Moose, im *Diantho-Armerietum* Gräser und Kräuter einen dichten Vegetationschluss, wodurch diese Gesellschaften über lange Zeit große Stabilität aufweisen (JENTSCH & BEYSLAG 2003). Nach NOY-MEIR et al (1989) ist der eigentliche Effekt der Rinderbeweidung auf die Vegetation nicht allein der vertikale Phytomasse-Entzug, sondern vor allem die horizontale Öffnung der Vegetation („gaps“).

6.2 Veränderung der Pflanzenarten-Deckung bei Beweidung/ Nichtbeweidung im Laufe der Vegetationsperiode (Leitbildflächen)

Dass ein merklicher Beweidungsdruck auf die Vegetation besteht, zeigen neben Untersuchungen zum Fraß der Blüten- und Fruchtstände im Jahresver-

lauf (KRATOCHWIL et al. 2002) besonders die mit der Beweidungsintensität im Jahresverlauf korrelierenden Deckungen einzelner Pflanzenarten. Eine detaillierte Analyse auf Artniveau belegt, dass einzelne Arten durch Tritt, Ausreißen oder Fraß einen deutlichen Rückgang in der Vegetationsdeckung zu verzeichnen haben, andere hingegen infolge stärkeren Wachstums in den beweideten Flächen reagieren und dann höhere Deckungsgrade erreichen als in unbeweideten (s. auch LENNARTSON et al. 1998; HUHTA et al. 2000a, 2000b). An den entstehenden offenen Mikro-Standorten finden Arten wie z. B. *Corynephorus canescens* bessere Keimbedingungen als in Beständen mit höherer Vegetationsdeckung (GROSS & WERNER 1982; KLINKHAMER & DE JONG 1988; RUSCH & FERNÁNDEZ-PALACIOS 1995).

6.3 Von Rindern nutzbare minimale Vegetationshöhe

Wie unsere Untersuchungen mittels Digitalfotografie und Auswertung mit dem Programm VESTA zeigen, können Rinder, da sie nicht beißen, sondern mit der Zunge die Nahrung ins Maul ziehen und abreißen, die Vegetation nur bis zu einer Höhe von 5–10 cm nutzen. Somit bleibt ein Teil der Vegetation immer stehen und kann weiterhin photosynthetisch aktive Phytomasse aufbauen. Dies ist auch dadurch gewährleistet, dass Rinder nur etwa 40–70 % der zur Verfügung stehenden Phytomasse mit jedem Abreißen aufnehmen können (UNGAR et al. 1991; LACA et al. 1992).

6.4 Fraßpräferenzen der Rinder

Rinder bevorzugen im Gebiet eindeutig die frischeren Standorte (s. auch BAKKER 2003). Die Vegetation zeichnet sich neben Futtergräsern auch durch zahlreiche Kräuter aus. Aus der Literatur ist bekannt, dass ein wichtiger Parameter für den Fraß ein hoher Stickstoffgehalt (BAKKER 2003) bzw. das C/N-Verhältnis der Pflanzenarten ist (BRYANT et al. 1983). In Auen werden nährstoffreichere Standorte, die jedoch nicht zu feucht sind, bevorzugt (WALLISDEVRIES & SCHIPPERS 1994; OLFF et al. 2002). In den Restitutionsflächen spielen Gräser mit

guten Futterwerten als Nahrungsquelle eine große Rolle (*Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Elymus repens*). Arten von Trockenstandorten werden eher gemieden; dies zeigen auch die Ergebnisse der Fraßintensität der Rinder nach Feuchtezahl der Vegetation. Dennoch haben die trockeneren Standorte eine große Bedeutung für die Weidetiere. So dienen die trockeneren Dünenkomplexe vorwiegend als „wellness“-Plätze; insbesondere bei leichtem Windeinfluss ist der Befall mit blutsaugenden Dipteren dort geringer.

