

Inhalt

1	Einleitung	2
2	Fragestellungen und Methoden der Beiträge	4
3	Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse und Diskussion der Beiträge	7
3.1	Welche Lebensräume werden wann und von welcher Weidetierart bevorzugt, werden alle Lebensräume genutzt?	7
3.2	Von welchen Faktoren wird das jeweilige Raumnutzungsverhalten der Weidetiere maßgeblich beeinflusst?	9
3.3	Halten sich Weidetiere in Gehölzen auf bzw. schädigen sie Gehölze?	11
3.4	Ist es sinnvoll, gemischtartige Herden einzusetzen?	13
	Danksagung	15
	Literaturverzeichnis	16
I	Härdtle, W., Mierwald, U., Behrends, T., Eischeid, I., Garniel A., Grell, H., Haese, D., Schneider-Fenske, A., Voigt, N., 2002. Pasture landscapes in Germany – progress towards sustainable use of agricultural land. In: Redecker, B., Finck, P., Härdtle, W., Riecken U., Schröder, E. (Hrsg.), Pasture Landscapes and Nature Conservation. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, S. 147-160.	19
II	Putfarken, D., Grell, H., Härdtle, W., 2004. Raumnutzung von Weidetieren und ihr Einfluss auf verschiedene Vegetationseinheiten und junge Gehölze am Beispiel des E+E-Vorhabens “Halboffene Weidelandchaft Höltigbaum”. Schriftenr. Landschaftspflege Naturschutz 78: 145-160.	34
III	Putfarken, D., Lehmann, S., Härdtle, W., (eingereicht). Site utilization of grazing cattle and heath sheep in a large-scale pasture landscape: a GPS/GIS assessment. (eingereicht bei Appl. Anim. Behav. Sci.)	54
	Eigene Publikationen	70
	Lebenslauf	71

1 Einleitung

Moderne Entwicklungen der Landbewirtschaftung und veränderte ökonomische Rahmenbedingungen hatten eine Verringerung der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Deutschland zur Folge (Riecken et al. 1997). So fielen vor allem Grenzertragsflächen brach. Zugleich fand auf anderen Flächen aber eine Nutzungsintensivierung statt. Diese Entwicklung führte zu einem erheblichen Flächenverlust extensiv genutzten Grünlandes. Die meisten der gefährdeten Pflanzen- und Tierarten kommen jedoch in extensiv genutzten Agrarflächen vor (Korneck et al. 1998, Hüppe 1997). Der Flächenrückgang halbnatürlichen Grünlands stellt dabei eines der Schlüsselprobleme für die Erhaltung der Biodiversität Europas dar (Pykälä 2000, Bignal & McCracken 1996). Es konfrontiert Naturschutzpraxis und Landschaftsplanung zunehmend mit der Frage, welche Wege und Möglichkeiten der Entwicklung und Nutzung dieser Landschaften für die Zukunft bestehen. Eine Alternative zu kostenintensiven Pflegemaßnahmen und Vertragsnaturschutz zur Offenhaltung und Sicherung extensiven Wirtschaftsgrünlands stellt eine halboffene Weidelandchaft dar (Riecken et al. 1997). Dieses Konzept hat seinen Ursprung in den traditionellen Wirtschaftsformen Waldweide und Hudeviehhaltung und verfolgt die Intention, unter ökonomischen Rahmenbedingungen eine teilweise Offenhaltung von Grünland zu gewährleisten sowie eine dynamische Landschaftsentwicklung und eine hohe Biodiversität zu fördern.

Dabei ist eine ganzjährige Beweidung von zentraler Bedeutung. Das Konzept der halboffenen Weidelandchaft geht davon aus, dass Nahrungsressourcen, die bei sommerlichem Nahrungsüberschuss von den Tieren ausgelassen werden, schließlich als Nahrungsreserve bei winterlicher Futterknappheit angenommen werden (Sandkühler 2004). Erst dadurch ist auch mit einem effektiven Verbiss aufkommender Gehölze zu rechnen.

Der Einfluss von Beweidung auf diverse Organismen ist seit langem Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen (Redecker et al. 2002, WallisDeVries et al. 1998). Ihre Auswirkungen haben sich zudem in historischen Weidelandchaften manifestiert. Die tatsächliche Aktivität und Raumnutzung von Weidetieren bei einem konsequenten Beweidungsmanagement in komplexen Landschaften wurde bisher jedoch kaum untersucht. Auch das Zusammenwirken verschiedener Weidetierarten wurde bisher selten berücksichtigt. Ursächlich hierfür ist sicherlich, dass die Datenerhebung bislang schwierig und aufwändig war. Erst in jüngster Zeit erleichtert das Globale Positionierungssystem (GPS) ein kontinuierliches Monitoring der Weidetiere. Mittlerweile liegen Studien zum satellitengestützten Monitoring von Weidetieren vor (Rutter et al. 1997, Turner et al. 2000, Ganskopp 2001,

Schlecht 2004). Doch behandeln diese vorwiegend methodische Probleme. Ziel dieser Dissertation ist es daher, unter umfassender Nutzung von GPS und GIS die folgenden Fragen zu beantworten:

- Welche Lebensräume werden wann und von welcher Weidetierart bevorzugt, werden alle Lebensräume genutzt?
- Von welchen Faktoren wird das jeweilige Raumnutzungsverhalten der Weidetiere maßgeblich beeinflusst?
- Halten sich Weidetiere in Gehölzen auf bzw. schädigen sie Gehölze?
- Ist es sinnvoll, gemischtartige Herden einzusetzen?

Die vorliegende Dissertation beruht auf Untersuchungen des von 2000 bis 2005 vom Bundesamt für Naturschutz finanzierten E+E-Vorhabens „Halboffene Weidelandschaft Höltigbaum“.

Diese wurden auf einer 180 ha großen Teilfläche des Naturschutzgebietes Höltigbaum am östlichen Stadtrand Hamburgs durchgeführt. Der ehemalige Standortübungsplatz ist geprägt von weiten, offenen Grasflächen. Eingestreut finden sich Sandheidenrelikte und Kleingewässer. Strukturiert wird das Gebiet durch Baumreihen, Einzelbäume und Gehölzgruppen. Nachdem die militärische Nutzung 1992 endete, begannen sich Bäume und Sträucher auszubreiten.

Das Gebiet wurde von April 2000 bis Oktober 2003 ganzjährig von Hausrindern (*Bos taurus*) und Hausschafen (*Ovis aries*) beweidet. Bei den Rindern handelte es sich um eine Kreuzung aus Rotbuntem Niederungsrind und Galloway. Als Schafrasse wurde die anspruchslose und widerstandsfähige Graue Gehörnte Heidschnucke (Behrens et al. 1994) gewählt. Die Besatzdichte war mit 0,3 bis 0,5 GV/ha (Großvieheinheit / Hektar) ausgesprochen extensiv. Für die Heidschnucken wurde ein Unterstand errichtet, für die Rinder ein Brunnen gebohrt.

Die vorliegende Dissertation beinhaltet drei Publikationen zu diesem Themenkomplex. Vorangestellt sind die Fragestellungen und Methoden der Beiträge sowie eine zusammenfassende Darstellung der wichtigsten Ergebnisse und deren Diskussion.

2 Fragestellungen und Methoden der Beiträge

Beitrag I: Weidelandschaften in Deutschland – Schritte zu einer nachhaltigen Landnutzung

In Beitrag I wird die Entwicklung der deutschen Landwirtschaft und der Landnutzungsverhältnisse in jüngster Zeit dargestellt. Von 1993 bis 1997 verringerte sich die landwirtschaftliche Nutzfläche um 1,8 % und lag schließlich bei insgesamt 54 %. Während vor allem Grenzertragsflächen eine Nutzungsaufgabe erfuhren und verbrachten, fand auf anderen Flächen sogar eine Nutzungsintensivierung statt.

Als ein alternatives Konzept des Naturschutzes zur Erhaltung vormals extensiv genutzter Agrarlandschaften und der für sie bezeichnenden Biodiversität wird die Idee der „halboffenen Weidelandschaft“ vorgestellt. Dieses Konzept vereinbart naturschutzfachliche Strategien mit ökonomischen Zielen. Dabei sollen durch die extensive Beweidung großräumiger Weidelandschaften der Aufwand für Unterhaltung und Pflege einer Tierherde maximal reduziert und durch die Entnahme des Zuwachses aus einer Herde kostendeckende Gewinne erzielt werden.

Es werden neun Forschungsprojekte zu Weidelandschaften aufgeführt, die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) oder dem Bundesamt für Naturschutz (BfN) gefördert werden. Als Beispiel wird das E+E-Vorhaben „Halboffene Weidelandschaft Höltigbaum“ vorgestellt. Das Beweidungskonzept und die Ermittlung der Tragfähigkeit der Flächen und damit einer angepassten Besatzdichte werden erläutert und die angestrebten naturschutzfachlichen Ziele definiert. Die nach dem ersten Projektjahr vorliegenden Zwischenergebnisse werden vorgestellt.

Beitrag II: Raumnutzung von Weidetieren und ihr Einfluss auf verschiedene Vegetationseinheiten und junge Gehölze am Beispiel des E+E-Vorhabens „Halboffene Weidelandschaft Höltigbaum“

In Beitrag II wird eine Methode zur Untersuchung der Raumnutzung von Rindern und Heidschnucken mittels GPS-Monitoring vorgestellt. Zurückgelegte Wege und Aufenthaltshäufigkeiten der Weidetiere werden visualisiert. Mit dieser Methode können die relativen Beweidungsintensitäten einzelner Teillebensräume, die Ruheplätze der Tiere sowie die relative Intensität, mit der Einzelbestände innerhalb einer großräumigen Weidelandschaft beweidet werden, ermittelt und dargestellt werden.

Anhand dieser Methode sollte überprüft werden, ob das Beweidungsmanagement mit einer geringen Besatzdichte von 0,3 bis 0,5 GV/ha geeignet ist, um eine hinreichende Beweidung

aller Teillebensräume zu gewährleisten. Außerdem sollte sie Aufschluss geben darüber, ob Flächen mit jungem Gehölzaufwuchs (Birken bzw. Dornsträucher) von den Weidetieren genutzt werden und welche Tierart besser geeignet ist, das Aufkommen von Gehölzen einzudämmen. Ergänzend wurde der direkte Einfluss der Weidetiere auf junge Einzeleichen (*Quercus robur*) untersucht, um festzustellen, inwieweit diese von den Weidetieren geschädigt werden und welche Größenklassen die höchsten Überlebenschancen besitzen.

Jeweils ein Rind und eine Heidschnucke wurden mit einem GPS-Empfänger ausgestattet. Von Januar bis August 2003 wurden alle fünf Minuten die Aufenthaltsorte der Tiere als Gauß-Krüger-Koordinaten gespeichert. Unter der Annahme, dass ein Weidetier sich fortbewegen muss, um an Futter zu gelangen (Porzig & Sambras 1991), ließen sich aus der zurückgelegten Entfernung innerhalb eines Aufzeichnungsintervalls Rückschlüsse auf das Verhalten ziehen, und die Positionskordinaten konnten so als Ruhen, Fressen oder Bewegung klassifiziert werden.

In einem Geografischen Informationssystem (GIS) wurden die der Aktivität „Fressen“ zugeordneten Positionskordinaten mit einer Vegetationskarte sowie einer Karte des Aufkommens junger Gehölze „verschnitten“ und jedem Datensatz die entsprechenden Attribute der thematischen Karten zugeordnet. Auf Grundlage dessen wurden die relativen Beweidungsintensitäten für fünf Lebensraumtypen berechnet. Gesondert wurde die relative Aufenthaltshäufigkeit für Wälder dargestellt.

Über vier Jahre wurden insgesamt 141 junge Eichen (*Quercus robur*) einmal jährlich vermessen und ihr Höhenzuwachs ermittelt. Anhand von Eichen außerhalb des Untersuchungsgebiets, die in keiner Weise von den domestizierten Weidetieren geschädigt wurden, wurde der natürliche jährliche Höhenzuwachs bestimmt sowie ein Zusammenhang zwischen Höhe und damit Alter einer Eiche und ihrem Kronenumfang hergestellt. Auf Grundlage dieser Ergebnisse wurde berechnet, wie viel Fläche die untersuchten Einzeleichen bedecken würden, wenn es keine Schädigungen durch Weidetiere gäbe. Es wurde ein Zusammenhang zwischen der Überlebenswahrscheinlichkeit junger Einzeleichen und ihrer Ausgangsgröße hergestellt.

Beitrag III: Raumnutzung von Rindern und Heidschnucken in einer großräumigen Weidelandschaft: eine GPS/GIS Untersuchung

In Beitrag III wird untersucht, welche Vegetationstypen von Rindern und Heidschnucken bevorzugt genutzt werden und ob Weidetiere bei Futterknappheit im Winter tatsächlich auf Weidegründe ausweichen, die zuvor von ihnen gemieden wurden, so dass eine ganzjährige Beweidung zu einer Nutzung aller Lebensräume führt. Um Weidelandschaften zukünftig so effektiv wie möglich zu gestalten, werden die Faktoren ermittelt, die die Raumnutzung der Weidetiere maßgeblich steuern.

Innerhalb einer großräumigen Weidelandschaft wurden mittels GPS-Monitoring nach der in Beitrag II dargestellten Methode von Januar bis Oktober 2003 Aufenthaltsdaten von Rindern und Heidschnucken gesammelt. Alle der Aktivität „Fressen“ zugeordneten Positionskoordinaten wurden in einem Geografischen Informationssystem (GIS) mit einer Vegetationskarte nach Braun-Blanquet (Dierschke 1994, Westhoff & van der Maarel, 1973), einer Höhenkarte sowie einer Karte zum Gehölzaufkommen (fünfteilige Skala der Gehölzdeckung: bis 5, 25, 50, 75 bzw. 100 %) verschnitten. Das Untersuchungsgebiet wurde in 3030 Rasterquadrate mit einer Seitenlänge von 30 m unterteilt. Jedem Rasterquadrat wurden durchschnittliche Parameter der vorherrschenden Vegetationseinheit zugeordnet. Auf Basis von 305 der Vegetationskarte zugrunde liegenden Vegetationsaufnahmen wurden Deckungsgrade der Vegetationsschichten und charakteristischer Pflanzenarten, Vegetationshöhen, mittlere Futterwerte nach Briemle et al. (2002) und mittlere Zeigerwerte nach Ellenberg et al. (1992) berechnet. Für jedes Rasterquadrat wurden die Entfernungen zu Zäunen, Wasserstellen und dem Schafunterstand ermittelt.

Um die Präferenzen der Weidetiere für verschiedene Vegetationseinheiten darzustellen, wurden monatliche Präferenzindizes der Weidetiere nach Ivlev (1961) und Jacobs (1974) für sieben Lebensraumtypen errechnet. Abhängigkeiten der Raumnutzung der Weidetiere von den aufgeführten Umweltvariablen wurden mittels schrittweiser multipler Regressionen analysiert. Dabei werden die Monate Januar bis März, in denen am wenigsten Futter zur Verfügung stand, mit der Zeit von Mai bis Juli, als der Biomassezuwachs am höchsten war, verglichen.

3 Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse und Diskussion der Beiträge

3.1 Welche Lebensräume werden wann und von welcher Weidetierart bevorzugt, und werden alle Lebensräume beweidet?

Eine Verschneidung der Aufenthaltsdaten der Weidetiere mit einer Vegetationskarte ergab, dass die Rinder sich während des gesamten Untersuchungszeitraums vornehmlich in feuchten Habitaten aufhielten (Beitrag III, Fig. 1), während die Heidschnucken ganzjährig trockene und nährstoffarme Lebensräume wie trockene Magerrasen und mageres Grünland bevorzugten (Beitrag III, Fig. 2). Nur im Januar nutzten sie das Feuchtgrünland überdurchschnittlich oft. Die Rinder weideten ganzjährig vornehmlich an Gewässern und Seggenrieden. Von März bis August hatte das Feuchtgrünland eine hohe Bedeutung für die Nahrungsaufnahme. Die Ergebnisse decken sich mit den Beobachtungen von Stroh et al. (2004) in Restitutionsgebieten im Emsland, in denen das Relief eines Flutmulden-Binnendünen-Komplexes wiederhergestellt wurde. Bevorzugt gefressen wurden von den Rindern dort vor allem Frischwiesenarten und Arten der Zweizahn-Uferfluren. Es werden in diesem Zusammenhang unter anderen die Arten *Agrostis capillaris*, *Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Elymus repens*, *Holcus lanatus* und *Juncus effusus* genannt. Diese Arten gehörten auch im Naturschutzgebiet Höltigbaum zu den von den Rindern bevorzugten Fraßpflanzen. Es zeigte sich auch auf den Flächen im Emsland ein Schwerpunkt der Fraßintensität der Rinder im Lolio-Cynosuretum und in der *Agrostis capillaris*-Gesellschaft. Obst & Scheibe (2001) stellten in ihren Untersuchungen zur Raumnutzung extensiv gehaltener Heckrinder im Naturschutzgebiet „Falkenberger Rieselfelder“ hingegen fest, dass die Pflanzengesellschaften der feuchteren Standorte gemieden wurden. Die Meidung der Feuchtwiesen bei ausreichendem Futterangebot führen die Autoren auf die geringere Futterqualität der meisten Pflanzenarten der Nasswiesen zurück.

Ursächlich für diese Diskrepanz mag eine unterschiedliche naturräumliche Ausstattung der Gebiete sein. So bietet das Untersuchungsgebiet von Obst & Scheibe (2001) zumindest in Zeiten guter Futtersituation offensichtlich ausreichend Weideflächen mit wohlschmeckenden Pflanzenarten und hohem Biomassezuwachs, die eine attraktive Alternative zum Feuchtgrünland darstellen. Das Naturschutzgebiet Höltigbaum hingegen ist geprägt von magerem Grünland, dessen weithin dominierendes Gras *Festuca rubra* agg. einen geringen Futterwert besitzt. Hochwertigere Weideflächen, auf denen *Trifolium repens* oder *Lolium perenne* häufiger sind, stellen einen geringeren Anteil an der Gesamtfläche. Vor allem die als Cynosurion-Basalgesellschaft kartierten Bestände wurden regelmäßig von den Rindern

aufgesucht und kurz abgeweidet. Ihre Flächenausdehnung ist aber so gering, dass die Rinder auch zu Zeiten des stärksten Biomassezuwachses gezwungen waren, auf Flächen mit weniger schmackhaften Pflanzen auszuweichen.

Zudem ist von einer unterschiedlichen Artenzusammensetzung des jeweiligen Feuchtgrünlandes auszugehen. Während Obst & Scheibe (2001) darunter Bestände der Klassen Epilobietea und Phragmitetea fassen, handelt es sich im Untersuchungsgebiet vorwiegend um ruderalisierte Bestände auf mehr oder weniger hydrologisch gestörten Böden. Begünstigt durch die vorangegangene Brachephase konnten sich hier Nitrophyten wie *Elymus repens*, *Urtica dioica* und *Glechoma hederacea* ausbreiten. Damit vereinbar ist die Tatsache, dass von Obst & Scheibe (2001) im Juni eine weit überdurchschnittliche Nutzung der Artemisietea-Gesellschaften festgestellt wurde, also Beständen, die ebenfalls von Nitrophyten geprägt sind.

Trockene Magerrasen wurden sowohl auf den von Stroh et al. (2004) untersuchten Flächen im Emsland (vgl. Stroh et al. 2004) als auch im Naturschutzgebiet Höltigbaum von den Rindern gemieden. Ein Grund hierfür mag sein, dass Rinder nur die Vegetation oberhalb einer Höhe von ca. 5–10 cm nutzen können (Stroh et al. 2004), da sie im Oberkiefer keine Schneidezähne besitzen und deshalb das Futter nicht abbeißen können. Stattdessen ziehen sie es mit der Zunge ins Maul, drücken es dann an die Kauplatte des Oberkiefers und reißen es dadurch ab (Klapp 1971, Sambras 1991). So bleiben dicht dem Boden anliegend wachsende Pflanzen, wie sie in den trockenen Magerrasen häufig sind, für die Rinder unzugänglich. Dadurch verringert sich die für die Rinder verfügbare Biomasse in den ohnehin produktionsschwachen trockenen Magerrasen zusätzlich.

Entsprechend der Fähigkeit der Heidschnucken, die Vegetation bis auf 3 cm abzuweiden (Sambras 1991), hatten die Heidschnucken einen deutlichen Aufenthaltsschwerpunkt in den trockenen Magerrasen. Neben der Anatomie des Gebisses entscheiden auch Körpergröße und Verdauungssystem maßgeblich über die Ansprüche an Menge und Qualität der Nahrung (Rook et al. 2004). Größere Tiere verfügen über ein größeres Verdauungssystem und können Nahrung deshalb besser aufschließen und verwerten. Das ermöglicht ihnen, schwerer verdauliche Nahrung aufzunehmen, also weniger selektiv zu fressen, während kleinere Tiere hochwertigere Nahrung benötigen und stärker selektieren (Illius & Gordon, 1993). Dementsprechend weisen die kleineren Heidschnucken ein vergleichsweise selektives Nahrungsaufnahmeverhalten auf (Süß 2004, Rook & Tallowin 2003, Porzig & Sambras 1991), was sie aber auch bei allgemeinem Nahrungsmangel befähigt, ihren Nahrungsbedarf in Pflanzengesellschaften armer und trockener Böden zu decken, während Rinder Habitate mit

hoher Biomasse benötigen. Unterschiedliche Ansprüche von Rindern und Heidschnucken waren außerdem hinsichtlich der Thermoregulation sowie des Wasserbedarfs festzustellen. Die Untersuchungen zeigen, dass Rinder in Hitzeperioden Schatten spendende Gehölze aufsuchen. Diese erleichtern den Tieren die Thermoregulation. Gerade Tiere mit dunklem Fell, das weniger Strahlung reflektiert, brauchen Schatten, um keinen Hitzestress zu erleiden. Gewässer wurden von den Heidschnucken äußerst selten aufgesucht. Heidschnucken deckten ihren Flüssigkeitsbedarf über die Nahrung und Tau (mündliche Mitteilung des Schafhalters). Für Rinder hatten Gewässer hingegen eine doppelte Funktion. Sie nutzten sie als Tränke und als Nahrungsquelle.

Saisonale Unterschiede im Verhalten der Weidetiere lassen sich bedingt erkennen, doch führte die winterliche Nahrungsknappheit zunächst eher zu einer noch intensiveren Beweidung der grundsätzlich bevorzugten Lebensräume. Im Januar und Februar zeigten die Rinder eine noch deutlichere Präferenz für Gewässer und Großseggenriede. Dieses Ergebnis deckt sich teilweise mit den Beobachtungen aus einer extensiven Weidelandschaft auf der Isle of Rhum. Gordon (1989) berichtet, dass die Rinder dort im Frühjahr und Sommer mesophile *Agrostis/Festuca*-Bestände bevorzugten, während sie im Herbst und Winter oligotrophente, von Sauergräsern beherrschte Gesellschaften aufsuchten. Erst im Februar, dem Monat größter Nahrungsknappheit, waren die Rinder im Naturschutzgebiet Höltigbaum gezwungen, leicht überdurchschnittlich lange auf magerem Grünland zu fressen.

Die Heidschnucken hingegen hielten sich zum Fressen sowohl im Sommer als auch im Winter vornehmlich im trockenen und mageren Grünland auf. Auch sie zeigten im Januar und Februar eine noch intensivere Nutzung ihrer grundsätzlichen Präferenzbereiche, indem sie noch häufiger in trockenen Magerrasen und Trittrasengesellschaften fraßen als in den übrigen Monaten. Deutlicher als jahreszeitliche Verhaltensunterschiede waren also Verhaltensunterschiede zwischen Rindern und Heidschnucken. Die Raumannsprüche der beiden Arten scheinen weitgehend komplementär.

