

Auenrenaturierung und extensive Beweidung in Luxemburg - Evaluation einer Naturschutzmaßnahme in der Syr-Aue

Harald Schaich & Werner Konold

Stichwörter

Biodiversität, Naturschutz, extensive Landwirtschaft, Beweidung, Rinderhaltung, Grünland, Vegetationsentwicklung, Feuchtgebiet, Fließgewässer, Renaturierung

Zusammenfassung

Europäische Auen haben im letzten Jahrhundert signifikante Veränderungen durch den Menschen erfahren. Diese schränken die Funktionsfähigkeit der Auen im Landschaftshaushalt stark ein und beeinträchtigen ihre in der traditionellen Kulturlandschaft noch verbreitete hohe Biodiversität. Biodiversität im umfassenden Verständnis der international geltenden Begriffsdefinition beinhaltet neben den kompositorischen Elementen wie Arten und Populationen auch eine strukturelle und prozessuale Dimension. Entscheidend für den Erhalt und die Entwicklung funktionsfähiger Auen ist demnach die Restitution dynamischer Prozesse und natürlicher Störungen in diesen Ökosystemen. Dazu werden in Auenflächen mit ökologischem Entwicklungspotenzial Maßnahmen wie Gewässerrenaturierung und Wiedervernässung sowie Wiedereinführung extensiver Bewirtschaftungsverfahren zur Förderung eines struktureichen halb-offenen Landschaftscharakters vorgeschlagen. Um das naturschutzfachliche Potenzial solcher Maßnahmen abwägen zu können, wurde im Juni 2004 am Institut für Landespflege der Universität Freiburg in Kooperation mit der Naturschutzabteilung der Luxemburgischen Staatsforstverwaltung ein Forschungsprojekt initiiert, das die Kombination von extensiver Beweidung mit Galloway-Rindern sowie Gewässerrenaturierung und ihre Auswirkungen auf die Biodiversität entlang des Fließgewässers Syr in Luxemburg untersucht. Im Rahmen eines dreigliedrigen Forschungskonzepts werden Ergebnisse zur Vegetationsdynamik, deren Interaktion mit dem Verhalten der

Anschrift der Verfasser:
Dipl.-Forstw. Harald Schaich, Institut für Landespflege, Universität Freiburg, 79085 Freiburg,
E-Mail: harald.schaich@landespflege.uni-freiburg.de
Prof. Dr. Werner Konold, Institut für Landespflege, Universität Freiburg, 79085 Freiburg,
E-Mail: werner.konold@landespflege.uni-freiburg.de

Rinder und dem veränderten Wasserhaushalt sowie zur gesellschaftlichen Akzeptanz solcher Naturschutzmaßnahmen erarbeitet.

Die erste Säule des Forschungskonzepts besteht aus einem Monitoring der Vegetationsentwicklung auf verschiedenen Skalenebenen, das die Aufnahme von Dauerbeobachtungsflächen und die wiederholte Kartierung von Vegetationsstrukturtypen umfasst. Der genaue Einfluss der Rinder auf die Vegetationszusammensetzung wird mit Hilfe von Weideausschlüssen erfasst. Daten zu Grundwasserbewegungen werden mit Druckwassermesszellen ebenfalls in den Weideausschlüssen gewonnen. Diese zweite Säule zu Determinanten der Vegetationsentwicklung umfasst außerdem die Studie des Raumnutzungsverhaltens der Rinder auf der Standweide mittels Beobachtung und GPS-Telemetrie. Die sozialwissenschaftliche Akzeptanzanalyse des Maßnahmenpakets bei Anwohnern, Besuchern und gesellschaftlichen Akteuren umfasst die dritte methodische Säule. Die Ergebnisse dieses interdisziplinären Forschungsansatzes werden abschließend zusammengeführt, um die Maßnahmen naturschutzfachlich und sozioökonomisch zu bewerten und praxisbezogene Empfehlungen für die Ausgestaltung und das Management solcher Naturschutzprojekte in Fluss- und Bachauen Mitteleuropas zu geben.