6.5 Fraßintensität in Abhängigkeit von Nahrungsqualität und Witterung

Wie die Raumnutzung durch Rinder in einem Gebiet erfolgt, ob eine bestimmte Vegetation oder bestimmte Pflanzenarten gefressen werden oder nicht, ist einerseits von der Jahreszeit und der Witterung abhängig, andererseits vom Vegetationstypen-Spektrum (einschließlich der jeweiligen produzierten Phytomasse) und deren quantitativer Verteilung. Letztlich spielt die Besatzdichte an Rindern eine entscheidende Rolle; s. HIK & JEFFERIES (1990); SHARIFF et al. (1994); HART (2001). Wie SCHWINNING & PARSONS (1999) hervorheben, bewirkt Beweidung durch den räumlich und zeitlich variierenden Phytomasse-Entzug eine größere Heterogenität in der Vegetation. Die in den drei Untersuchungsgebieten feststellbare Fraß-Heterogenität beruht auf Unterschieden in den Anteilen verschiedener Vegetationstypen (Verhältnis: Vegetation frischerer und trockener Standorte), auf unterschiedlichen Besatzdichten und im Jahresvergleich auf unterschiedlichen Witterungsverhältnissen der Jahre 2002 und 2003 (letzteres ein extremes Trockenjahr).

Wie bereits im Ergebnisteil dargestellt, führt im Untersuchungsgebiet „Biener Busch“ mit annähernd gleichen Anteilen an Vegetation frischerer und trockenerer Standorte eine Besatzdichte von 0,8 Großvieheinheiten/ha zu einer weitgehend gleichmäßigen Verteilung des Beweidungsdrucks. Die unter Naturschutzgesichtspunkten angestrebte Beweidung auch trockenerer Standorte ist hier gewährleistet. In extrem trockenen

Jahren verschiebt sich der Beweidungsdruck auf einige wenige Bereiche, die gerade noch günstige Nahrungsressourcen bieten. In Gebieten mit höherem Anteil an frischerer Vegetation (Untersuchungsgebiet „Wester Schleife“, über 50 % frischere Standorte) kann in normalen Jahren nur über eine Besatzdichte von 0,9 Großvieheinheiten eine Beweidung der ca. 18 % Sandrasenflächen gewährleistet werden.

In von der Witterung her trockeneren Jahren erhöht sich der Beweidungsdruck, der für eine gleichmäßige Beweidung aller Vegetationstypen in Normaljahren ausreicht, trotz ähnlicher Besatzdichte wesentlich. Wir können dies am Beispiel der Untersuchungsgebiete „Biener Busch“ und „Wester Schleife“ zeigen, wo im Extremjahr mehr Rasterpunkt-Flächen mit höheren Fraßstufen (4 und 5) festgestellt werden konnten. Die Anzahl der Rasterpunkt-Flächen mit geringerem Beweidungsdruck nimmt ab, solche mit größerem zu. Dieses Ergebnis ist identisch mit den Experimenten von GIBBS et al. (1997) und der Simulation von SCHWINNING & PARSONS (1999).

6.6 Zur Frage der räumlichen Koinkidenz zwischen erhöhter Nahrungsaufnahme und vermehrter Faecesdeposition

Bei einer höheren Besatzdichte (Beispiel: Untersuchungsgebiet „Biener Busch“ und „Wester Schleife“) ist die Verteilung der Faeces im Vergleich zum Beweidungsdruck auf die Gesamtfläche sehr gleichmäßig. Die Faecesabgabe erfolgt während des gesamten Weideganges und der Wiederkäu-Perioden. Zwischen den Faecesdepositionen und dem Weidedruck besteht, wie im Ergebnisteil angeführt, kein Zusammenhang. Zwar weisen die Rasterpunkt-Flächen mit minimalem Fraßdruck auch geringere Faecesdeckungen auf, nach unseren Beobachtungen wurden diese Punkte aber auch kaum von den Weidetieren aufgesucht.