3.2 Halten sich Weidetiere in Gehölzen auf bzw. schädigen sie Gehölze?

Die GPS-Untersuchungen zeigten, dass junge Birkenbestände in den Sommermonaten sowohl von Rindern als auch von Heidschnucken gemieden wurden (siehe Beitrag II, Abb. 7 und 8). Allerdings konnte ich beobachten, dass sowohl Rinder als auch Heidschnucken in Zeiten des Nahrungsmangels und insbesondere bei Schneelage junge Gehölze schädigten. Gerade nach einem langen und kalten Winter bezeugten zahlreiche befressene und heruntergebrochene

Birken den Einfluss der Weidetiere. Zu dieser Zeit hielten sich vornehmlich die Heidschnucken in den Birkenbeständen auf. Nach Winkel & Kuprian (2001) können Heidschnucken 25 % ihrer Fresszeit an Gehölzen verbringen. Daraus folgt, dass diese bei der Eindämmung des Birkenaufwuchses eine weitaus bedeutendere Rolle spielen als die Rinder. Bokdam & Gleichman (2000) konstatierten, dass eine ausschließliche Rinderbeweidung das Aufkommen von Birken in einer Heidelandschaft nicht verhindern konnte. Eine ganzjährige Beweidung mit Heidschnucken erscheint also notwendig, wenn diese zum Ziel haben soll, Birken zurückzudrängen. Weißdorne wurden sowohl von Schafen als auch von Rindern im Frühjahr gefressen. Letal geschädigt wurden sie von den Weidetieren in der Regel aber nicht. Grundsätzlich war festzustellen, dass beide Weidetierarten offenes Gelände leicht überdurchschnittlich oft nutzten.

Neben dem artspezifischen Verhalten der Weidetiere ist bezüglich des Gehölzverbisses auch die Versorgung mit Mineralfutter zu berücksichtigen. Bei einem ausreichend großen Mineralfutterangebot stellen z.B. Rinder das Schälen von Gehölzen ein (Zahn et al. 2003). Über das Mineralfutter lässt sich daher teilweise die Verbissintensität an den Gehölzen steuern. Im Projektverlauf wurde den Weidetieren nur wenig Mineralfutter gegeben, so dass der Verbiss von Gehölzen eher hoch und zeitweise essentiell für die Weidetiere war.

Die Überlebenswahrscheinlichkeit junger Einzeleichen (*Quercus robur*) stieg mit zunehmender Höhe (siehe Beitrag II, Abb. 10). Bäume, die eine Höhe von 2,80 erreicht hatten, entwachsen dem Einflussbereich der Tiere. Langästige Jungbäume bis 2 m Höhe hingegen, die sich in der Brachezeit vor dem Beginn der Beweidung ansiedelten, zeigten eine hohe Ausfallquote. Junge Eichen, die sich erst während der Beweidung etablierten, bildeten viele Kurztriebe, waren breitwüchsig oder halbkugelig und entzogen sich so dem starken Verbiss durch das Weidevieh.

Besonders die Ränder von Dornsträuchern können der Eiche geeignete Startmöglichkeiten bieten (Vera 2000). Dennoch können mehrere Jahrzehnte vergehen, bevor diese Bäume dem Fraßbereich der Rinder entwachsen sind (Schwabe & Kratochwil 1987). Die Entwicklung einer artenreichen Hudelandschaft, wie sie von Aßmann & Falke (1997) beschrieben wird, mit markanten Einzelbäumen, die wiederum epiphytischen Kryptogamen, xylobionten Käfern oder Fledermäusen Lebensraum bieten, ist also ein äußerst langer Prozess.

Langfristig wird sich im Offenland aber die Eiche durchsetzen und eine offene Gehölzlandschaft prägen (Vera 2000). Bei der Eiche (*Quercus robur*) decken sich außerhalb von Weidelandschaften das Potenz- und das Existenzoptimum nur wenig (Härdtle et al.

2004). Erst durch die Beweidung erfährt die Eiche einen entscheidenden Konkurrenzvorteil, der es ihr ermöglicht das gesamte Spektrum von Rotbuchenstandorten zu besiedeln.

3.3 Von welchen Faktoren wird das jeweilige Raumnutzungsverhalten der Weidetiere maßgeblich beeinflusst?

Die Regressionsmodelle zeigen, dass die Raumnutzung der untersuchten Weidetiere nicht zufällig, sondern von den aufgeführten Umweltvariablen abhängig war (siehe Beitrag III, Table 2). Die berechneten Modelle erklären 34 % der Raumnutzung der Rinder im Winter und Sommer. Die Raumnutzung der Heidschnucken wird zu 56 % im Winter und zu 48 % im Sommer erklärt. Die Raumnutzung der Rinder war in erster Linie abhängig von der Wasserverfügbarkeit. Dabei spielten im Winter vor allem die natürlichen Wasserstellen eine prominente Rolle, deren Doppelnutzen als Tränke und Futterstelle darin deutlich wird, dass die Aufenthaltshäufigkeit zudem mit dem Auftreten der Flatterbinse (*Juncus effusus*) in Verbindung stand. Stroh et al. (2004) stellten anhand ihrer Untersuchungen im Emsland fest, dass die Fraßintensität der Rinder mit der mittleren Feuchtezahl der Vegetation nach Ellenberg et al. (1992) koinzidierte. Vorliegende Untersuchungen, vor allem die berechneten Präferenzindizes bestätigen einen solchen Zusammenhang. Letztlich bestimmt aber nicht eine feuchteliebende Vegetation die Raumnutzung, sondern die direkte Verfügbarkeit von Wasser. Im Sommer, als das Wasser in den natürlichen Gewässern zurückging, wurde die Raumnutzung der Rinder maßgeblich von der Nähe zur Tränke bestimmt. Vegetationsbezogene Umweltvariablen waren von nachrangiger Bedeutung. Eine negative Korrelation mit der Reaktionszahl der Vegetation sowie eine positive Korrelation mit dem Auftreten des Rot-Schwingels (*Festuca rubra* agg.) lassen aber erkennen, dass die Rinder aufgrund winterlichen Nahrungsmangels in gewissem Maße gezwungen waren, auf mageres Grünland auszuweichen. Grundsätzlich bestimmte der Flüssigkeitsbedarf die Raumnutzung der Rinder stärker als Ansprüche an die Nahrung.

Bestimmend für die Raumnutzung der Heidschnucken waren im Sommer als auch im Winter die Entfernung zum Zaun, die Nähe zum Unterstand sowie die Geländehöhe. Grundsätzlich bevorzugten sie Flächen im zentralen, höher gelegenen Bereich der Weidelandschaft. Besonders bei extremen Wetterlagen weideten die Heidschnucken in der Umgebung ihres Unterstandes, den sie zum Schutz vor Frost, Sturm, Regen und Hitze aufsuchten. Stärker als bei den Rindern wurde die Raumnutzung der Heidschnucken aber auch von Vegetationsparametern bestimmt. Im Winter korrelierten die Fraßplätze der Heidschnucken

negativ mit Reaktionszahl und Temperaturzahl der Vegetation, während des Sommers waren eine geringe Vegetationshöhe und ein geringer Futterwert bestimmend. Diese Variablen sind bezeichnend für das magere Grünland im Untersuchungsgebiet. Die Ergebnisse decken sich mit den ermittelten Präferenzindizes der Heidschnucken, wonach diese trockenere und mageres Grünland bevorzugten. Während beider Jahreszeiten wurde eine positive Korrelation mit einer hohen Evenness der Vegetation festgestellt. Innerhalb des trockenere und mageren Grünlands resultiert dieses hohe Maß der Gleichverteilung in erster Linie aus einer großen Artenvielfalt. Eine Bevorzugung artenreicher Pflanzenbestände deutet wiederum auf ein selektives Nahrungsaufnahmeverhalten der Heidschnucken hin.

Grundsätzlich erwies sich die Raumnutzung der Heidschnucken auf der Basis der berücksichtigten Parameter als besser vorhersehbar als die der Rinder, was vermutlich daraus resultiert, dass erstere einen weitaus geringeren Flüssigkeitsbedarf haben. Ihre Raumnutzung wurde deshalb nicht von der Wasserverfügbarkeit bestimmt, einem Faktor, der in dem niederschlagsarmen Untersuchungsjahr für die Rinder zusätzlich an Bedeutung gewann, da der Biomassezuwachs geringer ausfiel als in Durchschnittsjahren. Owens et al. (1991) stellten fest, dass die Raumnutzung von Rindern weitgehend von vegetationsbezogenen Faktoren bestimmt wurde, solange ausreichend Grünfutter zur Verfügung stand, während abiotische Faktoren an Bedeutung gewannen, wenn das Futter begrenzt war. Folglich wird die Raumnutzung stärker vom Zufall bestimmt, wenn die Biomasse abnimmt. Owens et al. (1991) begründen diesen Zusammenhang damit, dass Rinder bei einem reichen Nahrungsangebot selektiver fressen als wenn nur wenig Futter zur Verfügung steht. Diese selektivere Nahrungsaufnahme wiederum hat eine geringere Varianz der Raumnutzung zur Folge.

Da Heidschnucken grundsätzlich weniger Futter benötigen und selektiver fressen als Rinder (Süß 2004, Rook & Tallowin 2003, Porzig & Sambras 1991), schlug sich ein Nahrungsmangel kaum in einer geringeren Varianz nieder.

Allgemein wurde die Raumnutzung von Rindern und Heidschnucken in erster Linie von Weideeinrichtungen, der Position der Tränke und des Unterstandes sowie dem Verlauf des Zauns bestimmt. Dabei kam dem Einfluss der Wasserverfügbarkeit aufgrund des trockenere Untersuchungsjahr eine ungewöhnlich hohe Bedeutung zu. Schafe scheinen hingegen grundsätzlich eine hohe Affinität zu ihrem Unterstand zu besitzen (vgl. auch Armstrong & Robertson 2000).

Aufgrund der ausschlaggebenden Bedeutung von Weideeinrichtungen wie Tränken, Ställen und Zäunen, sollte deren Positionierung zentraler Bestandteil von Planungen zukünftiger Weidelandschaften sein (vgl. Bailey 2005, Launchbaugh et al. 2005).

3.4 Ist es sinnvoll, gemischtartige Herden einzusetzen?

Zur Erlangung einer hohen Pflanzenvielfalt wird die Rinderbeweidung allgemein als effektiver angesehen als eine Beweidung mit Schafen oder Pferden (Pykälä 2002, Pott & Hüppe 1994). Der Grund wird hauptsächlich darin gesehen, dass Rinder weniger selektiv fressen (Pykälä 2000). Große Pflanzenfresser haben außerdem eine hohe Bedeutung bezüglich der Ausbreitung von Pflanzen, da sie große Mengen an Samen aufnehmen und diese im größeren Verdauungstrakt eine höhere Überlebenswahrscheinlichkeit haben. Außerdem schaffen sie durch Vertritt und Dunghaufen Regenerationsnischen (Bakker & Olf 2003). Eine Rolle spielen dabei das höhere Eigengewicht der Rinder im Gegensatz zu Heidschnucken sowie größere Klauen. Zudem bevorzugten die Rinder im Untersuchungsgebiet Flächen mit feuchterem Untergrund, die aufgrund ihrer hohen Plastizität des Bodens störanfälliger sind. Entsprechend war die Schaffung von Pionierstandorten im Untersuchungsgebiet vornehmlich auf den Einfluss der Rinder zurückzuführen. Es entstanden an Gewässern ausgedehnte Rohbodenflächen, die von seltenen und gefährdeten Pionierarten besiedelt wurden. Der wiederkehrende, aber unregelmäßige Vertritt der Uferbereiche bot Zwergbinsengesellschaften und anderen Therophytenfluren gute Möglichkeiten, sich zu etablieren (siehe Beitrag I).

Eine ausschließliche Beweidung mit Rindern allerdings hätte die Verbrachung des mageren Grünlands voranschreiten lassen, da dieses von den Rindern grundsätzlich gemieden wurde, während die Heidschnucken es ganzjährig nutzten. Hier können durch den selektiven Verbiss der Heidschnucken von z. B. Blüten und saftigen Pflanzenteilen Stickstoff, Phosphor und Kalium entzogen und somit eine gezielte Aushagerung erreicht werden (Brenner et al. 2004). Dementsprechend ist eine Ausbreitung trockener Magerrasen im Untersuchungsgebiet (siehe Beitrag I) vornehmlich dem Weideeinfluss der Heidschnucken zuzuschreiben.

Bullock et al. (2001) kamen zu dem Ergebnis, dass eine Beweidung mit Schafen im Frühjahr die Pflanzenartenvielfalt von mesotrophem Grünland erhöhte. Eine Winterbeweidung hatte zwar keine Konsequenzen für die Biodiversität, doch sind erst im Winter nennenswerte Schädigungen aufkommender Gehölze zu erwarten. Das Monitoring der Weidetiere zeigte, dass die Heidschnucken bei der Zurückdrängung des Birkenaufwuchses zumindest eine bedeutendere Rolle spielten als die Rinder.

Eine Heidschnuckenherde allein hätte wiederum kaum positive Effekte auf Gewässer und Feuchtgebiete gehabt. Erst die komplementären Raumanprüche der beiden Arten führten zu einer Nutzung aller Lebensräume der Weidelandschaft. Nach Auffassung von WallisDeVries et al. (1998) ist zudem davon auszugehen, dass Weidetierarten mit komplementären

Nahrungsansprüchen komplexere Effekte auf die Vegetation haben. Sich in ihren Ansprüchen ergänzende Arten tragen also zu einer Erhöhung der Struktur- und Artenvielfalt der Vegetation bei.

Eine naturschutzorientierte Beweidung halboffener Weidelandschaften mit Tieren, deren Ansprüche sich ergänzen, ist allerdings immer nur unter der Voraussetzung geringer Besatzdichten zielführend. Anderenfalls würde solch gemischte Beweidung zu einer stärkeren Uniformität der Landschaft führen (WallisDeVries et al. 1998), die aus Sicht des Naturschutzes nicht gewünscht ist. Eine extensive Beweidung vorausgesetzt, erscheint die gemischtartige Beweidung mit Rindern und Heidschnucken ideal für die Pflege und Erhaltung halbnatürlicher Landschaften.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen danken, die zum Entstehen dieser Arbeit beigetragen haben. Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. Werner Härdtle für die Betreuung der Arbeit und die kritische Durchsicht der Manuskripte. Herrn Prof. Dr. Thorsten Aßmann danke ich für die Übernahme des Koreferates.

Stephan Lehmann war maßgeblich an der Entwicklung der Idee beteiligt und machte mich mit der Satellitennavigation bekannt. Dieter Stengel und Hartmut Meyer tüftelten an der technischen Umsetzung, konstruierten und optimierten die GPS-Halsbänder und standen mir immer mit Rat und Tat zur Seite.

Inge Eischeid, Dr. Veit Hennig und Dr. Jürgen Dengler unterstützten mich bei der Datenverarbeitung. Inge und Veit versorgten mich mit aufbereitetem Kartenmaterial, beantworteten geduldig meine Fragen rund um das Thema GIS und lösten unzählige Computerprobleme. Jürgen half mir bei der Bearbeitung der Vegetationsaufnahmen und war darüber hinaus ein konstruktiver Korrekturleser und zuverlässiger Ansprechpartner in allen fachlichen Fragen.

Dr. Ulrich Mierwald und Heiko Grell mit ihrem ansteckenden Enthusiasmus danke ich für die gemeinsamen Geländebegehungen und viele anregende Gespräche. Jutta Sandkühler und die Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein boten immer eine Anlaufstelle vor Ort und sorgten für einen regen Informationsaustausch. Uwe Schneider und Georg Lutz, den Tierhaltern vom Verein Jordsand und dem Gut Wulfsdorf, danke ich für die gute Zusammenarbeit.

Allen Mitdoktoranden, insbesondere Agnes Friedel und Silke Fottner, danke ich für den kollegialen und freundschaftlichen Umgang, Unterstützung und Aufmunterung in allen Lebenslagen.

Nicht zuletzt gilt mein Dank dem Bundesamt für Naturschutz (BfN), das die Arbeit im Rahmen des E+E-Vorhabens „Halboffene Weidelandschaft Höltigbaum“ finanziell förderte.

Literatur

- Armstrong, H. M., Robertson, A., 2000. Energetics of free-ranging large herbivores: when should costs affect foraging behaviour? *Can. J. Zool.* 78: 1604-1615.
- Aßmann, T., Falke, B., 1997. Bedeutung von Hudelandschaften aus tierökologischer Sicht. In: Klein, M., Riecken, U., Schröder, E. (Bearb.) 1997. Alternative Konzepte des Naturschutzes für extensiv genutzte Kulturlandschaften. Schriftenr. Landschaftspflege Naturschutz 54: 129-144.
- Bailey, D. W., 2005. Identification and creation of optimum habitat conditions for livestock. *Rangel. Ecol. Manage.* 58: 109-118.
- Bailey, D. W., Gross, J. E., Laca, E. A., Rittenhouse, L. R., Coughenour, M. B., Swift, D. M., Sims, P. L., 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *J. Range Manage.* 49: 386-400.
- Bakker, E. S., Olf, H., 2003. Impact of different-sized herbivores on recruitment opportunities for subordinate herbs in grasslands. *J. Veg. Sci.* 14: 465-474.
- Behrens, H., Hamann, K. T., Seefeldt, G., 1993. Die Graue Gehörnte Heidschnucke. Kommunalverlag Lüneburger Heide, Melbeck, 84 S.
- Bignal, E. M., McCracken, D. I., 1996. Low-intensity farming systems in the conservation of the countryside. *J. Appl. Ecol.* 33: 413-424.
- Bokdam, J., Gleichman, J. M., 2000. Effects of grazing by free-ranging cattle on vegetation dynamics in a continental north-west European heathland. *J. Appl. Ecol.* 37: 415-431.
- Brenner, S., Pfeffer, E., Schumacher, W., 2004. Extensive Schafbeweidung von Magerrasen im Hinblick auf Nährstoffentzug und Futterselektion. *Natur und Landschaft* 79: 167-74.
- Briemle, G., Nitsche, S., Nitsche, L., 2002. Nutzungswertzahlen für Gefäßpflanzen des Grünlandes. In: Klotz, S., Kühn, I., Durka, W. (Hrsg.), BIOLFLOR – Eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland. Schriftenr. Vegetationskd. 38: 203-225.
- Bullock, J. M., Franklin, J., Stevenson, M. J., Silvertown, J., Coulson, S. J., Gregory, S. J., Tofts, R., 2001. A plant trait analysis of responses to grazing in a long-term experiment. *J. Appl. Ecol.* 38: 253-267.
- Dierschke, H., 1994. Pflanzensoziologie – Grundlagen und Methoden. Ulmer, Stuttgart, 683 S.
- Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulßen, D., 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobot.* 18: 67-153.
- Ganskopp, D., 2001. Manipulating cattle distribution with salt and water in large aridland pastures: a GPS/GIS assessment. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 73: 251-262.
- Gordon, I. J., 1989. Vegetation community selection by ungulates on the Isle of Rhum. II. Vegetation community selection. *J. Appl. Ecol.* 26: 53-64.
- Härdtle, W., Ewald, J., Hölzel, N., 2004. Wälder des Tieflandes und der Mittelgebirge. Ulmer, Stuttgart, 252 S.
- Hart, R. H., Bissio, J., Samuel, M. J., Waggoner, J. W., 1993. Grazing systems, pasture size, and cattle grazing behaviour, distributions and gains. *J. Range Manage.* 46: 81-87.

- Hüppe, J. 1997. Vegetationsdynamik in "halboffenen Hudelandschaften" – Abhängigkeit von Nutzungsintensität und natürlichen Ausgangsbedingungen sowie Anforderungen an künftige Naturschutzziele. *Schriftenr. Landschaftspflege Naturschutz* 54: 145-159.
- Illius, A. W., Gordon, I. J. 1993. Diet selection in mammalian herbivores: constraints and tactics. In: Hughes, R. N. (Hrsg.), *Diet selection: an interdisciplinary approach to foraging behaviour*. Blackwell, Oxford, S. 157-181.
- Ivlev, V. S., 1961. *Experimental Ecology of the feeding of fishes*. Yale Univ. Press, New Haven, 302 S.
- Jacobs, J., 1974. Quantitative measurement of food selection. A modification of the forage ratio and Ivlev's electivity index. *Oecologia* 14: 413-417.
- Korneck, D., Schnittler, M., Klingenstein, F., Ludwig, G., Takla, M., Bohn, U., May, R., 1998. Warum verarmt unsere Flora? Auswertung der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. *Schriftenr. Vegetationskd.* 29: 299-444.
- Launchbaugh, K. L., Howery, L. D. 2005. Understanding landscape use patterns of livestock as a consequence of foraging behavior. *Rangel. Ecol. Manage.* 58: 99-108.
- Obst, M., Scheibe, K. M., 2001. Untersuchungen zur Biorhythmik, Raumnutzung und sozialen Organisation extensiv gehaltener Heckrinder im Naturschutzgebiet „Falkenberger Rieselfelder“ im Norden Berlins. *Natur Kulturlandschaft* 4: 281-289.
- Owens, M. K., Launchbaugh, K. L., Holloway, J. W., 1991. Pasture characteristics affecting spatial distribution of utilization by cattle in mixed brush communities. *J. Range Manage.* 44: 118-123.
- Pinchak, W. E., Smith, M. E., Hart, R. H., Waggoner, J. W., 1991. Beef cattle distribution patterns on foothill range. *J. Range Manage.* 44: 267-275.
- Porzig, E., Sambras, E. E., 1991. *Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere*. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 404 S.
- Pott, R., Hüppe, J., 1994. Weidetiere im Naturschutz – Bedeutung der Extensivbeweidung für die Pflege und Erhaltung nordwestdeutscher Hudelandschaften. *LÖBF-Mitt.* 105: 10-16.
- Pykälä, J., 2002. Effects of restoration with cattle grazing on plant species composition and richness of semi-natural grasslands. *Biodiv. Conserv.* 12: 2211-2226.
- Pykälä, J., 2000. Mitigating human effects on European biodiversity through traditional animal husbandry. *Conserv. Biol.* 14: 705-712.
- Redecker, B., Finck, P., Härdtle, W., Riecken, U., Schröder, E. (Hrsg.), 2002. *Pasture Landscapes and Nature Conservation*. Springer, Berlin Heidelberg, New York, 435 S.
- Riecken, U., Klein, M., Schröder, E., 1997. Situation und Perspektiven des extensiven Grünlandes in Deutschland und Überlegungen zu alternativen Konzepten des Naturschutzes am Beispiel der Etablierung halboffener Weidelandschaften. *Schriftenr. Landschaftspflege Naturschutz* 54: 7-23.
- Rook, A. J., Dumont, B., Isselstein, J., Osoro, K., WallisDeVries, M. F., Parente, G., Mills, J. 2004. Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures - a review. *Biol. Conserv.* 119: 137-150.
- Rook, A. J., Tallwin, J. R. B., 2003. Grazing and pasture management for biodiversity benefits. *Anim. Res.* 52: 181-189.