Floodplain restoration and extensive grazing in Luxembourg – Evaluation of a conservation measure in the Syr valley

Key Words

Biodiversity, floodplains, nature conservation, extensive land-use, grazing, cattle, water body restoration, vegetation development, wetlands

Abstract

As a consequence of human activities, the floodplains of Europe have undergone significant changes in the last century. These alterations have greatly restricted the capacity of the floodplains to serve their normal function in the context of the overall landscape balance. The naturally high levels of biodiversity of these components of the cultural landscape have also been impaired. In addition to the compositional elements such as species and populations, the comprehensive understanding of the internationally defined term 'biodiversity' also includes structural and process-related dimensions. Of critical importance to the conservation and development of functional floodplains is therefore the restitution of dynamic processes and natural disturbances in these ecosystems. Measures recommended for application in floodplain areas with development potential to help achieve this goal include the restoration of water bodies and rewetting, as well as the reintroduction of non-intensive management approaches to promote a structurally rich, semi-open landscape character. In June 2004 a research project was initiated at the Institute of Landscape

Management of University Freiburg in cooperation with the Department of Nature Conservation of the National Forestry Administration of Luxemburg to determine the nature conservation potential of such measures, specifically to study the combination of non-intensive grazing with Galloway cattle and water body restoration, and their impacts on the biodiversity along the River Syr in Luxemburg. As part of a three tiered project, results pertaining to vegetation dynamics and the effect on the vegetation of the behaviour of the cattle and the altered water balance as well as the social acceptance of such nature conservation schemes are being examined.

The first aspect of the research concept involves monitoring the development of the vegetation at different scale levels, encompassing the recording of permanent observation plots and the repeated mapping of vegetation structure types. To facilitate a precise assessment of the influence of the cattle on the vegetation development, cattle exclosures are being established within the pasture according to different vegetation structure types. Data pertaining to ground water movements will also be collected within these exclosures. This second aspect of the determination of the vegetation development also comprises a study of the space-utilisation behaviour of the cattle on the year-round pastures employing direct observation and GPS telemetry. The social scientific analysis of the acceptance of the measures by residents, visitors and other stakeholders makes up the third methodological aspect of the interdisciplinary research approach. Upon completion of the data collection phase, the results will be merged so that the measures may be evaluated from both a nature conservation and a socio-economic perspective, and ultimately to derive practice-orientated recommendations for the arrangement and management of such nature conservation projects in the floodplains of central Europe.

1. Einleitung

Naturnahe Auen bieten in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft Lebensraum für zahlreiche seltene und bedrohte Tier- und Pflanzenarten und haben somit eine große naturschutzfachliche Bedeutung für den Erhalt der Biodiversität in Europa (JOYCE & WADE 1998, BRANDES 2000, PYKÄLÄ 2000). Die Gründe für den potenziellen Artenreichtum dieser komplexen Ökosysteme sind die Dynamik der Fließgewässer und des Wasserhaushalts, die hohe Struktur- und Texturdiversität der Vegetation sowie die traditionellen Landnutzungen mit extensivem Charakter (KONOLD 1989, SOLTAU 1993, COLDITZ 1994, ELLENBERG 1996, DIERSCHKE & BRIEMLE 2002).

Die raum-zeitliche Störungsdynamik wurde durch anthropogene Eingriffe in den Gebietswasserhaushalt der Auen und unterschiedliche wasserbauliche Maßnahmen in die Fließgewässer seit dem 19. Jahrhundert stark eingeschränkt (DAHL et al. 2005). Die Umgestaltung der Auen nahm bis Mitte des 20. Jahrhunderts an Intensität zu und war gekennzeichnet durch Begradigung der Flussläufe, Verlagerung und Ausbau der Flussbette, durch die Errichtung von Querbauwerken oder Mühlenstau und vor allem durch die Entwässerung von