Faecesdepositionen wirken sich auch auf das Vegetationsmuster aus (MALO et al. 1995), wobei „Geilstellen“ entstehen, die eine längere Zeit von Rindern zur Nahrungsaufnahme gemieden werden (STEINAUER & COLLINS 1995). Dort bildet sich

schnell wieder genügend Phytomasse, auch kommen dort vermehrt zahlreiche Pflanzenarten zur Blüten- und Fruchtbildung wie z.B. *Dianthus deltoides* (KRATOCHWIL et al. 2002).

Danksagung

Wir danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF, Förderkennzeichen 01LN0003) und dem Bundesamt für Naturschutz (BfN) für die finanzielle Förderung der Projekte, dem Landkreis Emsland (Meppen) und der Bezirksregierung Weser-Ems (Oldenburg) für die gute Kooperation. R. CEZANNE und M. EICHLER übernahmen Teile des Monitoring (Rasterpunkte). E. MÄHLMANN, S. MÜLLER und K. ROTTMANN verdanken wir Daten zur horizontalen Vegetationsdeckung und vertikalen Vegetationsstruktur. U. MENZEL, A. MÖHLMAYER, B. PAHLMANN, D. REMY, A. TSCHUSCHKE und K. ZIMMERMANN unterstützten uns in organisatorischen technischen Belangen, C. STORM in statistischen Fragen, A. ZEHM bei der Analyse der Vegetationsstruktur. Ihnen allen sei für die Unterstützung recht herzlich gedankt. Unser Dank gilt insbesondere auch den beteiligten Landwirten der Region.

Literatur

- Anderson, V.J. & Briske, D.D., 1995: Herbivore-induced species replacement in grasslands: is it driven by herbivory tolerance or avoidance? - *Ecol. Appl.* 5, 1014-1024.
- Anderton, N., Cockrum, P.A., Colegate, S.M., Edgar, J.A. & Flower, K., 1999: Assessment of potential for toxicity of *Phalaris* spp. via alkaloid content determination: *P. coerulea*, a case example. - *Phytochemical Analysis* 10, 3, 113-118.
- Bakker, E., 2003: Herbivores as mediators of their environment – the impact of large and small species on vegetation dynamics. - Thesis, Wageningen University, 184 pp.
- Bakker, E. & Olff, H., 2003: Impact of different-sized herbivores on recruitment opportunities for subordinate herbs in grasslands. - *Journal of Vegetation Science* 14, 465-474.