- Rutter, S. M., Beresford, N. A., Roberts, C., 1997. Use of GPS to identify the grazing areas of hill sheep. *Comput. Electron. Agric.* 17: 177-188.
- Sambraus, H. H., 1991. *Nutztierkunde*. Ulmer, Stuttgart, 377 S.
- Sandkühler, J., 2004. Die Halboffene Weidelandschaft als landwirtschaftlicher Betriebszweig – Erfahrungen aus dem Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben „Halboffene Weidelandschaft Höltigbaum“. *Schriftenr. Landschaftspflege Naturschutz*, 78: 293-302.
- Schlecht, E., Hülsebusch, C., Mahler, F., Becker, K., 2004. The use of differentially corrected global positioning system to monitor activities of cattle at pasture. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 85: 185-202.
- Schwabe, A., Kratochwil, A., 1987. Weidbuchen im Schwarzwald und ihre Entstehung durch Verbiß des Wälderviehs – Verbreitung, Geschichte und Möglichkeiten der Verjüngung. *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 49, 120 S.
- Stroh, M., Kratochwil, A., Schwabe, A., 2004. Fraß- und Raumnutzungseffekte bei Rinderbeweidung in halboffenen Weidelandschaften: Leitbildflächen und Restitutionsgebiete im Emsland (Niedersachsen). In: NNA (Hrsg.), *Beweidung und Restitution als Chancen für den Naturschutz? NNA-Ber.* 17: 133-146.
- Süß, K., 2004. Fraß- und Raumnutzungsverhalten bei sukzessiver Multispecies-Beweidung mit Wiederkäuern (Schafe) und Nicht-Wiederkäuern (Esel) in Sand-Ökosystemen. In: Schwabe, A., Kratochwil, A. (Hrsg.), *Beweidung und Restitution als Chancen für den Naturschutz? NNA-Ber.* 17: 127-132.
- Turner, L. W., Udal, M. C., Larson, B. T., Shearer, S. A., 2000. Monitoring cattle behaviour and pasture use with GPS and GIS. *Can. J. Anim. Sci.* 80: 405-413.
- Vera, F. W. M., 2000. *Grazing Ecology and Forest History*. CABI, Wallingford, 506 S.
- WallisDeVries, M. F., Bakker, J. P., Van Wieren, S. E., 1998. *Grazing and Conservation Management*. *Conservation Biol. Ser.*, 363 S.
- Westhoff, V., Maarel, E. van der, 1973. The Braun-Blanquet-Approach. In: Whittaker, R. H. (Hrsg.), *Ordination and classification of communities*. Junk, The Hague, *Handbook of Vegetation Science* 5: 617-726.
- Winkel, S., Kuprian, M., 2001. Naturschutz andersrum – das BUND-Schnucken-Projekt – Aufbau einer Landschaftspflege-Schafherde zur Erhaltung und Entwicklung der standortstypischen Biodiversität in FFH-Gebieten des Großraumes Rhein-Main. *Jahrbuch Naturschutz Hessen* 6: 159-168.
- Zahn, A., Meinel, M., Niedermeier, U., 2003. Auswirkungen extensiver Rinderbeweidung auf die Vegetation einer Feuchtbrache – Vegetationsentwicklung und Verbiss einer Galloway-Standweide über fünf Jahre. *Naturschutz Landschaftsplanung* 35: 171-178.

Pasture landscapes in Germany – progress towards sustainable use of agricultural land

Werner Härdtle¹, Ulrich Mierwald², Thomas Behrends¹, Inge Eischeid², Annick Garniel², Heiko Grell², Dorothee Haese¹, Antje Schneider-Fenske², Norbert Voigt²

¹Institute for Ecology and Environmental Chemistry, University of Lüneburg, Germany

²Kiel Institute for Landscape Ecology, Germany.

Abstract

This article first gives a short description of the situation of agriculture in Germany, with special reference to the development of land use. During the last decade an increase in the intensity of agricultural land use took place in some areas, while in other areas, especially in marginal areas, the amount of land used for agriculture has decreased steadily. As a consequence, formerly extensively utilized marginal areas became fallow. Red Data Books in Germany show that a great number of plant and animal species that are endangered or threatened with extinction are concentrated in extensively utilized agricultural landscapes. Therefore the development outlined above creates special problems for species and habitat conservation.

Secondly, the article describes the idea of "semi-open pasture landscapes" as an alternative to common concepts of cultivation or management of marginal areas (e.g. poor quality grasslands). In many respects the establishment of semi-open pasture landscapes can be based on existing agricultural practices that are traditional or specific to particular areas. In contrast to traditional forms of agricultural practice, the object of "semi-open pasture landscapes" is to combine both economic and ecological requirements. This would enable the continuation of the extensive use of many marginal areas in Germany as well as the preservation of landscapes valuable for nature conservation and species protection. As an example, the trial and development project "Semi-open Pasture Landscape Höltigbaum" is presented and first results of the research project are reported.

1 Introduction: The development of land use in the Federal Republic of Germany

Until 1997 some 54% of the land surface of the Federal Republic of Germany was in agricultural use (Fig. 1). Because of the fundamental changes in the structure of agriculture that have been taking place for more than a decade now, some parts of these farm lands have been subject to a steady increase in the intensity of agricultural use while in other areas, and especially in marginal areas, the amount of land in use for agriculture has decreased steadily.

Figure 2 illustrates that the area of land under agricultural use in Germany decreased by some 1.8% between 1993 and 1997.

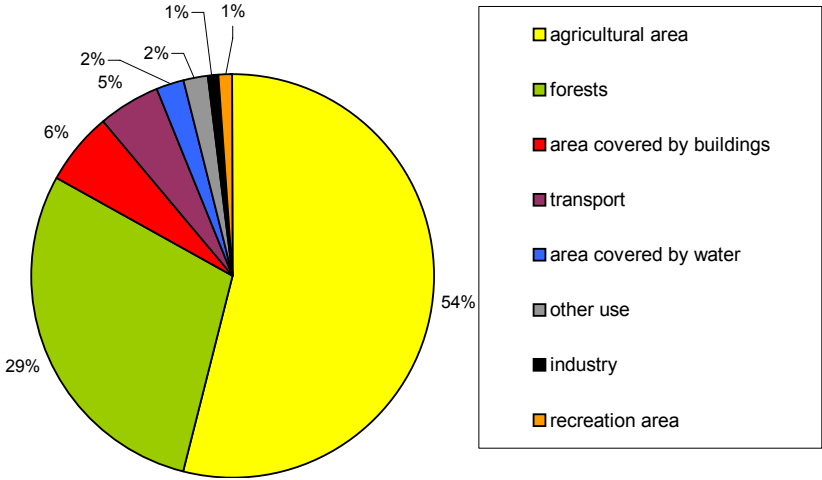


Fig. 1. Land use in Germany in 1997 (after BfN 1999)

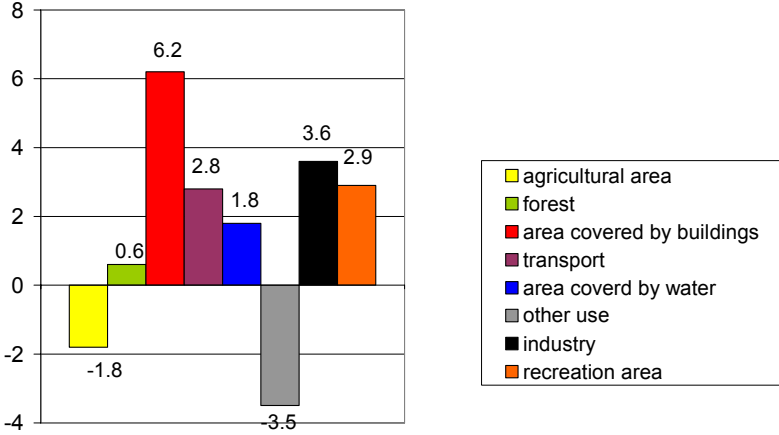


Fig. 2. Changes in land use in Germany between 1993 and 1997, in % (after BfN 1999)

If this decrease is set against the actual type of agricultural land use (Fig. 3), it is clear that the losses have been particularly heavy among meadows, extensively used pastures such as mountain pastures or rough grazing, and meadows mown for animal bedding. On the other hand the area of intensively used land with a combination of haymaking and grazing has increased by 22%.

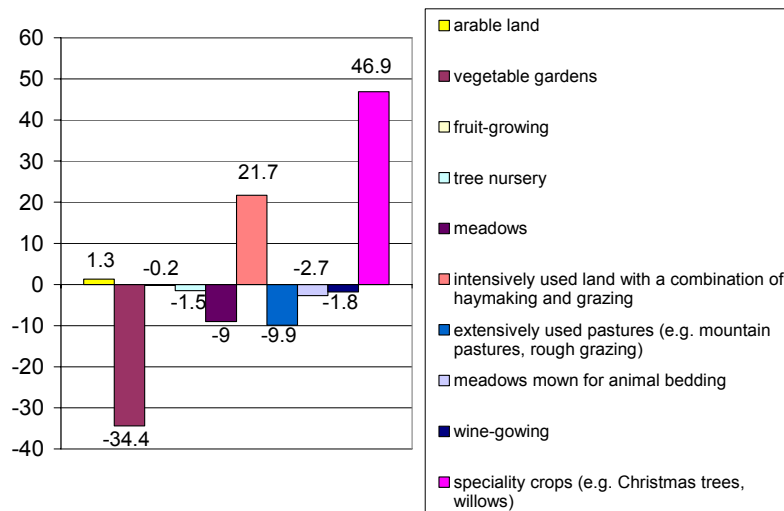


Fig. 3. Changes in the use of agricultural land in Germany between 1993 and 1997, in % (after BfN 1999)

This intensification of land use on the one hand and the complete abandonment of extensive land use on the other create special problems for species and habitat conservation as they mainly affect extensively utilized agricultural landscapes, which are particularly significant for biological diversity. The analysis of Red Data Books show that the majority of plant and animal species that are endangered or are threatened with extinction are concentrated in extensively utilized agricultural areas (HÜPPE 1997, KORNECK et al. 1998). It must be emphasized that leaving land to become fallow once it is no longer being used for agricultural production does not increase the chances of survival for plants and animals that are characteristic of open landscape habitats because the factors that determine habitat quality (e.g. provision of food, light, temperature) then change.

2 Pasture landscapes in Germany

As an alternative to the common concepts of cultivation or management of marginal areas (e.g. poor quality grasslands) the concept of "semi-open pasture landscapes" may be useful (BUNZEL-DRÜKE 1997). In many respects the development of semi-open pasture landscapes can be based on existing agricultural practices that are traditional or specific for particular areas (RIECKEN et al. 1997), e.g. forest pastures or rough herding. However, in contrast to many traditional forms of agricultural practice, the object of semi-open pasture landscapes is to combine the use of pastures with a minimum amount of supervision necessary for the grazing animals. This would enable – from an economic point of view – a reduction in running costs and thus the continuation of the extensive use of marginal areas, preserving

landscapes valuable for nature conservation and species protection as well. Figure 4 gives an overview of the location of marginal areas (so called peripheral areas) in Germany and thus an indication of areas where in future the abandonment of agricultural land use may be expected (cf. LUICK and BIGNAL 2002).

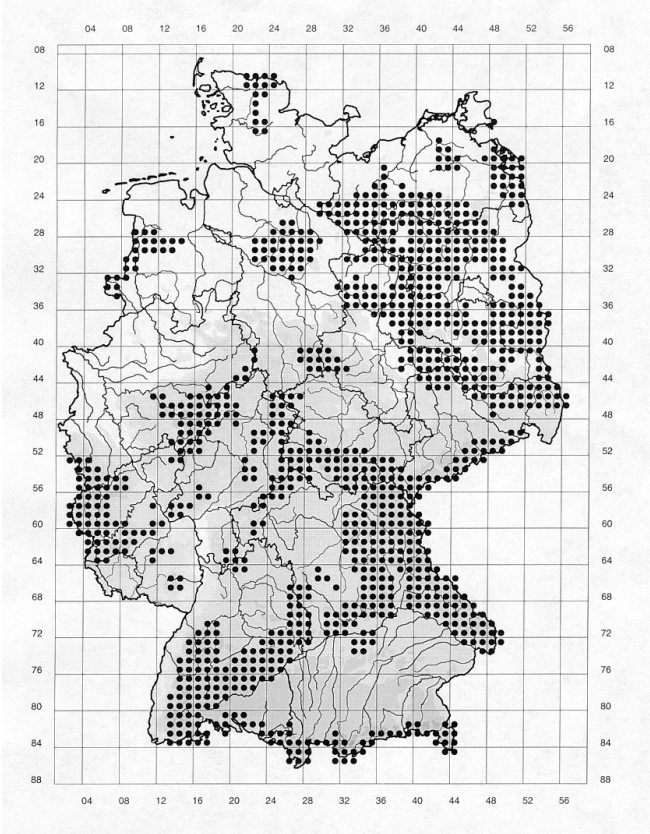


Fig. 4. Overview of the location of marginal areas (so called peripheral areas) in Germany, *i.e.* an indication of areas where in future the abandonment of agricultural land use may be expected (after RIECKEN et al. 1997)

Table 1. Research projects on pasture landscapes in Germany supported by the Ministry of Education and Research (BMBF; 1-6) or the Federal Nature Conservation Agency (BfN; 7-9)

Project title	Area	Grazers	Size	Duration	Responsible Institution
1 Pig pasture	five plots near Höxter, Lenzen (Elbe River), Tieringen	pigs	18 ha	1999 – 2002	University of Marburg
2 Pasture landscape “Eidertal”	near Kiel	cattle	250 ha (400 ha)	1999 – 2004	University of Kiel
3 Co-operative grazing systems (“Allmende”) in pre-Alpine morainic landscapes	southwest Bavaria	cattle	50 – 150 ha	1999 – 2004	University of Stuttgart
4 Restoration and dynamics of sand ecosystems in Lower Saxony “Hasetal”	near Osnabrück	horses, cattle, sheep	35 ha	2000 – 2003	Universities of Darmstadt, Osnabrück and Lüneburg
5 Restoration and dynamics of sand ecosystems in the region of Hesse	near Darmstadt	sheep, goats, pigs, donkeys	60 ha	2000 – 2003	University of Darmstadt
6 MOSAIK	near Würzburg (Hassberge)	goats	7.2 ha	2000 – 2003	Universities of Oldenburg,
	Müritz National Park	cattle, sheep	300 ha	2000 – 2003 (grazing since 1969)	Marburg and Rostock Environmental Research Centre Leipzig
7 Trial and development project “Solling”	near Höxter	cattle, horses	170 ha	2000 – 2005	University of Paderborn
8 Trial and development project Pasture Landscape “Höltigbaum”	Hamburg / Schleswig-Holstein	cattle, sheep	220 ha	2000 – 2005	University of Lüneburg Kiel Institute for Landscape Ecology
9 Trial and development project “Mittelrhein”	near Bingen/Lahnstein	mouflon, goats	65 ha	2001 – 2004 (in prep.)	Universities of Regensburg, Mainz and Trier

In Germany many research projects have been carried out over the past years focusing on the prospects for and perspectives of semi-open pasture landscapes. These projects are partly supported by the German Ministry of Education and Research or the Federal Nature Conservation Agency (Table 1). In order to develop semi-open pasture landscapes, the largest possible areas within the selected pilot zones have been fenced off, and animals have been herded into them to remain there grazing all year round, with minimal supervision and in a "semi-wild" state. For all projects it is essential to determine the carrying capacity of each of these pasture areas with regard to the number of grazing animals. This is the only way to ensure that there is sufficient food for the animals throughout the year, so that additional fodder only has to be provided for short periods in the winter or – ideally – not at all.

Semi-open pasture landscapes include the possibility of combining the mode of land use outlined above with other forms of use, e.g. an occasional regime of more intensive grazing or supplementary grazing by other herbivorous animals, or with cultivation measures such as mowing or scrub removal. All projects involve considerable costs in the initial phase, during which a herd of robust livestock is established and grazing regimes are tested. On the other hand there are considerable savings even in the medium term through the reduced deployment of machinery, which might otherwise be used to keep the landscape areas in an open state. An economic analysis is required to determine what income is feasible with a more or less regular removal of animals as livestock numbers grow. The size of pasture landscapes in Germany currently varies between only a few hectares and up to some 500 ha. Considering pasture projects in other countries of Europe (e.g. Great Britain or the Netherlands), which are carried out in much bigger research areas, it would be desirable to enlarge the area of German projects as soon as possible.

3 The semi-open pasture landscape Höltigbaum

In the following, the Trial and Development Project "Semi-open Pasture Landscape Höltigbaum" is described as an example of pasture projects in Germany. The principal sponsor for this project is the Schleswig-Holstein Nature Conservation Foundation, supported by the Federal Nature Conservation Agency. The associated scientific research, which is also financed by the Federal Nature Conservation Agency, is being conducted by the University of Lüneburg (Institute of Ecology and Environmental Chemistry) in cooperation with the Kiel Institute for Landscape Ecology.

The Höltigbaum Nature Reserve covers 540 ha northeast of Hamburg, partly in the territory of the city state of Hamburg and partly in the regional state of Schleswig-Holstein (Fig. 5). The project area comprises 230 ha of this land. Until 1992 the area was under military use. Military vehicles (including tanks) took part in exercises here so that large parts of the area looked as though they had been rough-ploughed (Fig. 6). Pioneer plant communities characteristic of disturbed areas developed. Apart from military exercises, large areas were also extensively farmed, without any significant input of mineral fertilizer or manure. As a result, a continuously changing mosaic of different habitats evolved with a succession of stages of various ages, beginning with the pioneer communities of open ground, which develop into grassland or marginal land and – later on – to more or less densely closed areas of scrub (cf. HANSKI 1994).



Fig. 5. Aerial photograph of the Höltigbaum nature reserve and pastureland (2000)

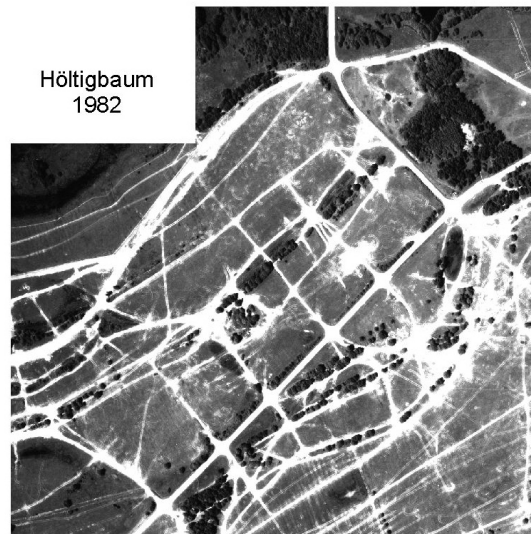


Fig. 6. Aerial photograph of the north-western part of the Höltigbaum area (now a nature reserve) under military use in 1982

A complex of habitats evolved which was characterized by meso- to oligotrophic conditions as well as by periodic disturbances, and which offered a safe haven for many species that are nowadays rare or threatened in agricultural landscapes (cf. OWEN 1980, INUF 1993, ROTHAUPT and VOGEL 1996, KPF and KIFL 1997).

Within a few years after military use ceased in 1992, the landscape of the Höltigbaum area changed dramatically: As the aerial photograph taken in 1995 shows (Fig. 7), the previously open areas disappeared under a rapidly developing grass cover – and within an astonishingly short time shrubs or even groups of trees established themselves over large parts. Figure 8 gives an overview of the changes in the vegetation structure between 1982 and 1999. Especially the area of scrub and trees increased, whereas ‘rough-ploughed’ areas nearly completely disappeared. As the soils in the study area mainly consist of a clay substrate they have a high production capability even without the input of manure or mineral fertilizer. Thus within a few years considerable quantities of biomass accumulated on previously open ground. Losses of habitat diversity together with their characteristic species groups are thus to be expected within a short period.

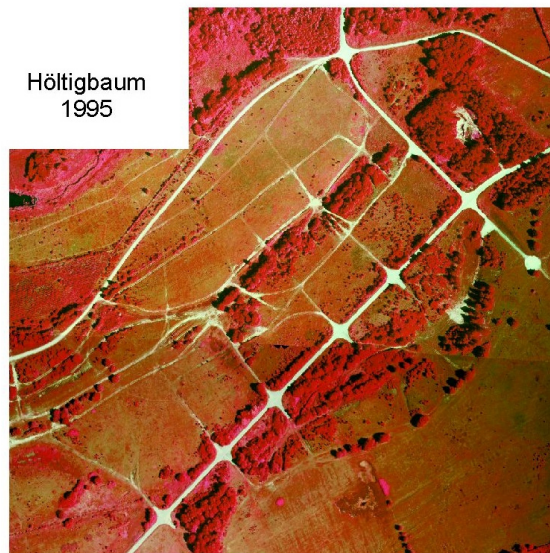


Fig. 7. Aerial photograph of the north-western part of the Höltigbaum Nature Reserve in 1995, three years after military use ceased

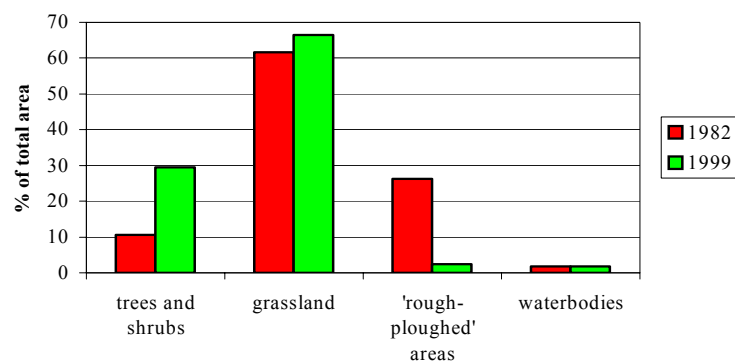


Fig. 8. Changes in the vegetation structure between 1982 and 1999 in the Höltigbaum Nature Reserve (specifically the north-western part of 53 ha belonging to Hamburg)

For this reason a maintenance and development plan was sought for Höltigbaum which would assist in conserving – over long periods of time and over large areas – the existing character of the region as a "historically and ecologically significant agricultural landscape" in the sense of maintaining habitat continuity. The plan was to establish a "semi-open pasture landscape" by means of year-round grazing with a mixed herd of German "heath sheep" (Heidschnucken) and cattle (a cross of the northern German "Rotbuntes Niederungsgrind" and Galloways). It is hoped that this will preserve the mosaic of habitats of different ages, sizes and structures in the long term. In addition to the requirements of nature conservation, the economic components of the development plan play a crucial role, as the essential objective is to implement the ecological requirements by means of an economically viable programme. As a consequence the herd has been integrated into an economically oriented farming enterprise. The project will thus become a

model for the development and testing of an economically acceptable method of management in large nature reserves.

Recent years have seen a series of studies on the theme of "semi-open pasture landscapes" as an alternative management approach for extensive areas of countryside, and these have dealt with the problems and possibilities of a pasture strategy from different points of view (e.g. POTT and HÜPPE 1991, DIERKING 1992, 1993, FINCK et al. 1997, 1998, ASSMANN and FALKE 1997, RIECKEN et al. 1997, GRELL 1998, VOSS 1999). However, at least in the North German lowlands, there has been no example of any implementation that has included a scientific element and in which both ecological and economic analyses have been undertaken in equal measure.

A regime of continuous grazing throughout the year assumes that there is sufficient carrying capacity in the semi-open pasture landscape for the grazing animals. On the basis of the following calculation the carrying capacity of Höltigbaum will be exhausted if – for example – 50 sheep and 80 adult cattle graze throughout the year:

- The project area comprises 230 ha. Of this, some 2/3 is available for grazing. The remaining 1/3 consists of scrub, poor and dry grassland or waterbodies, and is therefore not available for grazing.
- If the production on the poor grassland is expressed as some 3 t db (dry biomass) ha⁻¹ a⁻¹, then the available productivity in the area being studied is 155 ha x 3 t db ha⁻¹ a⁻¹ = 465 t db ha⁻¹ a⁻¹. It should be noted that different weather conditions may cause production fluctuations of up to 30% per year.
- The feed requirement of 1 LU (fully-grown cattle) is 4.745 t db a⁻¹.
- 50 German "heath sheep" kept in the area throughout the year (corresponding to 18 LU) require 85.4 t db a⁻¹.
- The remaining feed for cattle is 379.6 t db a⁻¹. This corresponds to the feed requirement of 80 adult cattle.