Auenflächen zur landwirtschaftlichen Nutzung (GUNKEL 1997, KONOLD 1998, KAHLENBORN & KRAEMER 1999). Die Bach- und Flussauen konnten durch diese Veränderungen ihre natürlichen Funktionen im Landschaftskontext wie Retention und Speicher für Wasser, Stoffsenke, Auffangbecken und Filter für den Grundwasserkörper sowie Lebensraum und Ausbreitungsweg für Fauna und Flora kaum mehr wahrnehmen (KONOLD 1998, KAHLENBORN & KRAEMER 1999, HAASE 2003). Zudem wurden die Pflanzengemeinschaften in den Auen von der allgemeinen landwirtschaftlichen Entwicklung der letzten 50 Jahre – mit einer Intensivierung von nährstoffreichen, fruchtbaren Standorten und der Aufgabe von Grenzertragsstandorten – stark beeinflusst (ROSENTHAL 1992, LUICK & SIGNAL 2002). Vermehrt wurden Dünger eingesetzt, um die Grünfütterproduktion zu steigern, die Schnitzzahl pro Jahr erhöht und Grünland in Ackerland umgewandelt (LUICK 1995). So verzeichneten die ursprünglich dominierenden Pflanzengemeinschaften des extensiven Feuchtgrünlands einen drastischen Flächenrückgang (ROSENTHAL et al. 1998). Doch treffen auch heute in den mitteleuropäischen Auen zahlreiche Nutzungsinteressen aufeinander, die eine ökologische Entwicklung und eine nachhaltige Planung entlang der Gewässer zu einem komplexen politischen Prozess machen. Das „Konfliktfeld Aue“ bewegt sich dabei zwischen schadbringenden Hochwässern, einer zunehmenden Besiedlung und Bautätigkeit, der land- und fischereiwirtschaftlichen Nutzung, dem Naherholungsbedarf städtischer Bevölkerung und dem ästhetischen Befinden von Anwohnern sowie dem Schutz der heimischen Biodiversität.

Der skizzierte Landschaftswandel und die Umsetzung verschiedenster Nutzungsinteressen in den Auen führte zu einer Degradation des Feuchtgrünlands und in der Folge zu einem Verlust vieler Tier- und Pflanzenarten (BAKKER 1989). Deswegen wurden zahlreiche schützenswerte Arten und Lebensräume in die FFH-Richtlinie der Europäischen Union und in nationale Schutzinitiativen aufgenommen und – gemeinsam mit den Gebieten der Vogelschutzrichtlinie – in das Europäische Schutzgebietssystem Natura 2000 eingeschlossen (GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG 2002). Dabei steht der Schutz der verbleibenden naturnahen Fließgewässer und der extensiv bewirtschafteten Auenflächen zum Erhalt der Biodiversität und als Rückzugsraum gefährdeter Arten im Vordergrund. Diese Flächen sollten in einem zweiten Schritt an geeigneten Stellen durch Restitution von degradierten Standorten mit Entwicklungspotenzial wieder ausgedehnt werden, so dass sie ihre Funktion als Hort der Biodiversität und als Ausbreitungskorridor für Arten in der Kulturlandschaft wieder erfüllen können (JOYCE & WADE 1998).

Zur Wiederherstellung natürlicher Prozesse in den europäischen Auen wurden in den letzten Jahrzehnten systematisch Maßnahmen zur Renaturierung oder Revitalisierung der Fließgewässer durchgeführt (HOHMANN & KONOLD 1995, DAHL et al. 2005). Als Surrogat voreiszeitlicher natürlicher Störungen durch große Herbivoren oder traditioneller Landnutzungsformen aus den letzten Jahrhunderten wird zunehmend die extensive Beweidung dieser Standorte mit Weidevieh propagiert (OPPERMANN & LUICK 1999, PYKÄLÄ 2000, SVENNING 2002, STAMMEL 2003). Extensive Beweidung imitiert natürliche Prozesse und Störungssysteme und führt dadurch meist zu einer Erhöhung der Biodiversität (BOKDAM & GLEICHMAN 2000, PYKÄLÄ 2000, ZAHN et al. 2002, BOKDAM 2003, STAMMEL et al. 2003, SCHLEY & LEYTEM 2004). Diese Nutzungsform schafft und erhält nicht nur den ökologisch interessanten halboffenen, dynamischen Landschaftscharakter, sondern kann auch eine ökonomisch tragfähige Alternative zu anderen Landschaftspflegeverfahren darstellen (KAPHENGST et al. 2005). Der gemeinsame Einsatz von Gewässerrenaturierung und exten-