- Barkman, J. J.; Doing, H. & Segal, S., 1964: Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. - *Acta Bot. Neerlandica* 13, 394-419.
- Belsky, A.J., 1992: Effects of grazing, competition, disturbance and fire on species composition and diversity in grassland communities. - *Journal of Vegetation Science* 3, 187-200.
- Belsky, A.J., Carson, W.P., Jensen, C.L. & Fox, G.A., 1993: Overcompensation by plants – herbivore optimization or red herring. - *Evolutionary Ecology* 7, 109-121.
- Bennecke, N., 1994: Der Mensch und seine Haustiere. Die Geschichte einer jahrtausendealten Beziehung. - Stuttgart, Theiss, 470 S.
- Berendse, F., 1985: The effect of grazing on the outcome of competition between plant species with different nutrient requirements. - *Oikos* 44, 35-39.
- Bogner, H. & Grauvogl, A., 1984: Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. - Ulmer, Stuttgart, 435 S.
- Bonn, S. & Poschod, P., 1998: Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas: Grundlagen und kulturhistorische Aspekte. - Quelle & Meyer, Wiesbaden, 404 S.
- Brown, M.S. & Molyneux, R.J., 1996: Effects of water and mineral nutrient deficiencies on pyrolizidine alkaloid content of *Senecio vulgaris* flowers. - *Journal of the Science and Food and Agriculture* 70, 2, 209-211.
- Bryant, J.P., Chapin III, F.S. & Klein, D.R., 1983: Carbon/nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory. - *Oikos* 40, 357-368.
- Burrlicher, E., Pott, R., Raus, T. & Wittig, R., 1980: Die Hudelandschaft „Borkeener Paradies“ im Emstal bei Meppen. - Abhandlungen aus dem Landesmuseum für Naturkunde zu Münster in Westfalen 42, 4, 1-69.
- Buttenschön, J. & Buttenschön, R.M., 1982: Grazing experiments with cattle and sheep on nutrient poor, acidic grassland and heath. II. Grazing impact. - *Natura Jutlandica* 21, 2, 19-27.
- Buttenschön, J. & Buttenschön, R.M., 1982b: Grazing experiments with cattle and sheep on nutrient poor, acidic grassland and heath. III. Animal nutrition. - *Natura Jutlandica* 21, 28-48.
- Cook, C.W., Harris, L.E. & Young, M.C., 1967: Botanical and nutritive content of diets of cattle and sheep under single and common use on mountain range. - *Journal of Animal Science*. 26, 1167-1174.
- Dai, X., 2000: Impact of cattle dung deposition on the distribution pattern of plant species in an alvar limestone grassland. - *Journal of Vegetation Science* 11, 715-724.
- Demment, M.W. & van Soest, P.J., 1985: A nutritional explanation for body-size patterns of ruminant and nonruminant herbivores. - *American Naturalist* 125, 641-672.
- Dupré, C. & Diekmann, M., 2001: Differences in species richness and life-history traits between grazed and abandoned grasslands in southern Sweden. - *Ecography* 24, 275-286.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. & Paulissen, D., 1992: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. - 2. Aufl., *Scripta Geobotanica* 18. 262 S.
- Fraser, A.F., 1978: Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. - UTB, Stuttgart, 133 S.
- Gibbs, M.J., Huckle, C.A., Nuthall, R. & Rock, A.J., 1997: Effect of sward surface height on intake and grazing behaviour by lactating Holstein Friesian cows. - *Grass and Forage Science* 52, 309-321.
- Gross, K.L. & Werner, P.A., 1982: Colonizing abilities of 'biennial' plant species in relation to ground cover: implications for their distributions in a successional sere. - *Ecology* 63, 921-931.
- Hafez, E.S.E. & Schein, M.W., 1962: The behaviour of cattle. - In: Hafez, E.S. (Ed.): *The Behaviour of Domestic Animals*, 247-296.
- Hart, R.H., 2001: Plant biodiversity on shortgrass steppe after 55 years of zero, light, moderate or heavy cattle grazing. - *Plant Ecology* 155, 1505-1520.
- Helfferich, B. & Gütte, O., 1972: Tierernährung in Stichworten. - Hirt, Kiel, 209 S.
- Hik, D.S. & Jefferies, R.L., 1990: Increases in the net above-ground primary production of a salt-marsh forage grass: a test of the predictions of the herbivore-optimization model. - *Journal of Ecology* 78, 180-195.
- Huhta, A.P., Hellstrom, K. Rautio, P. & Tuomi, J., 2000a: A test of the compensatory continuum: fertilization increases and below-ground competition decreases the grazing tolerance of tall wormseed mustard (*Erysimum strictum*). - *Evolutionary Ecology* 14, 4-6, 353-372.
- Huhta, A.P., Lemnartsson, T., Tuomi, J., Rautio, P. & Laine, K., 2000b: Tolerance of *Gentianella campestris* in relation to damage intensity: An interplay between apical dominance and herbivory. - *Evolutionary Ecology* 14, 1-6, 373-392.
- Jentsch, A. & Beyschlag, W., 2003: Vegetation ecology of dry acidic grasslands in the lowland area of central Europe. - *Flora* 198, 3-25.
- Klapp, E., 1971: Wiesen und Weiden. - Blackwell, Berlin, Hamburg 620 S.
- Klinkhamer, P.G.L. & de Jong, T.J., 1988: The importance of small-scale disturbance for seedling establishment in *Cirsium vulgare* and *Cynoglossum officinale*. - *Journal of Ecology* 76, 383-392.
- Kratochwil, A. & Schwabe, A., 2001: Ökologie der Lebensgemeinschaften: Biozöologie. - Ulmer, Stuttgart, 765 S.
- Kratochwil, A., Fock, S., Remy, D. & Schwabe, A., 2002: Responses of flower phenology and seed production under cattle grazing impact in sandy grasslands. - *Phytocoenologia* 32, 4, 531-552.
- Kratochwil, A., Stroh, M. & Schwabe, A., 2004: Restitution alluvialer Weidelandschaften: Binnendünen-Feuchtgebietskomplexe im Emsland (Nordwestdeutschland). - *Schr.R. f. Landschaftspf. u. Natursch.* 78.
- Laca, E.A., Ungar, E.D., Seligman N. & Demment, M.W., 1992: Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. - *Grass and Forage Science* 47, 91-102.
- Lennartson, T., Nilsson, P. & Tuomi, J.,