The following aims – combining the requirements of nature conservation and of economic farming – were formulated for the Höltigbaum area:

Nature conservation objectives:

- The promotion of dynamic development of the land in terms of time and space (e.g. spatial variations in particular structural conditions, the removal of the sharp and compartmentalized division between different types of habitats and the development of extensive transitional zones between woodlands and open country);

- the creation of pioneer habitats, especially on wet and dry ground;
- the conservation of temporarily open and species-rich grasslands, dry grasslands and heaths as habitats for many species that are becoming increasingly scarce in the agricultural landscapes of Central Europe;
- the development of flexible changes in different structural elements in the area, by means of targeted under-grazing and through the introduction of several species of livestock.

Objectives of cost-effective farming:

- Minimizing financial input and official supervision;
- integration of the herd of grazing animals into an agricultural enterprise, in order to set up a grazing regime that is both agriculturally and economically profitable.

4 Results after the first year of the project

As the project has only been running for one year, the results given here should be regarded as no more than provisional. In the following overview the effects of grazing on the flora and fauna will be given the greatest prominence (cf. HÄRDTLE et al. 2000).

From the nature conservation point of view, the effects of grazing on the vegetation during the first year can be regarded as overwhelmingly beneficial. The following trends in this process have been found:

- The large quantity of grass litter that had accumulated during the fallow period has significantly decreased across almost the whole of the study area.
- Stands of dry grassland are increasing in extent.
- Species of the Rosaceae family, and particularly stands of *Rubus idaeus*, are preferentially consumed by livestock.
- Stands of *Calamagrostis epigeios* are heavily grazed but have so far not decreased in size.
- Stands of *Calluna vulgaris* are moderately browsed and are vigorous.
- Rare pioneer species are expanding along the grazed banks of waterbodies.
- Stands of the neophyte *Reynoutria japonica* have been almost completely suppressed.
- So far, 316 species of vascular plants and 51 species of moss have been recorded in the area. Grazing has particularly enhanced populations of threatened plant communities, mainly those associated with open habitats.

The development of woody plants and their stands in the study area can be summarized as follows:

- Old, mature trees are not affected by grazing. They will function in the future as seed trees.
- Some of the young and medium aged trees are considerably damaged. In particular, the branches of birches are broken off up to a height of 1.2 m. Willows and alders have been heavily browsed and some have been irreversibly damaged, whereas hawthorns and oaks have only been moderately browsed. In spite of the grazing and browsing pressure some new saplings were able to take root during this first year of the study.

Using a few groups of animals as examples the significance and the effects of grazing on the fauna are discussed below:

102 species of epigaeic **spiders** have been recorded in the area, 10 of which are more or less endangered. 90% are species of open habitats, while typical woodland species or species of other habitats are only rarely found. It is striking that the proportion of xerophilous and hygrophilous species as well as the proportion of larger species (such as wolf spiders) with a low dispersal potential is relatively high.

113 species of **ground beetles** (including tiger beetles) have been recorded in the area, 32 of which are more or less endangered. It is remarkable that about 30% of the ground beetle species recorded in Schleswig-Holstein have been found in the study area, and this suggests that it is a particularly significant habitat for ground beetles.

37 species of **sand wasps** (Hymenoptera) have been recorded in the area, of which 13 can be characterized as stenotopic. These 13 are species of mainly warm, dry, open habitats and prefer poor grasslands, heaths, dunes and sunny woodland margins. 79% of the sand wasps here construct nests in the ground and thus belong to the endogaeic nesting type. It is clear that the populations occurring in this area, and especially those of the stenotopic sand wasp species, can only survive here in the long term if their habitats are kept open through grazing.

In addition to the 37 species of sand wasp, a further 37 species of stinging Hymenoptera have been recorded. Ten of these are more or less seriously threatened. The 18 species of **wild bees** form the largest group within these 37 species. Regarding their pollen sources, 6 species are oligolectic and are therefore specialist feeders (preferring e.g. pollen of *Calluna* or *Campanula rotundifolia*). As these bees are closely associated with specific habitats, they are particularly good indicators of the success of the pasture strategy as many of them are highly sensitive to changes in vegetation and structure.

5 Outlook

The investigations at Höltigbaum so far have confirmed the findings of other studies that extensively used open landscapes are characterized by an extremely high alpha-diversity compared to other agricultural landscapes. In both the flora and the fauna, many pioneer species are highly characteristic, especially species that can tolerate disturbances of low-level intensity as well as oligo- and mesotraphent species that have in general become very scarce in Central Europe because of habitat changes or habitat losses.

Large landscapes subject to a continuous low level of disturbance are of considerable significance for nature conservation (cf. MCINTIRE and LAVOREL 1994, COLLINS et al. 1995, POETHKE 1997, SUFFLING et al. 1988). Keeping them in an open state by maintaining common management practices would involve high running costs. The concept of "semi-open pasture landscapes" provides a promising solution to this as it may combine the requirements of nature conservation, by keeping the landscape open through extensive grazing, with the economic demands of agricultural business. This theory remains to be verified by the management of the Höltigbaum Nature Reserve.

6 German Summary

Im vorliegenden Aufsatz wird zunächst die Entwicklung der Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland unter besonderer Berücksichtigung der Landnutzungsverhältnisse skizziert. Die Entwicklung während der vergangenen zehn Jahre zeigte, dass sich die landwirtschaftliche Nutzfläche insgesamt verringerte, wobei auf einem Teil der Flächen eine Nutzungsintensivierung, auf einem anderen Teil – vorwiegend auf landwirtschaftlichen Grenzertragsflächen – eine Nutzungsaufgabe und somit eine Verbrachung stattfand. Diese Entwicklung ist besonders unter Aspekten des Landschafts- und Artenschutzes problematisch, da eine Vielzahl der heute in der Bundesrepublik auf den Roten Listen geführten Pflanzen- und Tierarten an Offenland-Lebensräume gebunden ist und somit vorwiegend in extensiv genutzten Agrarlandschaften vorkommt. Mit einer Aufgabe der extensiven Nutzung solcher Landschaften würden die betreffenden Arten ihre Lebensräume verlieren und ihre Vorkommen somit weiterhin rückläufig sein.

In einem zweiten Teil wird die Idee der "halboffenen Weidelandschaften" als ein alternatives Konzept des Naturschutzes zur Erhaltung vormals extensiv genutzter Agrarlandschaften und der für sie bezeichnenden Biodiversität vorgestellt. In vielerlei Hinsicht kann die Entwicklung solcher halboffener Weidelandschaften an tradierte Landnutzungssysteme anknüpfen bzw.

diese einbeziehen, beispielsweise tradierte Formen der Tierhaltung oder die Durchführung vormals praktizierter Pflegemaßnahmen (z.B. Mahd, Entbuschung). Entscheidend für eine Etablierung halboffener Weidelandschaften ist, dass diese nicht nur ökologischen Erfordernissen, sondern zugleich ökonomischen Rahmenbedingungen Rechnung tragen sollen, indem der Aufwand für eine Unterhaltung und Pflege einer Tierherde maximal reduziert und durch die Entnahme des Zuwachses aus einer Herde kostendeckende Gewinne erzielt werden sollen. Zur Prüfung dieser Annahmen werden zurzeit in der Bundesrepublik verschiedene Pilot-Projekte durchgeführt, die teils durch das BMBF oder das Bundesamt für Naturschutz finanziell gefördert werden. Als Beispiel wird das E+E-Vorhaben „halboffene Weidelandschaft Höltigbaum“ sowie die nach dem ersten Projektjahr vorliegenden Zwischenergebnisse vorgestellt.

References

- ASSMANN T, FALKE B (1997) Bedeutung von Hudelandschaften aus tierökologischer und naturschutzfachlicher Sicht.- SchrR. Landschaftspfl Natursch 54: 129-144
- BFN - Bundesamt für Naturschutz, (ed) (1999) Daten zur Natur 1999.- Landwirtschaftsverlag, Münster
- BUNZEL-DRÜKE M (1997) Großherbivore und Naturlandschaft.- SchrR Landschaftspfl Natursch. 54: 109-128
- COLLINS SL, GLENN SM, GIBSON DJ (1995) Experimental analysis of intermediate disturbance and initial floristic composition: Decoupling cause and effect. Ecology 76: 486-492
- DIERKING U (1992) Halboffene Weidelandschaften. Eine Zielsetzung im Naturschutz in Schleswig-Holstein?- Bauernblatt/Landpost 46
- DIERKING U (1993) Halboffene Weidelandschaften. In: Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege (ed) Perspektiven des Naturschutzes in Schleswig-Holstein. Kiel, pp 45-47
- FINCK P, HAUKE U, SCHRÖDER E, FORST R, WOITHE G (1997) Naturschutzfachliche Landschafts-Leitbilder. Rahmenvorstellungen für das Nordwestdeutsche Tiefland aus bundesweiter Sicht.- SchrR Landschaftspfl Natursch 50: 1-265
- FINCK P, KLEIN M, RIECKEN U, SCHRÖDER E (1998) Schutz und Förderung dynamischer Prozesse in der Landschaft. SchrR Landschaftspfl Natursch 56: 1-424
- GRELL H (1998) Ökologische Ansprüche von Amphibien in der „Schaalsee-Landschaft“ als Grundlage für ihren Schutz.- Faun-Ökol Mitt: 371-378
- HANSKI I (1994) Patch- occupancy dynamics in fragmented landscapes. – TREE 9: 131-135
- HÄRDTLE W, MIERWALD U, BAUMUNG S, BEHRENDTS TH, EISCHEID I, GARNIEL A, GRELL H, HAESE D, HENNING V, ROLOFF J, SCHNEIDER FENSKE S, VOIGT N, WESOLOWSKI K (2000) Zwischenbericht „Halboffene Weidelandschaften Höltigbaum“ – Wissenschaftliche Begleituntersuchung.- unpubl. mscr. Univ. Lüneburg, 98pp + app., Lüneburg

- HÜPPE J (1997) Vegetationsdynamik in „halboffenen Hudelandschaften“- Abhängigkeit von Nutzungsintensität und natürlichen Ausgangsbedingungen sowie Anforderungen an künftige Naturschutzziele.- *SchrR Landschaftspfl Natursch* 54: 145-159
- INUF - INSTITUT FÜR NATURSCHUTZ- UND UMWELTSCHUTZFORSCHUNG DES VEREINS JORDSAND (1993) Untersuchung der Möglichkeiten zur vorbildlichen Berücksichtigung der Naturschutzbelange auf dem Standortübungsplatz Höltigbaum. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Ahrensburg, 117 pp
- KORNECK D, SCHNITTLER M, KLINGENSTEIN F, LUDWIG G, TAKLA M, BOHN U, MAY R (1998) Warum verarmt unsere Flora? Auswertung der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands.- *SchrR Vegetationskd* 29: 299-444
- KPF - KONTOR FREIRAUMPLANUNG, KIFL - KIELER INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSÖKOLOGIE (1997) Länderübergreifendes Pflege- und Entwicklungskonzept „Höltigbaum“. Gutachten im Auftrag des Kreis Stormann und der Freien und Hansestadt Hamburg, Stadtentwicklungsbehörde, 49 pp
- LUICK R, BIGNAL E (2002) The significance of EU agricultural policy on the nature conservation of pastoral farmland. In: HÄRDTLE W, FINCK P, REDECKER B, RIECKEN U, SCHRÖDER E (eds) *Pasture Landscapes and Nature Conservation*. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 329-346
- MCINTIRE S, LAVOREL S (1994) Predicting richness of native, rare and exotic plants in response to habitat and disturbance variables across a variegated landscape.- *Conservation Biology* 8: 521-531
- OWEN DF (1980) How plants may benefit from the animals that eat them.- *Oikos* 35: 230-235
- POETHKE HJ (1997) Die Bedeutung von Störungen und Katastrophen für die ökologische Vielfalt – Theoretische Aspekte.- *SchrR Landschaftspfl Natursch* 54: 265-276
- POTT R, HÜPPE J (1991) Die Hudelandschaften Nordwestdeutschlands.- *Abh Westf Mus Naturkd* 54: 1-313
- RIECKEN U, KLEIN M, SCHRÖDER E (1997) Situation und Perspektiven des extensiven Grünlandes in Deutschland und Überlegungen zu alternativen Konzepten des Naturschutzes am Beispiel der Etablierung „halboffener Weidelandschaften“- *SchrR Landschaftspfl Natursch* 54: 7-23
- ROTHAUPT G, VOGEL B (1996) Survival of birds in fragmented landscapes. In: SETTELE J, MARGULES C, POSCHLOD P, HENLE K (eds) *Species survival in fragmented landscapes*.- Kluwer. Amsterdam: 230-236
- SUFFLING R, LITHOU C, MORAND Y (1988) Control of landscape diversity by catastrophic disturbance: A theory and a case study of fire in Canadian boreal forests.- *Environmental Management* 12. 73-78.
- VOSS K (1999) Die Bedeutung extensiv beweideten Feucht- und Überschwemmungsgrünlandes in Schleswig-Holstein für den Naturschutz. – Diss. Univ. Kiel, 185 pp

Raumnutzung von Weidetieren und ihr Einfluss auf verschiedene Vegetationseinheiten und junge Gehölze am Beispiel des E+E-Vorhabens „Halboffene Weidelandschaft Höltigbaum“

Dorothee Haese, Heiko Grell, Werner Härdtle

Abstract: Spatial utilization by grazing animals and their influence on different vegetation units and young trees - The example of the Testing and Development Project “Semi-open Pasture Landscape Höltigbaum”

As part of the “Semi-open Pasture Landscape Höltigbaum” Testing and Development Project, spatial site utilization by cattle and sheep is being investigated using global positioning system (GPS) monitoring. Since January 2003 one cow and one sheep have been fitted with self-built GPS collars. The animals’ positions are recorded every five minutes, allowing conclusions on animal behaviour to be drawn. The location data of each animal are imported into a GIS and overlaid with a vegetation map and information on the stands of young shrubs and trees. To assess the impact on solitary young trees, 141 oaks (*Quercus robur*) up to three metres in height have been measured annually since 2000.

Seasonal changes in pasture utilization by both species have been found, but more obvious are the differences in spatial distribution between the species. The sheep grazed on poor grasslands all year round, whereas the cattle preferred more productive pastures in the humid lowlands. In addition, the cattle grazed mainly at the perimeter near the fence, while the sheep stayed in the centre of the pasture landscape. The spatial demands of cattle and sheep are complementary in an ideal way. Only the combination of both species leads to the utilization of all habitats at Höltigbaum.

During winter, birches (*Betula pendula*) are damaged by the animals. GPS data prove that mainly sheep stayed in the birch stands. Sheep are thus obviously more effective in restricting birch growth than cattle. During summer, cattle as well as sheep avoided stands of young birches. The results emphasize the need for full year-round grazing to maintain the open character of the landscape. Young oaks were severely damaged. After three years of grazing 84% of the trees have died. The survival rate depends on the height of the trees. The taller a tree, the less it is affected. Nevertheless, oaks which germinated during the grazing trials are able to adapt their growth to the browsing by livestock, and the trees will thus have a better chance of survival than those which germinated before grazing commenced.

1 Einleitung

Die halboffene Weidelandschaft stellt ein vieldiskutiertes alternatives Konzept des Naturschutzes zur Offenhaltung und Sicherung extensiven Wirtschaftsgrünlands dar (RIECKEN et al. 1997). Im vom Bundesamt für Naturschutz geförderten E+E-Vorhaben „Halboffene Weidelandschaft Höltigbaum“ wird diese Form der Landnutzung seit dem Jahr 2000 umgesetzt und wissenschaftlich begleitet. Eine ganzjährige Beweidung mit Rindern und Heidschnucken soll sowohl naturschutzfachlichen Zielen dienen als auch ökonomischen Gewinn erbringen.

Bisherige Untersuchungen zur Aktivität und Raumnutzung von Weidetieren zielten vornehmlich darauf ab, die Weidepräferenzen insbesondere von Rindern zu untersuchen, um durch diverse Managementmaßnahmen eine möglichst einheitliche und damit ökonomisch effiziente Beweidung zu erzielen. Beispielsweise analysierten OWENS et al. (1991) Raumnutzungsmuster von Rindern hinsichtlich verschiedener Weidelandeigenschaften. Sie identifizierten Grünfuttermenge, Grasmenge, Häufigkeit von Sträuchern sowie die Entfernung von Wegen, Zäunen und Wasserstellen als Hauptfaktoren, die das Raumnutzungsverhalten von Rindern steuern. HART et al. (1993, 1991) untersuchten die Effekte unterschiedlicher Beweidungssysteme (Standweide und Rotationssystem) sowie verschiedener Flächengrößen (24 versus 207 ha) auf das Verhalten der Rinder, ihre Aufenthaltsorte und die Gewichtszunahme. Langfristige Untersuchungen zur Aktivität und Raumnutzung in naturschutzorientierten Weidelandschaften fehlen jedoch bislang. Auch das Zusammenwirken verschiedener Weidetierarten wurde bisher kaum berücksichtigt.

Die Datenerhebung stellt nach wie vor einen der schwierigsten Aspekte in allen bisherigen Studien dar (TURNER et al. 2000), was der Grund für den augenfälligen Mangel an entsprechenden Untersuchungen sein mag. Direkte Beobachtungen der Tiere erfordern einen immensen Zeitaufwand, zudem findet ein beträchtlicher Anteil des Weidens während der Nachtstunden statt (HULBERT et al. 1998). Der Einsatz automatischer Kameras, die in regelmäßigen Abständen Luftbilder der Weidegebiete aufnehmen (CONRADI 2002, SATZGER 2002), stößt sowohl bei Dunkelheit als auch auf großen und unübersichtlichen Flächen an seine Grenzen. Aber Informationen zu den Aufenthaltsorten der Weidetiere sind unabdingbar, um ihr Verhalten in großflächigen Systemen zu verstehen (GORDON 1995). In dieser Untersuchung wurde das Globale Positionierungssystem (GPS) eingesetzt, um Bewegung und Aufenthaltsorte der Weidetiere möglichst lückenlos zu erfassen und zu dokumentieren. Dabei

erwies sich eine eigens entwickelte Konstruktion als vergleichsweise preiswert und durchaus praktikabel.

Grundsätzlich werden naturschutzorientierte großflächige Weidelandschaften sehr extensiv beweidet. Auf der Weidefläche des E+E-Vorhabens Höltigbaum herrscht nominal eine Beweidungsdichte von 0,3 bis 0,5 GV/ha. Dieser allgemeine Wert sagt aber noch nichts über die tatsächliche Beweidungsintensität der einzelnen Teillebensräume aus. Denn es gibt Vorzugsräume, die von den Tieren häufig aufgesucht und teilweise intensiv beweidet werden. Andere Flächen wiederum werden nur selten oder gar nicht beweidet. Dem Konzept der halboffenen Weidelandschaft folgend geht man davon aus, dass Nahrungsressourcen, die bei sommerlichem Nahrungsüberschuss von den Tieren ausgelassen werden, schließlich als Nahrungsreserve bei winterlicher Futterknappheit angenommen werden.

Mit der laufenden Untersuchung sollen folgende Fragen beleuchtet werden:

- Wie hoch sind die tatsächlichen Beweidungsintensitäten für einzelne Teillebensräume?
- Welche Bereiche werden zu welcher Jahreszeit von welcher Tierart bevorzugt?
- Werden alle Bereiche hinreichend beweidet?
- Von welchen Faktoren wird das jeweilige Raumnutzungsverhalten der Weidetiere maßgeblich beeinflusst?
- Mit welcher Intensität werden Bestände mit jungem Gehölzaufwuchs beweidet?

Letztlich sollen Aussagen Aufschluss darüber geben, wann und mit welcher Form von Aktivität die jeweiligen Weidetiere verschiedene Lebensräume nutzen und ob das praktizierte Beweidungsmanagement geeignet ist, naturschutzfachliche Ziele zu erreichen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung können schließlich in die Konzeption weiterer Weidelandschaften einfließen, z.B. um zu entscheiden, welche Biotope in eine Beweidung einbezogen werden sollten, um Tränken und Unterstände effektiv zu positionieren oder den Verlauf des Zauns zu planen.

Zwar ließ sich anhand der GPS-Untersuchungen nachweisen, mit welcher Intensität Flächen mit jungen Gehölzbeständen beweidet wurden. Inwieweit aber tatsächlich die Gehölze selbst geschädigt werden, müssen ergänzende Untersuchungen zeigen. Erst recht gilt das für einzeln stehende Jungbäume. Exemplarisch sollen an dieser Stelle die Ergebnisse einer Untersuchung zur Überlebenswahrscheinlichkeit junger Eichen dargestellt werden.

2 Untersuchungsgebiet

Das Naturschutzgebiet Höltigbaum, ein ehemaliger Standortübungsplatz der Bundeswehr, liegt am östlichen Stadtrand von Hamburg, teils auf Hamburger Staatsgebiet, teils im Land Schleswig-Holstein. Der jahrzehntelange Übungsbetrieb mit Panzern schuf ein stets im Wandel begriffenes Habitatmosaik mit einem Nebeneinander verschiedener Sukzessionsstadien. Viele Arten, die in der heutigen Agrarlandschaft gefährdet sind, fanden hier einen Rückzugsraum (cf. INUf 1993, KPf und KifL 1997, HÄRDTLE et al. 2002a). Nach Aufgabe der militärischen Nutzung kam es zu einer massiven Streuakkumulation und einer rapiden Verbuschung der Flächen.

Im April 2000 wurde im Rahmen eines vom Bundesamt für Naturschutz geförderten Erprobungs- und Entwicklungsvorhabens die „Halboffene Weidelandschaft Höltigbaum“ eingerichtet. Sie umfasst etwa 220 ha Fläche und liegt innerhalb des Naturschutzgebietes.

Rinder und Schafe weiden ganzjährig mit einer extensiven Besatzdichte von 0,3 bis 0,5 GV/ha auf je einer 40 ha und einer 180 ha großen Teilfläche. Die Rinderherde bestand zunächst aus Rotbunten Niederungsrindern. Zum Aufbau einer Robustherde wurde mit Galloway-Bullen eingekreuzt. Bei den Schafen handelt es sich um Graue Gehörnte Heidschnucken.

Die „Halboffene Weidelandschaft Höltigbaum“ liegt an der weichseleiszeitlichen Eisrandlage, so dass Drumlins und ausgedehnte Sanderflächen das Landschaftsbild prägen. Mehr als zwei Drittel der Fläche werden von Rot-Schwingel-Rot-Straußgras-Grasfluren eingenommen. Knapp zehn Prozent sind von alten Baumreihen, Baumgruppen und Solitärbäumen bestanden (HÄRDTLE et al. 2002b). Ein kleiner Erlenwald und ein Birken-Eichenwald wurden in die Beweidung einbezogen, ebenso wie diverse Kleingewässer und ein Fließgewässerabschnitt.

3 Methode

3.1 Datenerhebung mittels GPS

Seit Januar 2003 werden auf der etwa 180 ha großen Teilfläche der „Halboffenen Weidelandschaft Höltigbaum“ satellitengestützte Untersuchungen zur Aktivität und Raumnutzung von Rindern und Heidschnucken durchgeführt.