siver Beweidung als Maßnahme zur Restitution dynamischer Prozesse und Förderung der Biodiversität entlang geeigneter Abschnitte der Fließgewässer bietet somit die Chance zu einer nachhaltigen Entwicklung der mitteleuropäischen Auen. Aus diesen Gründen wurde im Juni 2004 am Institut für Landespflege der Universität Freiburg (Deutschland) in Kooperation mit der Administration des Eaux et Forêts (Luxemburg) ein Forschungsprojekt begonnen, das die Gewässerrenaturierung und extensive Beweidung in der Syr-Aue (Luxemburg) interdisziplinär untersucht.

In diesem Beitrag wird das Forschungskonzept mit seinen drei Teilprojekten – Untersuchung der Vegetationsentwicklung, Studie des raum-zeitlichen Nutzungsverhaltens der Weidetiere und Analyse der gesellschaftlichen Akzeptanz der Naturschutzmaßnahmen – vorgestellt. Das Forschungsprojekt geht dabei von der Hypothese aus, dass die Renaturierung von Fließgewässern und insbesondere die extensive Beweidung des Feuchtgrünlands zu einer Erhöhung der Biodiversität in der Aue führt und die repräsentativen Artengemeinschaften dieses Lebensraums fördert.

2. Das Konzept der Biodiversität in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft

2.1 Definition, Ebenen und Dimensionen der Biodiversität

Der Begriff „Biodiversität“ wird im Zusammenhang mit Fragen des Naturschutzes und der anwendungsorientierten Forschung vor allem seit der UNCED-Konferenz 1992 in Rio de Janeiro vielfach verwendet (HAEUPLER 1999, HUNTER 2002). Der Sachverhalt hinter diesem Begriff ist allerdings derart komplex, dass bei der Begriffsverwendung verschiedene Nutzergruppen unterschiedliche Schwerpunkte setzen oder auch Einengungen in dessen Bedeutung vornehmen (BLAB et al. 1995, DELONG 1996). Am populärsten ist wohl die Gleichsetzung von Biodiversität mit Artenreichtum, wie es auch in der Planungs- und Naturschutzpraxis oftmals der Fall ist (JEDICKE 2001). Die Bedeutung von Biodiversität geht aber weit über die Variabilität von Arten hinaus. Gerade für die Bewertung von Naturschutz- oder Renaturierungsmaßnahmen ist es deswegen wichtig, sich das umfassende Ziel des Erhalts oder der Förderung von Biodiversität bewusst zu machen und zu definieren, welche Ebenen dieses Konzepts durch eine Untersuchung bzw. durch ein Monitoring abgedeckt werden können (KRATOCHWIL 1999).

Hinter dem Konzept der Biodiversität stehen die Differenzierung, Variation, Variabilität, Komplexität und der Reichtum allen Lebens auf der Erde (KRATOCHWIL 1999). In der Convention on Biological Diversity (CBD) wurde auf der UNCED 1992 in Rio de Janeiro biologische Vielfalt als „die Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft (...) und den Komplexen, zu denen sie gehören“, definiert; dies umfasse „die Vielfalt innerhalb der Arten und zwischen den Arten und die Vielfalt der Ökosysteme“. In dieser international anerkannten Definition kommen die verschiedenen hierarchischen Ebenen zum Ausdruck, die zum Konzept der Biodiversität gehören (MEFFE & CAROLL 1997, JEDICKE 2001): (a) Gene, (b) Arten und Populationen, (c) Habitate, Biozönosen und Ökosysteme sowie (d) Landschaften. Diese verschiedenen hierarchischen Ebenen sind ineinander verschachtelt, d.h. dass die höhere Ebene die niedrigere Ebene einschließt und zu einem gewissen Umfang auch deren Eigenschaften bestimmt.