- 1998: Induction of overcompensation in the field gentian, *Gentianella campestris*. - Ecology 79, 3, 1061-1072.
- Littell, R.C., Milliken, G.A., Stroup, W.W. & Wolfinger, R.D., 2000: SAS System for Mixed Models. - Cary NJ (SAS Institute), 633 pp.
- Mährlein, A., 2004: Agrarwirtschaftliche Untersuchungen in „neuen Hudelandschaften“ bei naturschutzkonformer Extensivbeweidung mit Rindern und Schafen. - In: Beweidung und Restitution als Chancen für den Naturschutz? NNA-Ber. 17, H.1, 191-203.
- Malo, J.E. & Suarez, F., 1995: Establishment of pasture species on cattle dung: the role of endozoochorous seeds. - Journal of Vegetation Science 6, 2, 169-174.
- Milchunas, D.G. & Lauenroth, W.K., 1993: Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. - Ecological Monographs 63, 327-366.
- Milchunas, D.G., Sala, O.E. & Lauenroth, W.K., 1988: A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. - American Naturalist 132, 87-106.
- Noy-Meir, I., Gutman, M. & Kaplan, Y., 1989: Responses of Mediterranean grassland plants to grazing and protection. - Journal of Ecology 77, 290-310.
- Olf, H. & Ritchie, M.E., 1998: Effects of herbivores on grassland plant diversity. - TREE 13, 7, 261-265.
- Olf, H., Ritchie, M.E. & Prins, H.H.T., 2002: Global environmental controls of diversity in large herbivores. - Nature 415, 901-904.
- Owen-Smith, N. & Novellie, P., 1982: What should a clever ungulate eat? - American Naturalist 119, 151-178.
- Pakeman, R.J., Digneffe, G. & Small, J.L., 2002: Ecological correlates of endozoochory by herbivores. - Functional Ecology 16, 296-304.
- Pfister, J.A., Manners, G.D., Gardner, D.R. Price, K.W. & Ralphs, M.H., 1996: Influence of alkaloid concentration on acceptability of tall larkspur (*Delphinium* spp.) to cattle and sheep. - Journal of Chemical Ecology 22, 6, 1147-1168.
- Proulx, M. & Mazumder, A., 1998: Reversal of grazing impact on plant species richness in nutrient-poor vs. nutrient-rich ecosystems. - Ecology 79, 2581-2592.
- Remy, D. & Zimmermann, K., 2004: Restitution einer extensiven Weidelandschaft im Emsland: Untersuchungsgebiete im BMBF-Projekt „Sand-Ökosysteme im Binnenland“. - In: Beweidung und Restitution als Chancen für den Naturschutz? NNA-Ber. 17, H.1, 27-38.
- Rusch, G. & Fernández-Palacios, J.M., 1995: The influence of spatial heterogeneity on regeneration by seed in a limestone grassland. - Journal of Vegetation Science 6, 417-426.
- Schloeth, R., 1961: Da Sozialleben des Camargue-Rindes. - Zeitschrift für Tierpsychologie 18, 574-627.
- Schwabe, A. & Kratochwil, A., 1987: Weidbuchen im Schwarzwald und ihre Entstehung durch Verbiss des Wälderviehs. - Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 49, 1-120.
- Schwabe, A., Remy, D., Assmann, T., Kratochwil, A., Mährlein, A., Nobis, M., Storm, Ch., Zehm, A., Schlemmer, H., Seuß, R., Bergmann, S., Eichberg, C., Menzel, U., Persigehl, M., Zimmermann, K. & Weinert, M., 2002a: 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, 239-252, Springer, Heidelberg - Berlin - New York.
- Schwabe, A., Zehm, 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.