Je ein Rind und eine Heidschnucke wurden mit einem Satellitenempfänger ausgestattet. Hierbei kommen handelsübliche GPS-Empfänger der Firma Garmin mit einer externen Stromzufuhr zum Einsatz. Die Geräte werden in einen fest verschraubbaren Kasten installiert, der wiederum an einem Rinder- oder Schafhalsband befestigt wird. Um einen

optimalen Satellitenempfang zu gewährleisten, soll sich das Gerät dauerhaft am oberen Teil des Tierhalses befinden. Als Gegengewicht werden die zu einem Akkupack verlöteten Akkus am unteren Teil des Halsbandes befestigt und mit einem Kabel, das seitlich am Halsband entlang geführt wird, mit dem GPS-Gerät verbunden. Einmal wöchentlich werden die Halsbänder ausgetauscht, um die Akkus erneut zu laden, und die Daten werden ausgelesen. Die genauen Positionen der Tiere werden in 5-min-Intervallen aufgezeichnet. Bei einem größeren Intervall könnten kurzfristige Aktivitäten wie das Aufsuchen einer Wasserstelle unerkannt bleiben (TURNER et al. 2000).

Die GPS-Daten werden im Programm Fugawi ausgelesen und als Gauß-Krüger-Koordinaten gespeichert. Die einzelnen Positionskoordinaten werden mit Linien verbunden und ergeben einen sogenannten Track, der den zurückgelegten Weg eines Tieres abbildet. Indem man ein referenziertes Luftbild mit solch einem Track überlagert, lassen sich die gesammelten Positionskoordinaten visualisieren.



Abb. 1: Satellitenüberwachte Kuh mit GPS-Halsband.

3.2 Klassifizierung des Weidetierverhaltens

Bei einem fünfminütigen Aufzeichnungsintervall können aus der jeweils zurückgelegten Entfernung Rückschlüsse auf das Verhalten des Tiers gezogen werden. Direktbeobachtungen der Tiere und ihr Vergleich mit den GPS-Daten belegen, dass ein Tier ruht, wiederkäut oder Komfortverhalten ausübt, wenn es innerhalb eines Aufzeichnungsintervalls weniger als sechs

Meter zurücklegt (aufgrund einer gewissen Ungenauigkeit des Geräts ergibt sich so gut wie immer eine Distanz zwischen zwei Punkten, auch wenn das Tier sich nicht bewegt). Diese Intervalle erhalten die Information R im Sinne von Ruhen. Während des Fressens bewegt sich ein Tier permanent fort, um weitere Nahrungsquellen zu erreichen. Legt ein Tier innerhalb von fünf Minuten mindestens sechs, aber weniger als hundert Meter zurück, zeigt dies an, dass das Tier frisst. Die zugehörigen Intervalle werden entsprechend mit F gekennzeichnet. Überwindet das Tier eine Entfernung von mehr als hundert Metern, überwiegt die Fortbewegung die Fraßtätigkeit. Es wird das Attribut B im Sinne von Bewegung zugeordnet. Positionskoordinaten, die nicht in die Analyse eingehen sollen, da sie vom Menschen beeinflusst sind, z.B. durch Zufütterung, werden mit X gekennzeichnet (siehe Tab. 1).

Grundsätzlich wird jedes Verhaltensattribut mit dem visualisierten Track abgeglichen. Auf diese Weise kann geklärt werden, ob untypische Streuungen der Positionskoordinaten beispielsweise durch eingeschränkte Himmelssicht bedingt sind, weil sich das Tier unter Gehölzen aufhielt. Ist in solchen Fällen eine gerichtete Fortbewegung auszumachen, wird das Verhalten als Fressen interpretiert. Sind die Aufenthaltspunkte um einen zentralen Punkt gestreut, spricht dies dafür, dass das Tier ruht.

Da sich die Tiere im Herdenverband bewegen, können von den jeweils untersuchten Individuen Rückschlüsse auf das Verhalten der gesamten Herden gezogen werden.

Tab. 1: Exemplarischer Auszug aus einem Rindertrack.

Rechtswert	Hochwert	Datum	Uhrzeit	Entfernung	Verhalten	Artefakte
3580150	5943729	27.03.2003	165001	2,8	R	
3580149	5943727	27.03.2003	165501	2,8	R	
3580151	5943729	27.03.2003	170001	3,7	R	
3580150	5943732	27.03.2003	170501	2,8	R	
3580164	5943741	27.03.2003	171001	17,1	F	
3580171	5943744	27.03.2003	171501	7,5	F	
3580164	5943765	27.03.2003	172001	22,6	F	
3580163	5943772	27.03.2003	172501	7,2	F	
3580167	5943804	27.03.2003	173001	31,3	F	
3580164	5943849	27.03.2003	173501	45,5	F	
3580156	5944021	27.03.2003	174001	172,0	B	
3580874	5942934	27.03.2003	174501	282,6	B	
3580874	5942936	27.03.2003	175001	0,0	X	Zufütterung
3580872	5942936	27.03.2003	175501	1,4	X	Zufütterung

3.3 Datenauswertung mit GIS

Nachdem den einzelnen Punkten verschiedene Aktivitäten zugeordnet wurden, wurden sie als dBase-Dateien in ein geographisches Informationssystem übertragen. Die Analyse der Daten erfolgte mit der Software ArcView (Firma ESRI). So konnte beispielsweise jeder Punkt, dem die Aktivität Fressen zugeordnet wurde, auf einer Karte dargestellt werden, wodurch sich ein Abbild der Beweidungsintensitäten ergab. Je nachdem, welcher Datenzeitraum herangezogen wird, lassen sich Karten zur Beweidungsintensität für einzelne Wochen, Monate oder Jahreszeiten erstellen. Nach der gleichen Vorgehensweise können bevorzugte Lagerplätze und stark frequentierte Pfade auffindig gemacht werden.

Für den Aufbau des GIS wurden vom Untersuchungsgebiet verschiedene thematische Karten digitalisiert und mit den Positionskoordinaten der untersuchten Tiere überlagert. Mittels einer so genannten Punkt-in-Polygon-Analyse wurden jedem Datensatz die entsprechenden Attribute der thematischen Karten zugeordnet. Bisher wurden die Positionskoordinaten mit einer Vegetationskarte aus dem Jahr 2000 sowie mit einer Karte zum jungen Gehölzaufwuchs ebenfalls aus dem Jahr 2000 verschnitten.

3.4 Untersuchung junger Einzeleichen

Im Gebiet der „Halboffenen Weidelandschaft Höltingbaum“ wurden über vier Jahre insgesamt 141 junge Einzeleichen einmal jährlich vermessen. Der Übersichtlichkeit halber wurden sie sechs verschiedenen Höhenklassen zugeordnet. Für jede Höhenklasse wurde eine Trendlinie generiert, aus der deutlich wird, wie sich der jeweilige Gehölzbestand unter Beweidung veränderte.

Anhand der Eichen, die in keiner Weise von den Weidetieren geschädigt wurden, wurde der natürliche jährliche Höhenzuwachs bestimmt. Außerdem wurde ihr Baumkronenradius gemessen und darüber der Umfang der Baumkrone berechnet, also die Fläche, die eine Eiche bei senkrechter Projektion von oben bedeckt. Mittels dieser Daten und weiterer Messungen an Eichen aus der Umgebung des Untersuchungsgebiets wurde ein Zusammenhang zwischen Höhe und damit Alter einer Eiche und ihrem Kronenumfang hergestellt. Schließlich wurde auf Grundlage dieser Ergebnisse berechnet, wie viel Fläche die untersuchten Einzeleichen bedecken würden, wenn es keine Schädigungen durch Weidetiere gäbe. Stellt man diesen Wert der tatsächlichen Deckung der untersuchten Eichen gegenüber, wird der Effekt der Beweidung deutlich.

4 Ergebnisse

4.1 Räumliche Verteilung der Weidetiere

Abbildung 2 zeigt ein referenziertes Luftbild des Untersuchungsgebiets. Es wird überlagert von den Positionskordinaten der Weidetiere. Diese sind durch Linien verbunden und bilden sogenannte Tracks, die die Wege abbilden, die die Tiere in der Woche vom 18. bis zum 24. März zurücklegten. Die Tracks zeigen, dass die Heidschnucken sich überwiegend im zentralen Bereich des Untersuchungsgebiets aufhielten. Die Rinder hingegen bewegten sich meist in dessen Randbereichen. Punkthäufungen markieren die Ruheplätze der Weidetiere.

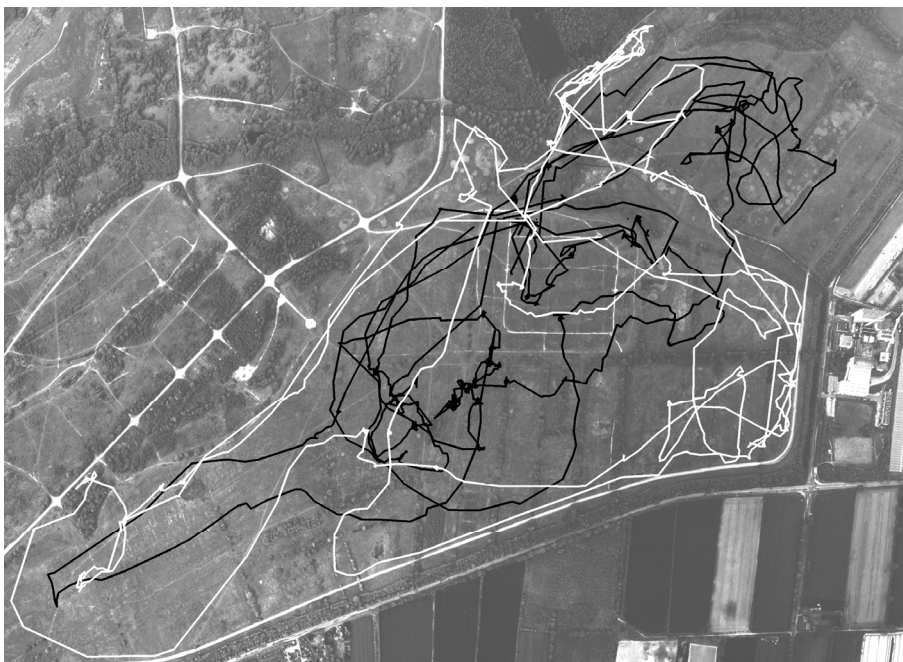


Abb. 2: Zurückgelegte Wege einer Kuh (weiß) und einer Heidschnucke (schwarz) im Zeitraum vom 18. bis 24. März 2003, projiziert auf ein referenziertes Luftbild des Untersuchungsgebiets aus dem Jahr 1999.

Die Positionskordinaten können je nach Verhaltensattribut in unterschiedlichen Farben dargestellt werden, so dass sichtbar wird, welche Teile des Gebiets von welcher Weidetierart zur Nahrungsaufnahme bzw. zum Ruhen genutzt wurden.

Abbildung 3 zeigt, dass die Heidschnucken sich zum Ruhen auf einen eng begrenzten Bereich im Zentrum des Untersuchungsgebiets zurückziehen. Einen ausgesprochenen Anziehungspunkt stellte ein überdachter Unterstand dar, den die Heidschnucken regelmäßig als Ruheplatz aufsuchten, insbesondere bei niederschlagsreicher Witterung und Temperaturen unter dem

Gefrierpunkt. Für die Nahrungsaufnahme nutzten sie einen weit größeren Bereich im Umkreis ihrer Ruheplätze.

Die Ruheplätze der Rinder konzentrierten sich weniger deutlich auf einen bestimmten Bereich als bei den Heidschnucken, jedoch ist auffällig, dass auch sie selten in direkter Nähe zum Zaun ruhten. Zum Fressen hielten sie sich meist in den Randbereichen des Untersuchungsgebiets auf. Hier befinden sich Niederungsbereiche und damit produktivere Grünlandflächen als auf den zentralen Hochflächen, die von mageren Grasfluren mit Rot-Schwingel (*Festuca rubra* agg.) und Rot-Straußgras (*Agrostis capillaris*) eingenommen werden. Außerdem scheint eine Orientierung an Randstrukturen wahrscheinlich.

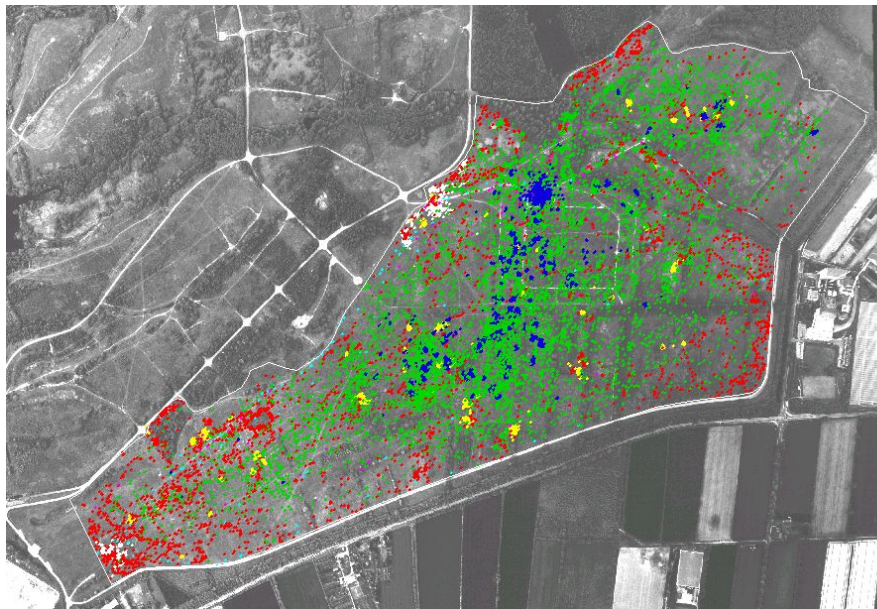


Abb. 3: Aufenthaltsorte der Weidetiere von Januar bis März 2003 im Untersuchungsgebiet Höltigbaum (weiß umrandet), unterschieden nach Verhalten.

Rinder: Rot = Fressen, Gelb = Ruhen, Türkis = Bewegung, Weiß = Artefakte

Heidschnucken: Grün = Fressen, Blau = Ruhen, Pink = Bewegung

Maßgeblich wurde das Verhalten der Rinder zudem von einer Tränke am westlichen Rand des Untersuchungsgebiets beeinflusst. In Ausnahmesituationen, z.B. bei Schneelage oder extremem Nahrungsmangel, wird an dieser Stelle zugefüttert, ebenso wie in der Nähe des Pferchs, der in der Mitte der nordwestlichen Flanke des Gebiets liegt.

4.2 Aufenthaltshäufigkeiten der Weidetiere in verschiedenen Vegetationseinheiten

Um Aussagen über die Affinität der Weidetiere zu verschiedenen Vegetationseinheiten treffen zu können, wurden die Positionskordinaten mit einer im Jahr 2000 angefertigten Vegetationskarte verschnitten. Der prozentuale Anteil der Aufenthaltsorte an den Vegetationseinheiten wurde wiederum in Relation gesetzt zu dem prozentualen Flächenanteil der Vegetationseinheiten an der gesamten Vegetation. Liegt die relative Aufenthaltshäufigkeit bei 1, bedeutet dies, dass die Vegetationseinheit genau so oft aufgesucht wurde, wie es ihrem Flächenanteil entspricht, wenn man eine räumliche Gleichverteilung der Tiere voraussetzt. Ist der Wert kleiner als 1, wurde die Vegetationseinheit unterdurchschnittlich oft aufgesucht, ist er größer 1, wurde sie überdurchschnittlich oft aufgesucht.

Die Rinder zeigten deutliche Präferenzen für bestimmte Vegetationseinheiten (siehe Abb.4). Zu Beginn der Vegetationsperiode grasten sie vermehrt im Feuchtgrünland. Im Winter, als das Feuchtgrünland vollständig abgeweidet war, wichen sie auf Großseggenriede und Gewässer aus. Im Januar hielten sie sich in diesen Bereichen 21,5 mal so oft auf, wie es dem Flächenanteil der Gewässer und Seggenriede entspräche. Es wurde beobachtet, dass die Rinder sich dann vornehmlich von Flatterbinsen (*Juncus effusus*) ernährten, deren Horste sie meist komplett bis knapp über den Grund abfraßen. Bei Schneebedeckung stellen die überstehenden Halme der Flatterbinse neben Gehölzen das einzige Futter dar, das ohne ein Entfernen der Schneedecke verfügbar ist. Zudem bietet diese Pflanze in den Wintermonaten das einzige frische Grün. In trockenen Magerrasen, Trittgemeinschaften und magerem Grünland hielten sich die Rinder nahezu im gesamten Untersuchungszeitraum unterdurchschnittlich oft auf. Lediglich im Februar fraßen die Rinder leicht überdurchschnittlich lange in magerem Grünland.

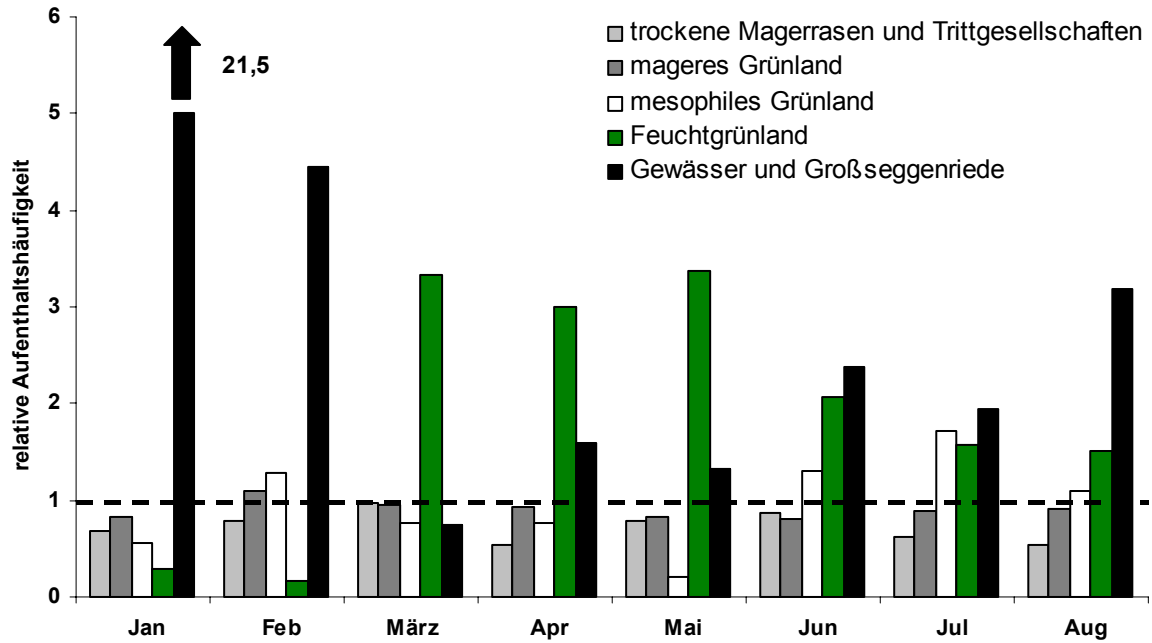


Abb. 4: Aufenthaltshäufigkeit der Rinder (nur Fraßzeiten) in verschiedenen Vegetationseinheiten.

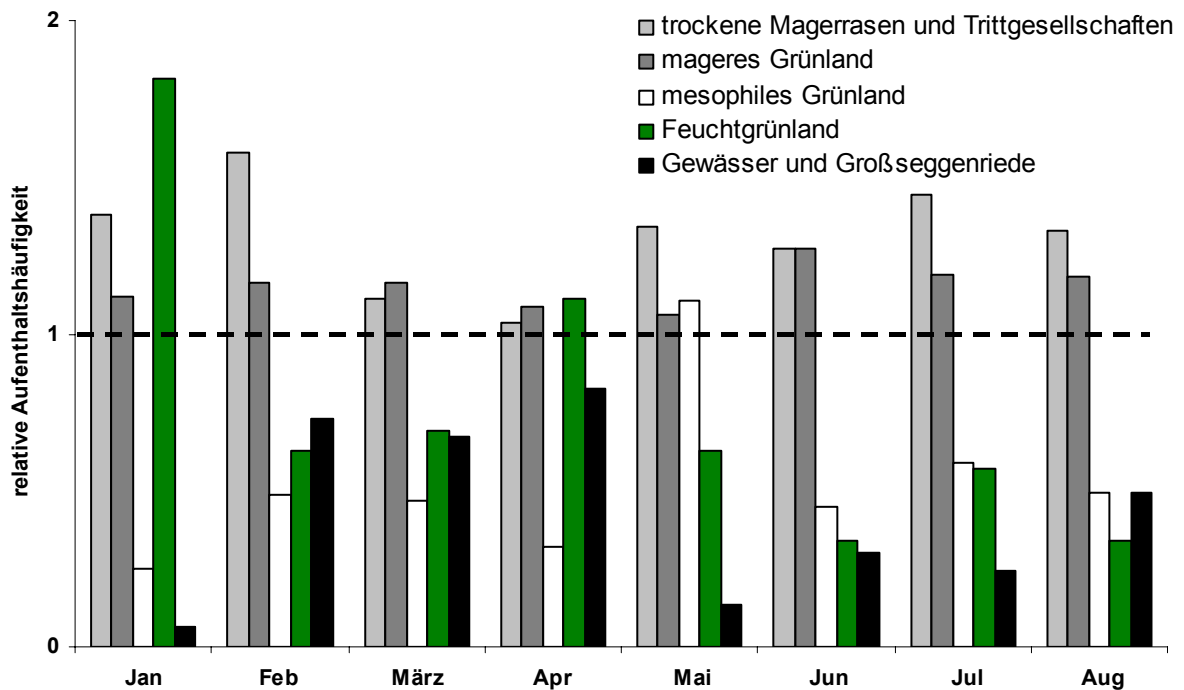


Abb. 5: Aufenthaltshäufigkeit der Heidschnucken (nur Fraßzeiten) in verschiedenen Vegetationseinheiten.

Die Heidschnucken zeigten weniger deutlich ausgeprägte Vorlieben für einzelne Vegetationseinheiten als die Rinder. Auch jahreszeitliche Unterschiede waren weniger stark

ausgeprägt (siehe Abb. 5). Den gesamten Untersuchungszeitraum hindurch hielten sie sich vornehmlich in den produktionschwächsten Pflanzengesellschaften auf. Gewässer suchten sie grundsätzlich seltener auf, als es dem Flächenanteil entspräche. Für die Heidschnucken besitzen diese offensichtlich keinerlei Bedeutung als Tränke. Auffällig ist eine ausgeprägte Aufenthaltshäufigkeit im Januar im Feuchtgrünland, während die Heidschnucken dort in den übrigen Monaten (mit Ausnahme von April) nur selten anzutreffen waren. Gerade im Januar und Februar wurde das Feuchtgrünland von den Rindern äußerst selten aufgesucht.