Das Konzept der Biodiversität beschränkt sich aber nicht nur auf die biologischen Elemente, sondern schließt auf den verschiedenen hierarchischen Ebenen auch die Vielfalt von ökologischen Prozessen und Interaktionen zwischen den Elementen sowie die Vielfalt des strukturellen Musters der verschiedenen biotischen und abiotischen Elemente in Raum und Zeit ein (NOSS 1990, HUNTER 2002, SMYTH & JAMES 2004). KRATOCHWIL (1999), geht sogar noch einen Schritt weiter und gliedert die funktionale Dimension der Biodiversität einerseits in die Vielfalt der Interaktionen und andererseits in die Mechanismen, die diese Vielfalt verursachen. Um die Komplexität des umfassenden Verständnisses von Biodiversität zu vereinfachen, trennt JEDICKE (2001) die physiogenen Elemente (abiotische Bestandteile der ökologischen Systeme wie Relief, Gestein, Boden oder Grund- und Oberflächenwasser) als „Geodiversität“ heraus. Zur Kombination der biotischen und abiotischen Sphären führt er statt dessen den Begriff „Ökodiversität“ ein, der explizit auch die kulturelle Vielfalt von Landschaften mit einschließt.

Im Folgenden soll der international anerkannte umfassende Biodiversitätsbegriff verwendet werden, der sowohl biotische als auch physiogene und anthropogene Faktoren einschließt. Neben der kompositorischen Dimension auf den verschiedenen hierarchischen Betrachtungsebenen zählen die strukturelle und funktionelle Dimension der Vielfalt ebenso zu den essentiellen Bestandteilen des Konzepts der Biodiversität (Abb. 1).

2.2 Relevanz des Biodiversitätskonzepts in der europäischen Kulturlandschaft

Gerade in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft, die über mehrere Jahrhunderte von den wirtschaftlichen Tätigkeiten des Menschen geprägt wurde, müssen anthropogene Einflüsse große Beachtung bei der Betrachtung von Biodiversität finden. Die menschlichen Aktivitäten sind dabei keineswegs immer negativ für die Entwicklung der Biodiversität zu beurteilen. So nahm die biologische Vielfalt bis in das 18. Jahrhundert durch Öffnung der Landschaft, das Einbringen von neuen Arten und paradoxerweise eine nicht-nachhaltige, übermäßige Ressourcennutzung in mehreren zeitlichen Etappen zu (MÜLLER-MOTZFELD 1997). Der Nährstoffenzug und die Nutzungsdynamik durch exzessive Beweidung oder die Holz- und Streunutzung in Wäldern schaffte beispielsweise nährstoffarme, störungsreiche Sekundärstandorte, oder es entwickelten sich durch den Abtrag von Bodenmaterial in Folge von Rodungen in den Einzugsgebieten und dessen erneuter Deposition in den Auen Primärstandorte, auf denen sich jeweils auch konkurrenzschwächere Arten behaupten konnten (KONOLD 1996). Auch in der folgenden Periode der Landnutzung, die bis ins 20. Jahrhundert reichte, wurde durch traditionelle Bewirtschaftungsverfahren ein Kompromiss zwischen Produktivität und Strukturvielfalt erreicht, der die Biodiversität insgesamt förderte (KONOLD 1997, HAMPICKE & ROTH 2000). Im Zuge der weiteren Urbarmachung und Melioration der letzten Naturlandschaften für die land- und forstwirtschaftliche Produktion wurde in dieser Zeit aber auch bereits lokal ein erster Verlust von biologischer Vielfalt vor allem der prozessualen Dimension offenbar. Doch vor allem die Einführung der modernen Agrartechniken und der intensiven Landwirtschaft ab den 1950er-Jahren hatte einen dramatischen Rückgang der Biodiversität im ländlichen Raum zur Folge (MÜLLER-MOTZFELD 1997). Die Landschaften wurden ausgeräumt und verarmten strukturell, ein geregelter Wasserhaushalt und die Düngung schafften einheitliche nährstoffreiche Standorte und der Einsatz von Pestiziden und die Sortenreinheit der angebauten Kulturpflanzen ließ die biologische Vielfalt schwinden.