- Schwinning, S. & Parsons, A.J., 1999: The stability of grazing systems revisited: spatial models and the role of heterogeneity. - Functional Ecology 13, 737-747.
- Shariff, A.R., Biondini, M.E. & Grygiel, C.E., 1994: Grazing intensity effects on litter decomposition and soil nitrogen mineralization. - Journal of Range Management 47, 444-449.
- Steinauer, E.M. & Collins, S.L., 1995: Effects of urine deposition on small-scale patch structure in prairie vegetation. - Ecology 76, 1195-1205.
- Stroh, M. & Kratochwil, A., 2004: Vegetationsentwicklung von restituierten flussnahen Sand-Ökosystemen und Feuchtgrünland im Vergleich zu Leitbildflächen (Emsland, Niedersachsen). - In: Beweidung und Restitution als Chancen für den Naturschutz? NNA-Ber. 17, H.1, 55-68.
- Stroh, M., Storm, C., Zehm, 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., Remy, D., Zimmermann, K. & Schwabe, A. (submitted): Restoration of alluvial landscapes in the Ems region (northwestern Germany).
- Süß, K., 2004: Fraß- und Raumnutzungsverhalten bei sukzessiver Multispecies-Beweidung mit Wiederkäuern (Schafe) und Nicht-Wiederkäuern (Esel) in Sand-Ökosystemen. - In: Beweidung und Restitution als Chancen für den Naturschutz? NNA-Ber. 17, H. 1, 127-132.
- Traba, J., Levassor, C. & Peco, B. (2003): Restoration of species richness in abandoned mediterranean grassland: seeds in cattle dung. - Restoration Ecology 11, 3, 378-384.
- Ungar, E.D., Genizi, A. & Demment, M.W., 1991: Bite dimensions and herbage intake by cattle grazing short, hand constructed swards. - Agronomy Journal 83, 973-978.
- Vesk, P.A. & Westoby, M., 2001: Predicting plant species' response to grazing. - Journal of Applied Ecology 38, 897-909.
- WallisDeVries, M.F. & Schippers, P., 1994: Foraging in a landscape mosaic: selection for energy and minerals in free-ranging cattle. - Oecologia 100, 107-117.
- Westoby, M., 1974: An analysis of diet selection by large generalist herbivores. - American Naturalist 108, 290-304.
- Williams, O.B., Wells, T.C. E. & Wells, D.A., 1974: Grazing management of Woodwalton Fen: seasonal changes in the diet of cattle and rabbits. - Journal

of Applied Ecology 11, 499-516.

Wilson, A.D. & Harrington, G.N., 1984: Grazing ecology and animal production. - In: G.N. Harrington, A.D. Wilson & M.D. Young (eds.): Management of Australia's Rangelands, pp. 63-77. CSIRO, Melbourne, Australia.

Wünschmann, A., 1968: Die Rinder. - In Grzimek, B. (Ed.): Enzyklopädie des Tierreiches. - Bd. Säugetiere 4, 338-398. dtv, München.

Zehm, A., Nobis, M. & Schwabe, A., 2003: Multiparameter analysis of vertical vegetation structure based on digital image processing. - Flora 198, 142-160.

Anschriften der Verfasser:

Dipl.-Biol. Michael Stroh, Prof. Dr. Angelika Schwabe

TU Darmstadt, FB Biologie,

Vegetationsökologie

Schnittspahnstr. 4

64287 Darmstadt

stroh@bio.tu-darmstadt.de,

schwabe@bio.tu-darmstadt.de

Prof. Dr. Anselm Kratochwil

Universität Osnabrück, FB 5, Ökologie

Barbarastr. 11

49069 Osnabrück

kratochwil@biologie.uni-osnabrueck.de