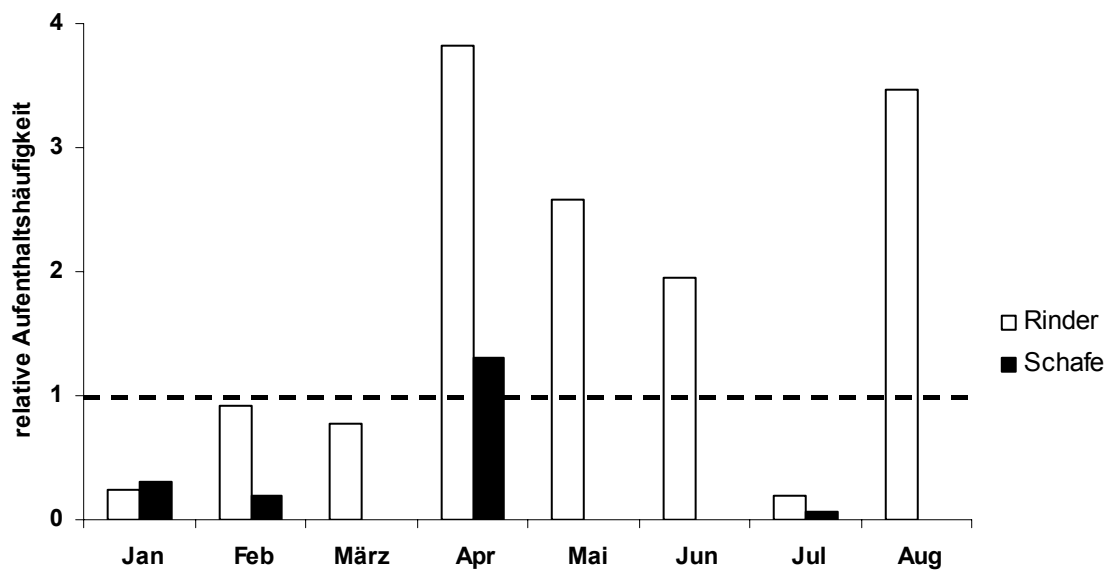


Abb. 6: Aufenthaltshäufigkeit der Weidetiere (nur Fraßzeiten) in Wäldern.

Eine Verschneidung der Positionskoordinaten mit der Vegetationskarte zeigt ein differenziertes Verhalten von Rindern und Heidschnucken bezüglich der Nutzung von Wäldern (siehe Abb. 6). Die Heidschnucken hielten sich nur selten in Wäldern auf. Lediglich im April war ihre Aufenthaltshäufigkeit in Wäldern leicht überdurchschnittlich.

In diesem Monat hielten sich die Rinder jedoch etwa dreimal so oft wie die Heidschnucken in Wäldern auf, um dort vornehmlich Frühlings-Scharbockskraut (*Ranunculus ficaria*) zu fressen. Eine weitere herausragende Bedeutung erlangen die Wälder für die Rinder im Hochsommer, wenn sie dort Kühle und Schatten suchen.

4.3 Aufenthaltshäufigkeiten der Weidetiere in jungem Gehölzaufwuchs

Eine Verschneidung der Positionskordinaten mit einer Karte, in der das Vorkommen jungen Gehölzaufwuchses verzeichnet ist, zeigt, dass das Verhalten der Heidschnucken (siehe Abb. 7) hinsichtlich dieses Parameters klare jahreszeitliche Unterschiede aufwies. Im Winter wurden vermehrt mit Birken bestandene Flächen aufgesucht. Direkte Beobachtungen bestätigen, dass die Heidschnucken in den Wintermonaten, insbesondere bei Schneebedeckung, an Gehölzen fraßen. Vor allem wurden Weiden (*Salix* spp.) geschält und Birken (*Betula pendula*) angegangen. Weißdorne wurden von den Heidschnucken während der Wintermonate offensichtlich kaum oder gar nicht geschädigt. Im Frühsommer hingegen weideten die Heidschnucken überdurchschnittlich oft auf Flächen mit Dornsträuchern. Auf dem Höltingbaum sind dies in erster Linie Weißdorne (*Crataegus* spp.). Im Mai suchten sie die Sträucher gezielt auf, um die jungen Blattaustriebe abzufressen.

Im Gegensatz zu den Heidschnucken mieden die Rinder zur Nahrungsaufnahme Flächen, die mit jungen Birken bestanden sind (siehe Abb. 8). Den gesamten Untersuchungszeitraum hindurch liegt der Wert deutlich unter 1. Ihr Verhalten bezüglich der Dornsträucher war dem der Heidschnucken ähnlich. Im Sommer hielten sie sich überdurchschnittlich oft auf Flächen mit Weißdornen auf. Auch für den Februar war ein vermehrter Aufenthalt zwischen Dornsträuchern festzustellen. Doch scheint hier eine Überlagerung mit anderen Faktoren Ausschlag gebend zu sein. So mag die Affinität zu Weißdornen im Februar darin begründet liegen, dass die Zufütterungsstelle nahe einer mit Weißdorn bestandenen Fläche liegt.

Zwar hielten sich die Rinder häufiger in Wäldern auf als die Heidschnucken, sie mieden jedoch weitestgehend Flächen mit jungem Gehölzaufwuchs und bevorzugten zum Fressen in stärkerem Maße als die Heidschnucken offenes Gelände.

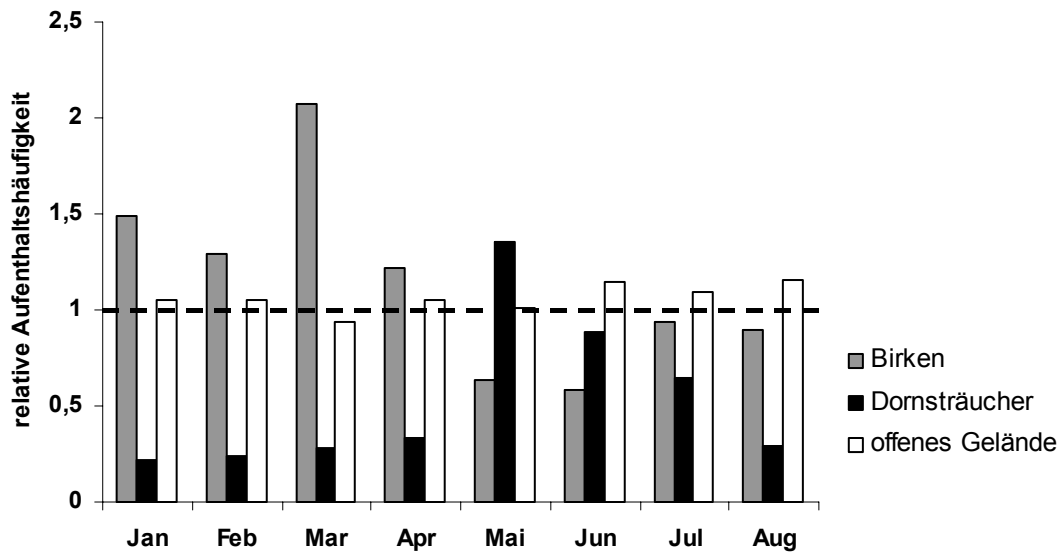


Abb. 7: Aufenthaltshäufigkeit der Heidschnucken (nur Fraßzeiten) in jungem Gehölzaufwuchs.

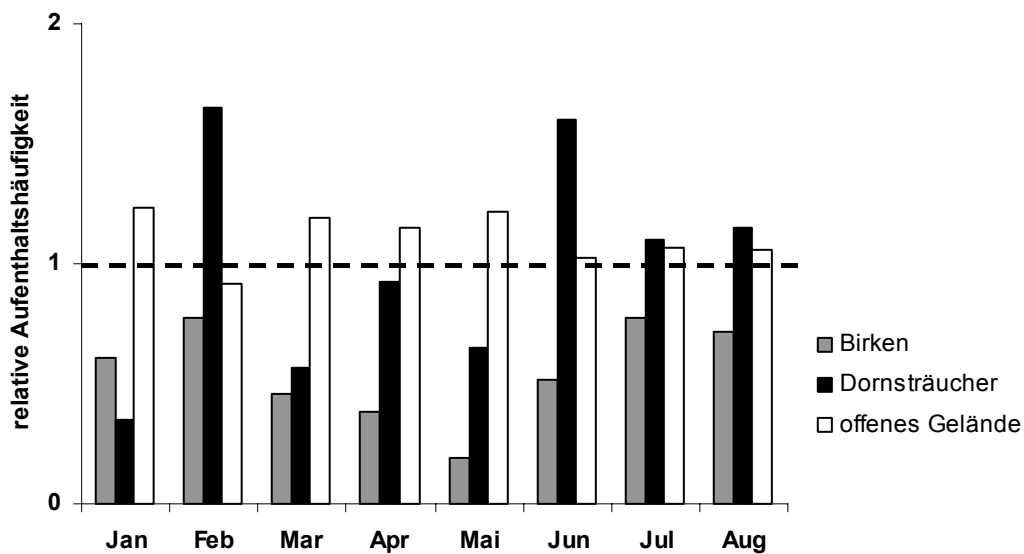


Abb. 8: Aufenthaltshäufigkeit der Rinder (nur Fraßzeiten) in jungem Gehölzaufwuchs.

4.4 Die Entwicklung junger Einzeleichen

Die untersuchten 141 Einzeleichen bedeckten zu Beginn der Beweidung eine Fläche von 167 m². Legt man das durchschnittliche Wachstum vitaler Eichen zugrunde, hätte sich ohne Beweidung die von Eichen bedeckte Fläche annähernd vervierfacht, und nach drei Jahren hätten die untersuchten Einzeleichen 653 m² beschattet (siehe Abb. 9). Als Folge der

Beweidung jedoch ging der Deckungsgrad der jungen Eichen zunächst um 27 % zurück, um dann wieder leicht anzusteigen. Obwohl die nicht geschädigten Bäume weiter wuchsen, liegt der Wert nach drei Jahren Beweidung mit 149 m² immer noch unter dem Ausgangswert. Auch wenn der optische Eindruck womöglich kaum einen Einfluss der Beweidung auf Gehölze erkennen lässt, konnte die Beweidung nicht nur die natürliche Sukzession aufhalten, sondern ihr sogar in Maßen entgegenwirken.

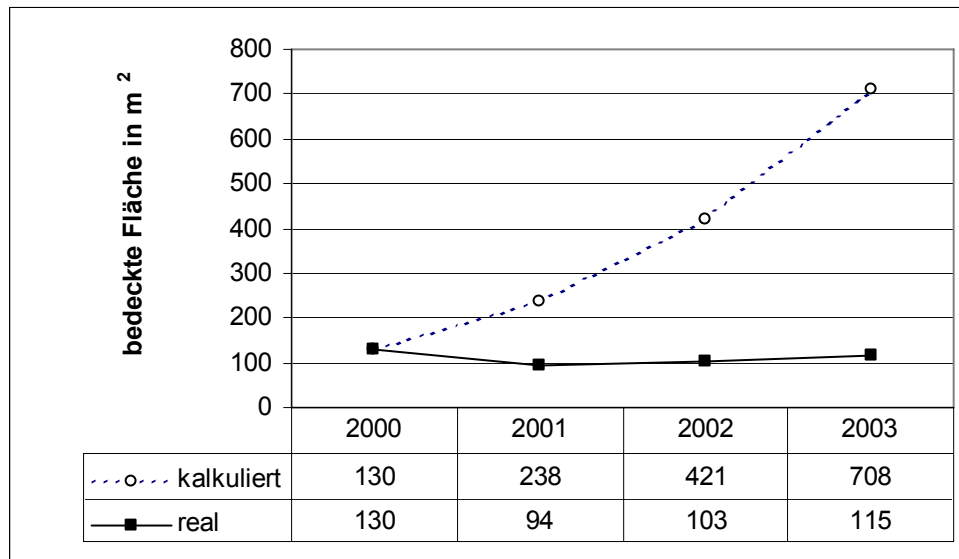


Abb. 9: Entwicklung des Deckungsgrades der Einzeleichen, n = 141.

Die Überlebenswahrscheinlichkeit und die Entwicklungsmöglichkeit junger Einzeleichen ist von der Baumhöhe abhängig. Je höher eine Eiche im Ausgangsbestand ist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie bei Beweidung überlebt, weniger geschädigt wird und gänzlich aus dem Einflussbereich der Weidetiere hinauswächst.

Eichen mit einer Höhe von mehr als 280 cm überlebten alle, konnten aber nicht den kalkulierten Deckungsgrad von Bäumen außerhalb der Beweidungsfläche erreichen, da auch bei den großen Bäumen die unteren Äste von den Weidetieren verbissen und geschädigt wurden. Einzelne Totalausfälle und eine starke Behinderung des Wachstums zeigte sich in der Größenklasse 230 bis 270 cm (siehe Abb. 10). Diese blieb mit 57% Deckung deutlich hinter dem errechneten Wert bei ungestörter Entwicklung zurück. Obwohl bei den Bäumen in der Größenklasse 180 bis 220 cm die oberen Kronenbereiche kaum mehr von den Weidetieren erreicht wurden, waren die Schädigungen so stark, dass die Bäume nach vier Jahren nur 18% der Fläche bedeckten, die sie unter ungestörter Entwicklung bedecken würden.

Je kleiner die Bäume im Ausgangsbestand waren, desto größer war der Effekt der Beweidung, die Überlebenswahrscheinlichkeit wurde immer geringer.

Diese dramatische Entwicklung junger Eichen betraf nur die langästigen Individuen, die bereits im Ausgangsbestand vorhanden waren und entsprechend unter Brachebedingungen aufgewachsen waren. Junge Eichen, die sich erst während des Beweidungsprojektes etabliert hatten, zeigten ein völlig anderes Wuchsverhalten. Diese Gruppe von Eichen bildete viele Kurztriebe, war breitwüchsig oder halbkugelig und entzog sich so dem starken Verbiss durch das Weidevieh.

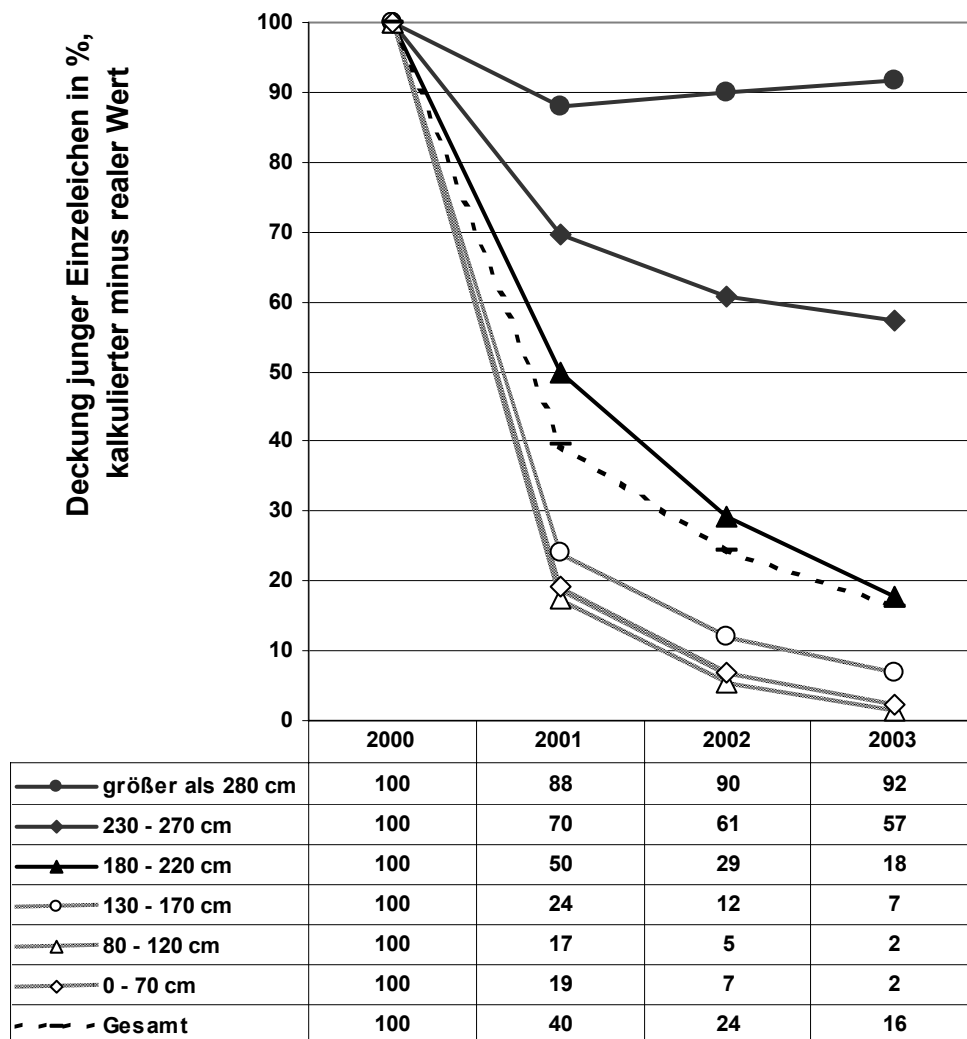


Abb. 10: Entwicklung junger Einzelreihen nach Größenklassen, n = 141.

5 Diskussion

Es lassen sich jahreszeitliche Veränderungen im Verhalten der Weidetiere erkennen. So zeigten die Rinder im Winter eine ausgesprochene Präferenz für Gewässer und Großseggenriede, also Gesellschaften, in denen die Flatterbinse (*Juncus effusus*) häufig ist, während sie im Sommerhalbjahr vornehmlich im Feuchtgrünland weideten. Doch selbst in Zeiten größten Nahrungsmangels wichen die Rinder nicht in nennenswertem Maße auf mageres Grünland aus. Lediglich im Februar, dem Monat größter Nahrungsknappheit, waren die Rinder gezwungen, leicht überdurchschnittlich lange auf magerem Grünland zu fressen.

Die Heidschnucken hingegen hielten sich zum Fressen sowohl im Sommer als auch im Winter vornehmlich im mageren Grünland auf. Deutlicher als jahreszeitliche Verhaltensunterschiede waren also Verhaltensunterschiede zwischen Rindern und Heidschnucken. Während die Rinder vorwiegend in Niederungsgebieten bzw. Randbereichen weideten, beweideten die Heidschnucken fast ausschließlich magere Grasfluren bzw. die zentral gelegenen Hochebenen des Untersuchungsgebiets. Die Frage, welcher Faktor die Präferenzen der jeweiligen Tierart in stärkerem Maße bestimmt, ob Nährstoffgehalt der Futterpflanzen oder die Entfernung zum Zaun, müssen zukünftige Analysen der Daten beantworten. Nicht auszuschließen ist, dass die Raumnutzung der Weidetiere durch interspezifische Konkurrenz gesteuert wird. Dabei wären die Rinder die dominanten Weidegänger, die in der Lage sind, die kleineren und vorsichtigeren Heidschnucken von attraktiven Plätzen zu verdrängen.

Rinder und Heidschnucken ergänzen sich optimal in ihren Raumannsprüchen. Erst die Kombination der beiden Weidetierarten führt auf dem Höltingbaum zu einer Nutzung aller Teillebensräume. Eine ausschließliche Beweidung mit Rindern hätte vermutlich die Verbrachung des mageren Grünlands voranschreiten lassen. Eine Heidschnuckenherde allein hätte kaum positive Effekte auf Gewässer und Feuchtgebiete gehabt.

Gewässer wurden von den Heidschnucken äußerst selten aufgesucht. Heidschnucken deckten ihren Flüssigkeitsbedarf über die Nahrung und Tau. Für Rinder hatten Gewässer hingegen sogar eine doppelte Funktion. Sie nutzten sie als Tränke und als Nahrungsquelle. Durch Vertritt, Fressen und Koten beeinflussten sie maßgeblich deren Entwicklung. Der wiederkehrende, aber unregelmäßige Vertritt der Uferbereiche bot Zwergbinsengesellschaften und anderen Therophytenfluren gute Möglichkeiten, sich zu etablieren.

Die Flatterbinse (*Juncus effusus*) wurde im Winter von den Rindern massiv befressen. Zwar wurde dadurch einer Streuakkumulation Einhalt geboten, eingedämmt werden konnte die Art

allein dadurch aber nicht. Im Zusammenwirken mit anderen Faktoren wurde die Flatterbinse dennoch stellenweise zurückgedrängt. In dem extrem nassen Jahr 2002 wurden einige abgefressene Flatterbinsenhorste langfristig überflutet und starben schließlich ab. Eine gänzlich andere Vegetation stellte sich ein. Effekte der Beweidung in Verbindung mit Witterungseinflüssen machen die Gewässer des Höltigbaums zu hoch dynamischen Lebensräumen. Unterschiedliche Nutzungsformen und –intensitäten fördern außerdem eine sehr diverse Entwicklung der jeweiligen Gewässer.

Hinsichtlich der Tiergesundheit kann die Beweidung von Gewässern Probleme aufwerfen. So droht den Weidetieren der Befall mit Leberegel, dem im E+E-Vorhaben mit einer regelmäßigen medizinischen Behandlung begegnet werden muss. Nichtsdestotrotz sprechen die Erfahrungen am Höltigbaum dafür, Gewässer in die Beweidung einzubeziehen.

Auch Wälder sollten fester Bestandteil der halboffenen Weidelandschaft sein, um den Weidetieren eine möglichst umfassende Befriedigung ihrer Bedürfnisse zu ermöglichen. So stellen waldbegleitende Geophyten eine wichtige Nahrungsquelle dar, um die Zeiten größten Nahrungsmangels im ausgehenden Winter und beginnenden Frühjahr zu überbrücken. Im Sommer bieten Wälder und Gehölzgruppen Schutz vor Sonne und Hitze.

Zwar lassen sich Aussagen darüber treffen, ob und mit welcher Häufigkeit sich die jeweiligen Weidetiere zum Fressen in jungem Gehölzaufwuchs aufhielten. Ob sie aber an den Gehölzen fraßen und diese sogar nachhaltig schädigten, lassen allein die Ergebnisse der GPS-Untersuchungen nicht erkennen. Allerdings konnte beobachtet werden, dass sowohl Rinder als auch Heidschnucken in Zeiten des Nahrungsmangels und insbesondere bei Schneelage junge Gehölze schädigten. Gerade nach dem langen und kalten Winter 2002/2003 bezeugten zahlreiche befallene und heruntergebrochene Birken den Einfluss der Weidetiere. Die GPS-Untersuchungen zeigten, dass sich vornehmlich die Heidschnucken in den Birkenbeständen aufhielten. Es lässt sich schließen, dass diese bei der Eindämmung des Birkenaufwuchses eine weitaus bedeutendere Rolle spielen als die Rinder.

Die Ergebnisse unterstreichen deutlich die Notwendigkeit einer ganzjährigen Beweidung, wenn diese zum Ziel haben soll, Birken zurückzudrängen. Denn zumindest Birkenbestände werden in den Sommermonaten von beiden untersuchten Weidetierarten gemieden, so dass ein effektiver Einfluss auf diese expansive Pionierart, wenn überhaupt, nur zu Zeiten winterlicher Nahrungsknappheit zu erwarten ist.

Weißdorn wird hingegen sowohl von Schafen als auch von Rindern im Frühjahr gefressen. Die Heidschnucken fressen sehr gezielt die frischen Blatttriebe, die Rinder gehen gröber vor und reißen ganze Zweige ab. Die Weißdorne auf dem Höltigbaum bilden eine *browsing line*

aus. Bis in Fraßhöhe der Tiere sind sie schlank und kurztriebig. Oberhalb dieser Linie erhalten sie ihr ursprüngliches Erscheinungsbild. Letal geschädigt werden sie von den Weidetieren in der Regel nicht.

Die Untersuchung an jungen Einzeleichen zeigte, dass deren Überlebenswahrscheinlichkeit mit zunehmender Höhe ansteigt. Bäume, die eine Höhe von 2,80 erreicht haben, entwachsen dem Einflussbereich der Tiere und haben eine gute Prognose. Die Entwicklung der jüngsten Bäume lässt jedoch zunächst befürchten, dass unter Beweidung keine jungen Eichen mehr aufwachsen können. Dem widersprechen Beobachtungen an Jungeichen, die erst nach Beweidungsbeginn aufkamen und damit nicht in die vorgestellten Untersuchungen eingingen. Gerade diese Jungbäume können durch einen angepassten Wuchs auf den Verbiss reagieren. Nur die langästigen Jungbäume bis 2 m Höhe, die sich in der Brachezeit vor dem Beginn der Beweidung ansiedelten, zeigen eine hohe Ausfallquote.