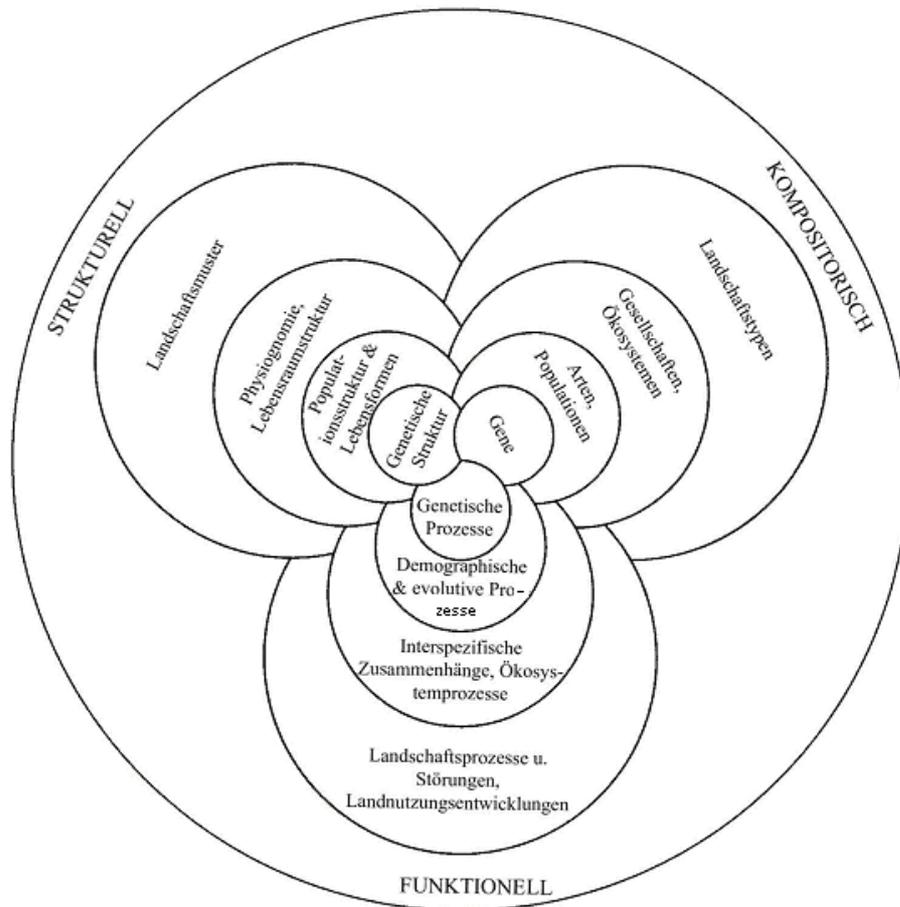


Abb. 1: Dimensionen der Biodiversität auf vier hierarchischen Ebenen (verändert nach Noss 1990)

Dieser kurze Abriss der „Koevolution“ von Landnutzung und Biodiversität zeigt, dass die biologische Vielfalt des ländlichen Raums nicht nur als eine natürliche Ressource, sondern auch als kulturelles Erbe zu verstehen ist (HAMPICKE & ROTH 2000). Dementsprechend unterscheidet sich die Aufgabe des Naturschutzes und die Anwendung des Biodiversitätskonzepts in Mitteleuropa von Ländern, in denen hauptsächlich natürliche Landschaften zu schützen sind. Die aktuellen Trends des Landnutzungswandels in Europa – Intensivierung von produktiven Standorten und das Brachfallen von Grenzertragsstandorten – haben den Verlust von Biodiversität aufgrund von Habitatverlusten und -veränderungen, der Fragmentierung von Landschaftskomplexen und Populationen, der Einschränkung von dynamischen Prozessen oder der Ausbreitung von Neophyten weiter vorangetrieben (BUREL et al. 2003). Gerade unter diesen Vorzeichen ist neben dem Schutz von Biotopen