Die meisten jungen Eichen starben bereits im ersten Jahr der Beweidung. Nach jahrelanger Brache hatte sich auf den Flächen eine massive Streuschicht angesammelt, die sich negativ auf das Grünlandwachstum auswirkte. So waren die Weidetiere zu Beginn der Maßnahmen stärker darauf angewiesen, auch an Gehölzen zu fressen. Schon nach einem Jahr Beweidung war die Streu annähernd abgebaut und die Biomasse erhöhte sich auf den Flächen, so dass die Gehölze weniger stark geschädigt wurden. Je nachdem, welche Ziele mit einer Beweidung verfolgt werden, muss immer auch der Ausgangszustand der Flächen berücksichtigt und die Besatzdichte dementsprechend angepasst werden.

Literatur

- CONRADI, M. (2002): Methods for the investigation of patterns and processes in large-scale grazing systems. – In: REDECKER, B.; FINCK, P.; HÄRDTLE, W.; RIECKEN, U.; SCHRÖDER, E. (Hrsg.): Pasture Landscapes and Nature Conservation. Berlin Heidelberg, New York (Springer), 347-354.
- GORDON, I.J. (1995): Animal-based techniques for grazing ecology research. – Small Ruminant Res. 16: 203-214.

- HÄRDTLE, W.; MIERWALD, U.; BEHREND, TH.; EISCHEID, I.; GARNIEL, A.; GRELL, H., HAESE, D., SCHNEIDER-FENSKE, A.; VOIGT, N. (2002a): Pasture landscapes in Germany – progress towards sustainable use of agricultural land. - In: REDECKER, B.; FINCK, P.; HÄRDTLE, W.; RIECKEN, U.; SCHRÖDER, E. (Hrsg.): Pasture Landscapes and Nature Conservation. Berlin Heidelberg, New York (Springer), 147-160.
- HÄRDTLE, W.; MIERWALD, U.; BAUMUNG, U.; BEHREND, TH.; EISCHEID, I.; GARNIEL, A.; GRELL, H.; HAESE, D.; HENNIG, V.; ROLOFF, J.; SCHNEIDER-FENSKE, A.; VOIGT, N.; WESOŁOWSKI, K. (2002b): Zwischenbericht "Halboffene Weidelandschaft Höltigbaum" – Wissenschaftliche Begleituntersuchung. – unveröffentl. Manuskript der Univ. Lüneburg, 147 S. + Anh., Lüneburg.
- HART, R.H.; BISSIO, J.; SAMUEL, M.J.; WAGGONER, J.W. (1993): Grazing systems, pasture size, and cattle grazing behaviour, distributions and gains. – J. Range Manage. 46: 81-87.
- HART, R.H.; HEPWORTH, K.W.; SMITH, M.A.; WAGGONER, J.W. (1991): Cattle grazing behavior on a foothill elk winter range in southeastern Wyoming. - J. Range Manage. 44(3): 262-266.
- HULBERT, I.A.R.; WYLLIE, J.T.B.; WATERHOUSE, A.; FRENCH, J.; MCNULTY, D. (1998): A note on the circadian rhythm and feeding behaviour of sheep fitted with a lightweight GPS collar. – Appl. Anim. Behav. Sci. 60: 359-364.
- INUF – INSTITUT FÜR NATURSCHUTZ- UND UMWELTSCHUTZFORSCHUNG DES VEREINS JORDSAND (1993): Untersuchung der Möglichkeiten zur vorbildlichen Berücksichtigung der Naturschutzbelange auf dem Standortübungsplatz Höltigbaum. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Ahrensburg, 117 S.
- KPF – KONTOR FREIRAUMPLANUNG, KIFL – KIELER INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSÖKOLOGIE (1997): Länderübergreifendes Pflege- und Entwicklungskonzept „Höltigbaum“. Gutachten im Auftrag des Kreis Stormarn und der Freien und Hansestadt Hamburg, Stadtentwicklungsbehörde, 49 S.
- OWENS, M.K.; LAUNCHBAUGH, K.L.; HOLLOWAY, J.W. (1991): Pasture characteristics affecting spatial distribution of utilization by cattle in mixed brush communities. - J. Range Manage. 44(2): 118-123.
- RIECKEN, U.; KLEIN, M. & SCHRÖDER, E. (1997): Situation und Perspektiven des extensiven Grünlandes in Deutschland und Überlegungen zu alternativen Konzepten des Naturschutzes am Beispiel der Etablierung halboffener Weidelandschaften. Schr. R. f. Landschaftspfl. u. Natursch., 54: 7-23
- TURNER, L.W.; UDAL, M.C.; LARSON, B.T.; SHEARER, S.A. (2000): Monitoring cattle behaviour and pasture use with GPS and GIS. – Can. J. Anim. Sci. 80(3): 405-413.
- SATZGER, R. (2002): Large-scale grazing systems by herdsmen and their impact on landscape patterns and biodiversity in western Ukraine's Carpathians. – In: REDECKER, B.; FINCK, P.; HÄRDTLE, W.; RIECKEN, U.; SCHRÖDER, E. (Hrsg.): Pasture Landscapes and Nature Conservation.- Berlin Heidelberg, New York (Springer), 379-385.

Site utilization of grazing cattle and heath sheep in a large-scale pasture landscape: a GPS/GIS assessment

Dorothee Putfarken, Stephan Lehmann, Werner Härdtle

Keywords: spatial distribution, herbivore, multi-species grazing

Abstract

Year-round grazing at low densities in large-scale pasture systems is considered a suitable nature conservation concept with which to maintain extensively used grasslands. It is hypothesized that a low stocking rate results in intensive grazing of favourable pastures during the vegetation period when biomass is high. In winter, however, when biomass is low, it is generally expected that grazing animals will move to less attractive pastures which they had previously avoided.

The present study aims to find out which vegetation types are preferentially grazed by cattle and heath sheep and whether the grazing animals do actually change their site utilization through the seasons so that year-round grazing leads to a utilization of all habitats. The main factors affecting utilization patterns of grazing animals are determined. Such predictive results will help to design future pasture landscapes as effectively as possible.

We used the global positioning system (GPS) to monitor site utilization by cattle and heath sheep over an area of 180 ha in the period January to October 2003. Cattle and heath sheep were fitted with GPS collars which recorded the animals' positions every five minutes. Within a GIS (Geographic Information System) we analysed the location data with regard to spatial conditions such as vegetation characteristics, altitude, shrub density, distances from fences, water sources and a sheep cote.

Cattle preferred moist habitats throughout the study period, whereas heath sheep preferred dry and poor habitats. Only when feed was in extremely short supply, did the grazing animals switch to pastures they had previously avoided. The differences in the spatial preferences of the two species were more marked than the seasonal changes. The spatial demands of cattle and sheep appeared to be complementary. It was only because both species were grazed here that all habitats of the study area were utilized. The site utilization by grazing animals was highly determined by grazing management practices. Water availability had a considerable influence on the way the cattle used the site, whereas the heath sheep preferred to remain

closer to their cote. Both species preferred pastures distant from the fences, although this applied to the heath sheep in particular. Hence, the positioning of drinking troughs, fences and sheds should be carefully considered in the planning of future pastures.

1. Introduction

Modern developments in land cultivation techniques and changes in the economic framework have caused considerable losses of valuable open habitats in recent decades (Riecken et al., 2001). In large parts of Europe, agriculture has become so intensive that almost all its former positive effects on biodiversity have disappeared (Finck et al., 2002). In marginal areas, in particular, land which had formerly been extensively utilized land has recently become fallow. At the same time, Red Data Books show that a great number of plant and animal species that are endangered or threatened with extinction are concentrated in extensively utilized agricultural landscapes (Korneck et al., 1998). Habitats and species of open landscapes and woodland edges, in particular, are severely threatened by extinction (Riecken et al., 2004).

Due to limited financial resources in combination with changes in agricultural land use and agricultural policy, landscapes with low-intensity grazing are considered a suitable nature conservation concept with which to maintain extensively used grasslands. In contrast to traditional forms of agricultural practice, the objective of large-scale pasture landscapes is to combine both economic and ecological requirements (Härdtle et al., 2002).

Grazing at low stocking rates in large-scale pasture systems is intended to maintain or create highly diverse ecosystems with little livestock care involved. Allowing the grazing animals to express their natural range of behaviour is meant to increase landscape dynamics and to provide resources for threatened pioneer species. Year-round grazing seems to be crucial if pastures and landscapes are to be kept in an open, scattered wooded state. The low stocking rate of animals results in a surplus of feed in winter. Only when feed is short in supply, especially during winter, are the animals forced to move to less attractive feed or pastures.

Previous studies on activity and spatial site utilization of grazing animals has focused mainly on economically orientated pasture systems. Owens et al. (1991), for instance, aimed to identify the impact of pasture characteristics affecting spatial utilization of cattle. However, they concentrated on factors which can be controlled by management measures since their aim was to promote uniform grazing distributions so as to obtain positive impacts on current and potential grazing capacities. Hart et al. (1993) investigated the effects of different grazing systems (continuous and rotational grazing) as well as different range sizes (24 versus 207 ha)

on the behaviour of cattle, their distribution and weight gains. Most of our knowledge is derived from simple model systems, such as perennial ryegrass-white clover and relatively little detailed work has been done on more complex communities, at least in temperate lowland environments (Rook and Tallwin, 2003). Moreover, little is known about the site utilization in the case of multi-species grazing, or the existing knowledge relies heavily on anecdotal evidence. Multi-species grazing may, however, have other effects on the vegetation than grazing by a single species, as herbivore species differ in food habits, terrain use and their potential to influence vegetation development (WallisDeVries et al., 1998).

One reason for this lack of information might be that gathering data is the most difficult aspect in all studies (Turner et al., 2000). Direct observations take a lot of time. Furthermore, a considerable portion of grazing activity takes place at night (Hulbert et al. 1998). In addition, the use of GPS in animal science, and especially in studies on grazing livestock, is still fairly new (Schlecht et al., 2004).

To our knowledge, this study exploits the potentials of the GPS/GIS system in analysing interactions between grazing animals and their environment to a previously unknown degree. Within a five-year grazing experiment, cattle and heath sheep were monitored permanently over a ten month period, and animal-related GPS-data were combined with GIS-supported information on pasture characteristics (i.e. vegetation type, shrub density, altitude, distance from management facilities).

Since extensively used landscapes are not homogeneous pastures but more or less diverse mosaics of various structures and habitats, it may be expected that grazing animals concentrate on a few favoured grazing sites, whereas other less attractive pastures are avoided permanently. However, if the pastures are to be maintained in the desirable extensively used state, an occasional impact on all habitats is necessary. As winter grazing is regarded to be the key factor in this context, we focused mainly on the months January to March, which we compared with the period from May to July when biomass is most abundant.

The following questions have been addressed in our study:

- Are there seasonal changes in the site utilization of grazing animals?
- Does year-round mixed grazing with cattle and heath sheep lead to a utilization of all habitats?
- Which are the major factors affecting utilization patterns of grazing cattle and heath sheep?

2. Materials and methods

2.1 Study area

The study was carried out in a landscape typical for the lowlands of northern Central Europe (180 ha in size). It is located in the nature reserve „Höltigbaum“ (Schleswig-Holstein and Hamburg, NW Germany, 53°37'N, 10°12'E). The study area is characterized by glacial loamy and sandy deposits. Prevailing soil types are nutrient poor Luvisols with slightly acidic pH(H₂O) values in the topsoil. The climate is of a humid suboceanic type. The mean temperature is 8.6 °C and the mean precipitation 770 mm year⁻¹.

The landscape of the former military training area Höltigbaum is the result of rural and military use. It is characterized by wide open grassland predominated by *Festuca rubra* agg. and *Agrostis capillaris*. Scattered throughout the countryside are both rows of trees and solitary trees, small woods, dry grasslands and fragmented sandy heaths. After the military left the area in 1992, trees and bushes started to colonize many areas and the valuable open landscape began to transform into a landscape of scrubby vegetation.

2.2 Livestock in the grazing experiment

For experimental purposes the study area was grazed by cattle and sheep the whole year round from April 2000 to October 2003. The cattle herd consisted of red and white lowland cattle, so called “Rotbunte Niederungsrinder”, cross-bred with a Galloway bull. The sheep belonged to the largely undemanding and resistant race of “Lüneburg heath sheep”. The livestock was kept at a low density of 0.3 to 0.5 animal units ha⁻¹ (in the mean, 74 cattle and 140 heath sheep) and could roam unhindered over the whole area of 180 ha.

A sheep cote was built as a shelter from extreme weather situations. At the western edge of the pasture a well was bored and a drinking trough for the cattle installed.

2.3 Recording of animal behaviour by means of GPS

In each herd one cow and one heath sheep were each fitted with a GPS unit. To record animals' positions we used Garmin eTrex Venture GPS receivers, which were put into plastic containers and mounted on the cattle's and sheep's collars. Each of the containers was counterbalanced by six external rechargeable 1.2 V, 7000 mAh accumulators providing sufficient energy to run the GPS units for seven days. The GPS unit used on the cattle weighed 2.1 kg, and the one used on the heath sheep 1.7 kg. The animals accepted the GPS collars without any obvious disturbance or irritation.

The GPS collars were changed weekly to recharge the accumulators and to transfer the data. For the purpose of the present study we chose a logging interval for behavioural data of 5 minutes. Any interval greater than 5 min may overlook data apart from pasture utilization, such as discrete watering events (Turner et al., 2000) and make the conclusions on animal behaviour more difficult. Shorter time intervals would have demanded more frequent collar changes since the receiver's store is limited to 2047 logging points. Positions were stored as Gauß-Krüger-coordinates of latitude and longitude with information on date, time and travelled distance to the last point. At each collar change, the GPS equipped animals were found to be within the herds; thus conclusions on all grazing animals may be drawn.

2.4 Study period and scope

From January to October 2003 we monitored spatial site utilization and activities of cattle and heath sheep within the study area. The results of the present study are based on a total of 143,624 records. 62,952 of these are attributed to the cattle, and 80,672 to the heath sheep. This corresponds to 218 complete observation days for the cattle and 280 for the heath sheep. To show the animals' preferences for certain types of vegetation we made a vegetation map. The discrimination of vegetation units is based on 305 vegetation records made in 2002 and 2003. Seven categories approximating the Braun-Blanquet vegetation classification system (Dierschke, 1994; Westhoff and van der Maarel, 1973) were differentiated.

Table 1. Categories of the mapped vegetation and their description

Vegetation	Plant communities in phytosociological terms	Portion of study area
Dry, poor/trampled grassland	Koelerio-Corynephoretea, Polygono-Poetea annuae and Calluno-Ulicetea	12.8 %
Poor grassland	<i>Festuca rubra</i> agg. dominated grasslands of the Molinio-Arrhenatheretea	43 %
Mesophilic grassland	<i>Agrostis capillaris</i> dominated grasslands and Cynosurion communities of the Molinio-Arrhenatheretea	23.8 %
Wet meadows	eutraphent vegetation of perennial shrubs, <i>Deschampsia cespitosa</i> dominated moist meadows	3.6 %
Ponds and sedge swamps	water influenced vegetation complexes and stands of sedges and rushes of the Magnocaricion	1.1 %
Woods	<i>Alnus glutinosa</i> community and Betulo-Quercetum	1.8 %
Small woods	pioneer birch woods, groups of trees and solitary trees (predominantly oak trees)	13.9 %

Further, we digitized a map of altitude and a map representing the shrub and tree cover in the study area. Degrees of shrub and tree coverage were divided into five classes (up to 5, 25, 50, 75 and 100%, respectively).

2.5 GPS-records and identification of animals' activities

In order to analyse the site utilization by grazing animals we considered only the grazing times of the monitored animals. To identify and extract feeding behaviour from the whole data set, which also included resting times and directional movements of the animals, we assumed that a grazing animal has to move forward to obtain food (Porzig and Sampa, 1991). Hence, when the GPS receiver detected no movement or only slight movement within five minutes the animal was considered to be resting, ruminating, suckling or cleansing itself. Due to inaccuracies of the GPS receiver caused by poor satellite coverage or signal obstruction by canopy cover, the travelled distance was very seldom zero, even though the animal might not have moved at all. If the GPS receiver logged a travelled distance of less than six metres within five minutes we assessed the animal's behaviour as resting. If an animal moved more than 100 metres within five minutes, directional movement was considered to have predominated over grazing. These time intervals were then omitted from further analyses and only time intervals in which the animal moved at least six but less than 100 metres were assessed as grazing times. Animals' positions which were subject to human influence, i.e. additional feeding during winter, were not considered either.

In order to validate the classification of animals' activities we related the GPS-records to direct observations of the animals' behaviour in the field. To do this, we recorded the respective animal's activity every minute on six days in spring and late autumn. The predominant activity of the five recordings within one GPS time interval, synchronised with the GPS clock, was noted as valid activity. We observed the activities of GPS monitored cattle over a total of 24.6 hours. 94.3% of the direct observations corresponded with the behaviour we inferred from GPS data on travelled distances. The activities of GPS monitored heath sheep were observed over 23.5 hours and corresponded in 89.4% of all cases with indirectly interpreted activities. Hence, conclusions on animal behaviour derived from GPS data on travelled distances were considered to be adequately accurate.

2.6 Data analysis with GIS

All recorded positions for the monitored animals were stored in an Access database (Microsoft Access 2000). Via an SQL-connection they were entered into a geographic information system (GIS). For further data analyses we used the software ArcView 3.1 (ESRI). By keying in a query certain data sets could be chosen and displayed, i.e. positions within a specific time period or representing a specific activity.

Within the GIS we overlaid animals' positions with a current map of vegetation units, a map of altitude and a map representing the shrub and tree cover. By running a so-called point-in-polygon-analysis every position was assigned to a certain vegetation unit, altitude and shrub and tree cover. Further, we subdivided the study area into a grid comprising 3030 squares with a distance of 30m between intersections. As described above, every grid square contained information on the prevailing vegetation type. Using the vegetation records taken as a basis for the vegetation map, we calculated average vegetation covers for the herb layer of each vegetation type (total, portion of cryptogams, sum of abundance and litter cover), average and maximum sward heights as well as average covers of characteristic species (*Agrostis capillaris*, *Festuca rubra* agg., *Deschampsia cespitosa*, *Juncus effusus*). Following Briemle et al. (2002) we calculated the average food value of each vegetation type. The average indicator values for light (L-value), temperature (T-value), moistness (F-value), soil reaction (R-value) and nutrient supply (N-value) were calculated according to Ellenberg et al. (1992).

Further, every grid square was attributed with information on altitude and cover of young shrubs and trees. Starting from the centre of each grid square, the distance to the cattle's drinking trough, to the nearest fence and to the sheep cote was calculated as well as the distance to the nearest watering place and wood.

2.7 Statistical methods

2.7.1 Preference indices of vegetation types

On the basis of the geoprocessed data we determined the monthly utilization frequency of cattle and sheep for each vegetation type and related the latter to its respective portion of the whole study area. According to Ivlev (1961) and Jacobs (1974) the preference index e is calculated using the following equation:

$$e = \frac{(r - p)}{(r + p)} \quad \begin{array}{l} r = \text{percentage utilization frequency} \\ p = \text{percentage portion of area} \end{array}$$

2.7.2 Stepwise multiple regression analysis

Relationships between spatial site utilization by grazing animals and environmental variables possibly affecting the grazing behaviour were analysed by means of a stepwise multiple regression (SPSS, version 11.5) (“utilization frequency per grid square” as dependent variable). For this analysis, the matrix of variables was log transformed and standardized to mean 0 and variance 1 (Sokal and Rohlf, 1981). The selection of predictors was stopped when none of those remaining resulted in a model improvement at 0.05 level.

In all the analyses from groups of strongly correlated variables ($r > |0,80|$) only one was retained. This led to the omission of the variables “litter cover” (r with “R-value” = 0,82 and with “sum of abundance of herb layer” = 0,87), “average sward height” (r with “T-value” = 0,82), “L-value” (r with “R-value” = 0,82 and with “sum of abundance of herb layer” = 0,85) and “F-value” (r with “N-value” = -0,81). Each analysis is based on a sample size of 700 grid squares.

3. Results

3.1 Preferences for different vegetation types

As hypothesized, site utilization by cattle showed distinct seasonal changes (Fig. 1). Most vegetation types which were utilized more than average during spring and summer, were more or less avoided in winter. However, the cattle only moved to poor grasslands which they had previously avoided in February only, when food was extremely short in supply, and even then utilization was only limited. Instead, ponds and sedge swamps were utilized far more intensively.

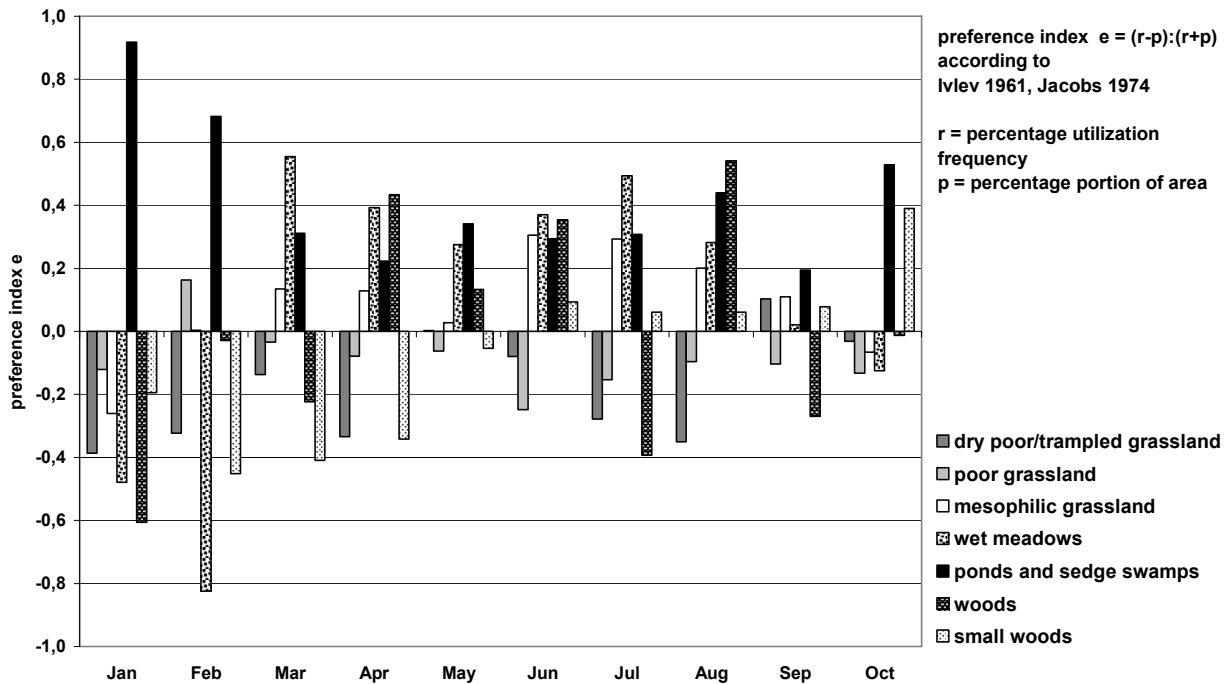


Fig. 1. Preference indices of grazing cattle for different vegetation types in 2003.

All year round waterbodies were of outstanding importance for the cattle. During the vegetation period, various vegetation types became important for the foraging cattle. Apart from ponds and sedge swamps, cattle significantly utilized wet meadows, mesophilic grasslands and woods.

Preferences of grazing heath sheep for different vegetation types (Fig. 2) appeared to be complementary to those of the cattle. Only in autumn preferences of cattle and heath sheep were similar. Then small woods and solitary oak trees became particularly important because both cattle and heath sheep foraged on fallen acorns.

Heath sheep avoided ponds and sedge swamps during the whole study period, whereas they utilized dry, poor and poor grasslands more than average almost continuously. There are no really distinct seasonal changes in the site utilization of heath sheep. In January they utilized wet meadows more than average. Nevertheless, there was undiminished use of dry, poor and trampled grasslands.

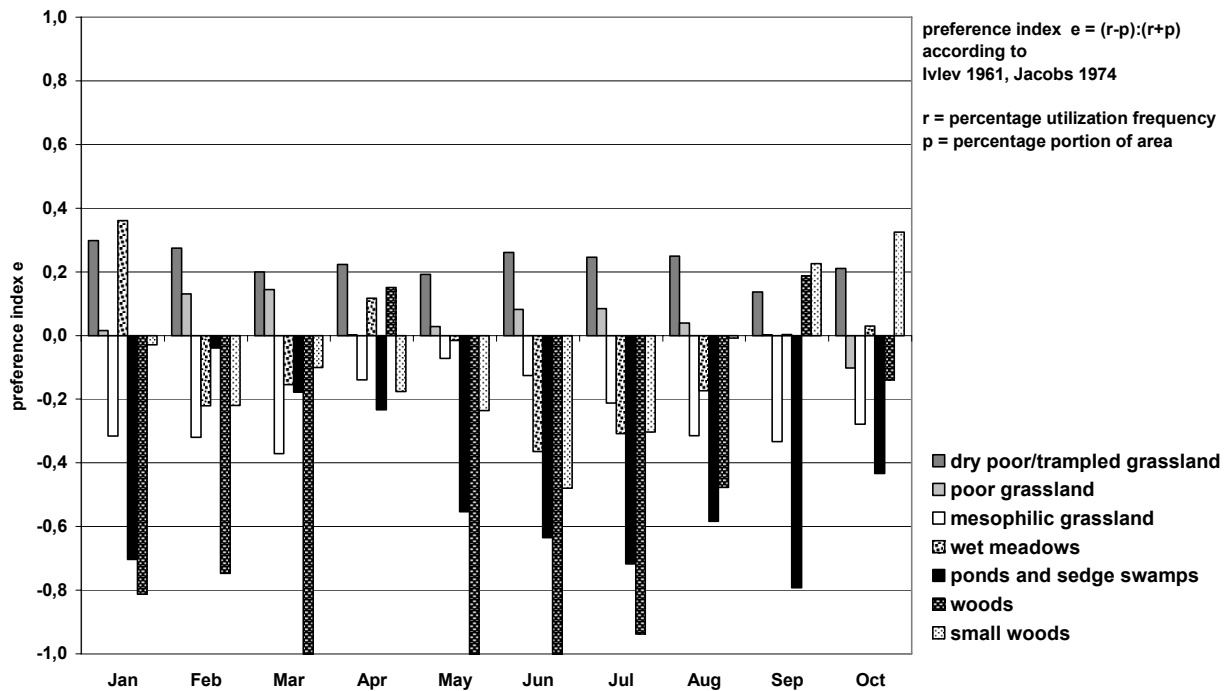


Fig. 2. Preference indices of grazing heath sheep for different vegetation types in 2003.

3.2 Factors affecting site utilization by the grazing animals

The models computed by multiple regression analysis explain 34% of site utilization by cattle for winter and summer. For the heath sheep 56% of site utilization for the period January to March and 48% for the period May to July are explained. These significant regression models demonstrate that site utilization by the grazing animals was not random but was associated with measured variables.

It is shown that site utilization by cattle was highly dependent on water availability. Distance to the drinking trough was an important factor affecting cattle during both periods. The model confirms, as shown in Fig. 1, that in the winter cattle were mainly attracted by ponds and that site utilization was positively related to the occurrence of *Juncus effusus*. Generally, water availability rather than nutritional needs determined site utilization by cattle. The winter situation was characterized by a lack of high-quality feed. Cattle were forced to graze on poor pastures, a fact represented in the model by a negative association with the R-value and a positive association with the abundance of *Festuca rubra* agg., a grass with relatively low food value.

Table 2. Coefficients of multiple regression for predicting factors influencing site utilization by cattle and heath sheep in winter and summer

Model	Variables considered in the models	R	adjusted R ²	F	beta of variables	p of variables
Cattle in winter (January to March)	Distance from ponds				-0.198	0.000
	Distance from fence				0.167	0.000
	Abundance of <i>Juncus effusus</i>				0.317	0.000
	Distance from drinking trough	0.59	0.34	52.25	-0.315	0.000
	Reaction indicator value				-0.136	0.000
	Distance from sheep cote				-0.208	0.000
	Abundance of <i>Festuca rubra</i> agg.				0.119	0.002
Cattle in summer (May to July)	Distance from drinking trough				-0.602	0.000
	Distance from sheep cote				-0.409	0.000
	Altitude	0.58	0.34	72.11	0.114	0.003
	Distance from fence				0.127	0.000
	Abundance of <i>Deschampsia cespitosa</i>				-0.114	0.002
Heath sheep in winter (January to March)	Distance from fence				0.294	0.000
	Temperature indicator value				-0.276	0.000
	Distance from sheep cote				-0.293	0.000
	Reaction indicator value	0.75	0.56	112.94	-0.175	0.000
	Evenness of vegetation				0.14	0.000
	Altitude				0.114	0.002
	Sum of abundance (herb layer)				-0.169	0.000
	Cover herb layer				0.097	0.011
Heath sheep in summer (May to July)	Distance from fence				0.359	0.000
	Distance from drinking trough				-0.347	0.000
	Distance from sheep cote				-0.222	0.000
	Altitude				0.142	0.000
	Distance from ponds	0.69	0.48	72.99	0.111	0.000
	Evenness of vegetation				0.148	0.000
	Distance from woods				0.085	0.004
	Maximum height of herb layer				-0.133	0.000
Food value				-0.135	0.002	

Most important for the site utilization of cattle were those factors which result from management practices, such as the positioning of drinking troughs, sheep cotes and fences. During summer, shade represented a further need of the cattle; this is expressed as a negative coefficient for the distance from woods. Heath sheep, on the other hand, preferred to graze at a distance from woods during summer.

The way heath sheep utilized the site appears to be far more predictable than is the case for the cattle. Similarly to the cattle, the site utilization by the heath sheep was mainly determined by grazing management practices. Obviously, heath sheep preferred to graze on remote pastures, since the main factor influencing the way they utilized the site both in the summer and in the winter was the distance from the fence. Another decisive factor during both periods was the distance from the cote. Particularly during extreme weather situations, the heath

sheep grazed in the vicinity of their cote which they used as a shelter from frost, rain, wind and heat. Nevertheless, vegetation characteristics proved to be more significant in explaining site utilization by sheep than was the case for cattle. During winter their site utilization was related to a negative R- and T-value of the vegetation and a high coverage of the herb layer. During summer both low vegetation height and low food value were important. During both periods site utilization by heath sheep was positively correlated with a high evenness of vegetation.

4. Discussion

Seasonal changes were found in site utilization by grazing animals. However, the differences between the way the two species used the site were more marked than the seasonal disparities. Heath sheep and cattle utilized pastures in a complementary way.

Much of the complementary site utilization by cattle and heath sheep may be explained by the animals' different dietary choices. These are driven by factors such as body size, digestive physiology and dental anatomy (Rook and Tallwin, 2003). Larger animals have relatively large gut capacity in relation to their metabolic requirements, they can retain digesta in the tract for longer and thus digest it more thoroughly. This means that they can deal with a lower digestibility diet and hence can forage less selectively than smaller animals which have to select higher quality items (Illius and Gordon, 1993). This is consistent with the studied preferences of grazing animals. The larger cattle utilized moist and wet habitats where biomass was abundant but of low quality, at least where rushes and sedges were abundant. The heath sheep fed mainly on dry, poor grassland where biomass was low, but where palatable herbs of high quality occurred in places. Furthermore, the fact that during both periods site utilization by heath sheep was related to a high evenness of vegetation indicates that these animals display more selective foraging behaviour.

Nevertheless, the spatial preferences of heath sheep were also associated with low food value since feed in dry, poor grasslands was depleted and the animals were increasingly forced to feed on poor grasslands.

Stroh et al. (2004) found in their studies on the vertical structures of vegetation that the dental anatomy of cattle means they are only able to utilize vegetation above 5 to 10 cm of height. Unlike heath sheep, cattle are not able to utilize low-growing dry poor grasslands efficiently. Further complementary demands were found with regard to thermoregulation. Cattle frequented woods particularly during summer, a fact which indicates their need of shade. Apparently, thermoregulation outweighs nutritional issues here. Heath sheep behaved in the

opposite manner, frequenting woods more than average only in April and September to feed on geophytes or acorns, respectively.

But most of all, complementary demands became obvious regarding water availability. Heath sheep satisfied their water requirements by food intake and dew. They very seldom remained beside ponds or sedge swamps. The proximity to the cattle's drinking trough was determined as this affected site utilization by the sheep during the summer, although this facility was not usable for them. The concentration of cattle there might have aroused heath sheep's interest.

For cattle, however, water availability was a crucial factor affecting site utilization both in winter and summer. Generally, intense cattle grazing is reported around water sources (Hart et al., 1993, Owens et al. 1991, Pinchak et al., 1991). In the study area, water sources served a double purpose, as waterings and as pastures. In winter, cattle came to drink but also to feed on *Juncus effusus* which is often found in moist habitats in the study area. Its low nutritional value was compensated by the fact that during January and February there were 15 days of snow cover when *Juncus effusus* represented the only visible green feed.

It is likely that the great importance of water availability was increased further by the sparseness of vegetation due to a below average precipitation level in 2003. Owens et al. (1991) found that water availability became a significant factor affecting utilization when biomass was limited. When green forage was abundant, utilization was largely affected by vegetation related, hence biotic factors. But abiotic factors such as remoteness and water availability became more relevant when forage was limited. In addition, randomness apparently increased as biomass declined. When cattle have access to large amounts of standing crop, they are apparently more selective, and this selectivity results in greater variation in site utilization of pastures than when less biomass is available.

Based on this assumption, cattle experienced feed depletion much more severely than heath sheep since site utilization by heath sheep was less random. Apparently, heath sheep were more able to keep up selective foraging behaviour since they need far less feed than cattle. Moreover, sheep are generally regarded as being more selective than cattle (Porzig and Sambraus, 1991, Rook and Tallowin, 2003, Süß, 2004).

In this context, it seems to be inconsistent that multiple regression models explained a greater proportion of the site utilization by heath sheep during winter when feed was still more limited than during the dry summer ($R^2 = 0.56$ versus 0.48). However, heath sheep often utilized their cote as a resting place and particularly during winter, when days were short, the light-active heath sheep (Porzig and Sambraus, 1991) did not cover long distances, but grazed within a close radius of their cote. Therefore, variation and randomness were reduced.

Generally, site utilization by both cattle and heath sheep was primarily affected by the position of management facilities. This finding is consistent with the statement by Bailey et al. (1996) who name abiotic factors as the primary determinants of large-scale distribution patterns which act as constraints within which mechanisms involving biotic factors operate.

In our study, the spatial demands of cattle and heath sheep proved to be complementary in an ideal way. Cattle or heath sheep alone would not have utilized the whole pasture to a sufficient extent. In winter the cattle moved to poor grasslands which they had previously avoided, although this only occurred in February when food was extremely short in supply. However, then the cattle were in bad shape and additional feeding became necessary. Heath sheep avoided ponds and sedge swamps throughout the entire study period. Hence, grazing by either cattle or heath sheep will not be sufficient to prevent all parts of diverse pasture landscapes from accumulating litter and becoming fallow. Only a combination of both species leads to a utilization of all habitats. Consequently, a suitable combination of grazing animals appears to be more crucial to achieving a sufficient defoliation of the ground vegetation than year-round grazing management. Nevertheless, year-round grazing may be essential in order to prevent shrubs and trees from spreading. Future studies may provide further knowledge about the potential for controlling the encroachment of woody species by different herbivore species.

The more varied the herbivores, the less they will compete for the same resource. However, care must be taken to create a system where competition is reduced by using animals that differ in either body size, digestive system or the use they make of different parts of the vegetation. Such multi-species grazing for the conservation of semi-natural and natural landscapes is only advisable on condition that stocking rates are low. Otherwise, mixed grazing may result in a more uniform vegetation pattern which would counteract nature conservation objectives (WallisDeVries et al., 1998).

5. Conclusions

On condition that stocking rates are low, mixed grazing of cattle and heath sheep appears to be suitable for the conservation of diverse pasture landscapes since both species have complementary spatial demands. Further, our study shows that site utilization by grazing animals is determined to a considerable degree by grazing management practices. Most probably the influence of these practices was further increased by food shortage. Hence, the positioning of drinking troughs, fences and sheds should be carefully considered, particularly

in systems which are fully grazed throughout the entire year and where periods of food shortage inevitably occur.

Acknowledgements

The financial support of the German Federal Agency for Nature Conservation (BfN) is gratefully acknowledged.

References

- Bailey, D. W., Gross, J.E., Laca, E.A., Rittenhouse, L.R., Coughenour, M.B., Swift, D.M., Sims, P.L., 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *J. Range Manage.* 49: 386-400.
- Briemle, G., Nitsche, S., Nitsche, L., 2002. Nutzungswertzahlen für Gefäßpflanzen des Grünlandes. In: Klotz, S., Kühn, I., Durka, W. (Eds.), *BIOLFLOR – Eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland*. Schriftenr. Vegetationskd. 38: 203-225.
- Dierschke, H., 1994. *Pflanzensoziologie – Grundlagen und Methoden*. Ulmer, Stuttgart, 683 pp.
- Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulißen, D., 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobot.* 18: 67-153.
- Finck, P., Riecken, U., Schröder, E., 2002. Pasture Landscapes and Nature Conservation – New strategies for the preservation of open landscapes in Europe. In: Redecker, B., Finck, P., Härdtle, W., Riecken, U., Schröder, E. (Eds.), *Pasture Landscapes and Nature Conservation*. Springer, Berlin Heidelberg, New York, pp. 1-13.
- Gordon, I. J., 1995. Animal-based techniques for grazing ecology research. *Small Ruminant Res.* 16: 203-214.
- Härdtle, W., Mierwald, U., Behrends, T., Eischeid, I., Garniel A., Grell, H., Haese, D., Schneider-Fenske, A., Voigt, N., 2002. Pasture landscapes in Germany – progress towards sustainable use of agricultural land. In: Redecker, B., Finck, P., Härdtle, W., Riecken U., Schröder, E. (Eds.), *Pasture Landscapes and Nature Conservation*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, pp. 147-160.
- Hart, R. H., Bissio, J., Samuel, M. J., Waggoner, J. W., 1993. Grazing systems, pasture size, and cattle grazing behaviour, distributions and gains. *J. Range Manage.* 46: 81-87.
- Hulbert, I. A. R., Wyllie, J. T. B., Waterhouse, A., French, J., McNulty, D., 1998. A note on the circadian rhythm and feeding behaviour of sheep fitted with a lightweight GPS collar. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 60: 359-364.

- Illius, A. W., Gordon, I. J. 1993. Diet selection in mammalian herbivores: constraints and tactics. In: Hughes, R.N. (Ed.), Diet selection: an interdisciplinary approach to foraging behaviour. Blackwell Scientific, Oxford, pp. 157-181.
- Ivlev, V. S., 1961. Experimental Ecology of the feeding of fishes. Yale Univ. Press, New Haven, 302 pp.
- Jacobs, J., 1974. Quantitative measurement of food selection. A modification of the forage ratio and Ivlev's electivity index. *Oecologica* 14: 413-417.
- Korneck, D., Schnittler, M., Klingenstein, F., Ludwig, G., Takla, M., Bohn, U., May, R., 1998. Warum verarmt unsere Flora? Auswertung der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. *Schriftenr. Vegetationskd.* 29: 299-444.
- Owens, M. K., Launchbaugh, K. L., Holloway, J. W., 1991. Pasture characteristics affecting spatial distribution of utilization by cattle in mixed brush communities. *J. Range Manage.* 44: 118-123.
- Pinchak, W. E., Smith, M. E., Hart, R. H., Waggoner, J. W., 1991. Beef cattle distribution patterns on foothill range. *J. Range Manage.* 44: 267-275.
- Porzig, E., Sambras, E. E., 1991. Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 404 pp.
- Riecken, U., Klein, M., Schröder, E., 1997. Situation und Perspektiven des extensiven Grünlandes in Deutschland und Überlegungen zu alternativen Konzepten des Naturschutzes am Beispiel der Etablierung halboffener Weidelandschaften. *Schriftenr. Landschaftspflege Naturschutz* 54: 7-23.
- Rook, A. J., Tallowin, J. R. B., 2003. Grazing and pasture management for biodiversity benefits. *Anim. Res.* 52: 181-189.
- Schlecht, E., Hülsebusch, C., Mahler, F., Becker, K., 2004. The use of differentially corrected global positioning system to monitor activities of cattle at pasture. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 85: 185-202.
- Sokal, R. R., Rohlf, F. J., 1981. Biometry. The principle and practice of statistics in biological research. Reman & Co., New York, 887 pp.
- Stroh, M., Kratochwil, A., Schwabe, A., 2004. Fraß- und Raumnutzungseffekte bei Rinderbeweidung in halboffenen Weidelandschaften: Leitbildflächen und Restitutionsgebiete im Emsland (Niedersachsen). In: NNA (Ed.): Beweidung und Restitution als Chancen für den Naturschutz? NNA-Berichte, 17: 133-146.
- Süß, K., 2004. Fraß- und Raumnutzungsverhalten bei sukzessiver Multispecies-Beweidung mit Wiederkäuern (Schafe) und Nicht-Wiederkäuern (Esel) in Sand-Ökosystemen. In: Schwabe, A., Kratochwil, A. (Eds.), Beweidung und Restitution als Chancen für den Naturschutz? NNA-Berichte 17: 127-132.
- Turner, L. W., Udall, M. C., Larson, B. T., Shearer, S. A., 2000. Monitoring cattle behaviour and pasture use with GPS and GIS. *Can. J. Anim. Sci.* 80: 405-413.
- WallisDeVries, M. F., Bakker, J. P., Van Wieren, S. E., 1998. Grazing and Conservation Management. Conservation Biology Series, 363 pp.
- Westhoff, V., Maarel, E. van der, 1973. The Braun-Blanquet-Approach. In: Whittaker, R. H. (Ed.): Ordination and classification of communities. Handbook of Vegetation Science 5: 617-726, Junk, The Hague.

Eigene Publikationen

Die der Dissertationsschrift zugrunde liegenden Arbeiten sind mit einem Stern (*) gekennzeichnet.

- *Putfarken, D., Lehmann, S., Härdtle, W., (eingereicht). Site utilization of grazing cattle and heath sheep in a large-scale pasture landscape: a GPS/GIS assessment. (eingereicht bei Appl. Anim. Behav. Sci.)
- Eischeid, I., Putfarken, D., Sandkühler, J., Mierwald, U., Härdtle, W., (eingereicht). Entwicklung einer halboffenen Weidelandschaft im Großraum Hamburg. (eingereicht bei Natur und Landschaft)
- *Putfarken, D., Grell, H., Härdtle, W., 2004. Raumnutzung von Weidetieren und ihr Einfluss auf verschiedene Vegetationseinheiten und junge Gehölze am Beispiel des E+E-Vorhabens "Halboffene Weidelandschaft Höltigbaum". Schriftenr. Landschaftspflege Naturschutz, 78: 145-160.
- Putfarken, D., Härdtle, W., 2004. Spatial utilisation by cattle and sheep – the example of the "Semi-open Pasture Landscape Höltigbaum". Verh. Ges. Ökol. 34: 373, Göttingen.
- *Härdtle, W., Mierwald, U., Behrends, T., Eischeid, I., Garniel A., Grell, H., Haese, D., Schneider-Fenske, A., Voigt, N., 2002. Pasture landscapes in Germany – progress towards sustainable use of agricultural land. In: Redecker, B., Finck, P., Härdtle, W., Riecken U., Schröder, E. (Hrsg.), Pasture Landscapes and Nature Conservation. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, S. 147-160.
- Härdtle, W., Mierwald, U., Behrends, T., Eischeid, I., Garniel A., Grell, H., Haese, D., Schneider-Fenske, A., Voigt, N., 2002. Halboffene Weidelandschaften in Deutschland – ein alternatives Konzept zu einer nachhaltigen Nutzung von Agrarlandschaften. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem.
- Haese, D., 2002. E+E-Project "Semi-open pasture landscape Höltigbaum" – results of the vegetation survey. Verh. Ges. Ökol. 32: 98, Göttingen.
- Sandring, S., Kratzsch, G., Loele, A., Haese, D., 2001. Vegetation of the Malkachan Bay area. In: Andreev, A.V., Bergmann, H.-H. (Hrsg.), Biodiversity and Ecological Status Along the Northern Coast of the Sea of Okhotsk. Russian Academy of Sciences – Far Eastern Branch, Institute of Biological Problems of the North: 134-145, Vladivostok.
- Haese, D., Hobohm, C., 1996. Pflanzensoziologische und bodenökologische Untersuchungen an Thero-Salicornietea-Gesellschaften auf der Nordseeinsel Mellum. Drosera 1: 27-32, Oldenburg.

Lebenslauf

- Persönliche Daten* Dorothee Putfarken, geb. Haese, geboren am 26.08.1971 in Hamburg, verheiratet, ein Kind
Anschrift: Ackerweg 3, 21526 Hohenhorn
Tel.: 04152-79350, Mail: putfarken@uni-lueneburg.de
- Schulausbildung*
- 1978–1982 Oberstadtschule Geesthacht
1982–1991 Otto-Hahn-Gymnasium Geesthacht, Schulabschluss mit dem Abitur
- Studium*
- 1992–1996 Studium der Angewandten Kulturwissenschaften, Magister Artium, an der Universität Lüneburg, Hauptfächer Ökologie und Umweltbildung, Wirtschafts- und Sozialgeografie, Nebenfach Natur- und Umweltschutz
1996–2000 Studium der Umweltwissenschaften, Diplom, an der Universität Lüneburg, Hauptfächer Ökologie und Umweltbildung, Wirtschafts- und Sozialgeografie, Nebenfach Natur- und Umweltschutz
9/1995–2/1996 Studium der Biologie in Ponta Delgada an der Universität der Azoren/Portugal
8/1999 Studienabschluss der Umweltwissenschaften mit Diplom, Note: sehr gut (1,3), Diplomarbeit: „Vegetationskundliche Untersuchungen in der Küstentundra des Ochotskischen Meeres / Ferner Osten Russlands.“
- Promotion*
- 2000–2005 Promotionsstudium am Fachbereich Umweltwissenschaften der Universität Lüneburg, Titel der kumulativen Dissertation: „Raumnutzung von Rindern und Schafen in einer großräumigen Weidelandschaft“
- Berufliche Tätigkeiten*
- 6–10/1991 Naturschutzwartin auf der Station Wangerooge (Ost) des Mellumrates
3–8/1992 Tätigkeit für den Verein Jordsand in den Schutzgebieten Hauke-Haien-Koog und Helgoland im Rahmen eines Freiwilligen Ökologischen Jahres (FÖJ)
5/1999–4/2000 Kaufmännische Angestellte bei H. Holstein & Co., Hamburg
3/2000–1/2005 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Ökologie und Umweltchemie, Universität Lüneburg, Leitung der Teilprojekte „Vegetationskunde“ und „Verhalten der Weidetiere“ im Forschungsprojekt „Halboffene Weidelandschaft Höltigbaum“