auch die Wiederherstellung von Lebensräumen und die Wiedereinführung traditioneller Nutzungsweisen innerhalb der intensiv genutzten Agrarlandschaft ein wichtiges Instrument zum Erhalt der Biodiversität (WADE et al. 1998, PYKÄLÄ 2000). Dabei ist für die mitteleuropäischen Auen nicht primär das ursprüngliche, archaische Erscheinungsbild eines geschichtlichen Zeitabschnitts zu rekonstruieren, sondern unter Berücksichtigung der historischen Entwicklung und der gesellschaftlichen Rahmenbedingungen eine funktionsfähige Aue in Bezug auf Retention, Grundwasserneubildung, Stoffsenke, Struktureichtum der Lebensräume und repräsentative Lebensgemeinschaften zu verwirklichen (KONOLD 1998). Um eine Wirkungsanalyse von solchen Landnutzungspraktiken und Naturschutzmaßnahmen langfristig zu verfolgen, ihre Mechanismen zu verstehen und diese Entwicklungen nach den gesellschaftlichen Wertmaßstäben beurteilen zu können, ist hier die Anwendung des umfassenden Biodiversitätskonzepts notwendig.

Um den Umgang mit den biologischen Ressourcen der mitteleuropäischen Kulturlandschaft nachhaltiger und effizienter zu gestalten, sollte in Landnutzungsplanung, Naturschutzpraxis und Forschung aus der skizzierten historischen Perspektive heraus sogar noch ein Schritt weiter gedacht werden (JANICH et al. 2001, PIECHOCKI et al. 2003): Der naturwissenschaftlichen Perspektive von Biodiversität sollten kultur-, sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Ansätze zur Ermittlung von Werthaltungen, Leitbildern und Einstellungen der gesellschaftlichen Akteure zur Seite gestellt werden. Diese unter dem Begriff „ökosystemarer Ansatz“ zum erstenmal im Rahmen der CBD erwogene Forderung stellt eine „Strategie für das integrierte Management von Land, Wasser und lebenden Ressourcen dar, der den Schutz und die nachhaltige Nutzung auf gerechte Art fördert“ (JEDICKE 2001). Dieser Ansatz betrachtet den Schutz und die Nutzung von Biodiversität stets aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Sicht (PIECHOCKI et al. 2003). Nur die Überwindung der disziplinären Grenzen und die Aufweitung der naturwissenschaftlichen Perspektive kann den Schutz von Biodiversität als gesamtgesellschaftliches Problem voranbringen.

3. Untersuchungsgebiet und Projekt

Das Einzugsgebiet der Syr liegt innerhalb des Wuchsgebiets Gutland im Südwesten Luxemburgs und nimmt eine Fläche von ca. 213 km² ein. Das Untersuchungsgebiet im flach profilierten Tal der Syr erstreckt sich über ca. 46 ha mit einer durchschnittlichen Höhe von 242 m ü. NN zwischen den Orten Übersyren und Mensdorf auf den Gemarkungen der Gemeinden Betzdorf, Niederanven und Schuttrange (Abb. 2). Die Gemeinden bringen insgesamt 15,8 ha, vornehmlich im Talgrund gelegene Flächen, in die Gebietskulisse mit ein. Der Hauptanteil der Flächen ist aber in Privatbesitz (24,6 ha) bzw. ist Eigentum der Stiftung Hëllef fir d’Natur (5,5 ha). Vorherrschender Bodentyp ist ein 4-5 m mächtiger Gley, der auf einer Schicht Pseudomorphosenkeuper (Mittlerer Keuper) ansteht. Unterhalb des Untersuchungsgebiets lag der durchschnittliche Abfluss der Syr im September 1999 bei 305 l s⁻¹, was für die Sommermonate als repräsentativ eingestuft werden kann (CENTRE DE RECHERCHE PUBLIC 2000). Die Aue wurde seit ihrer Entwässerung durch die Kanalisation und Verlegung des Fließgewässers an den Talrand hauptsächlich zur Grünfütterproduktion genutzt. Vor der Renaturierung wurden im Gebiet etwa 20 Pflanzenarten aus dem Anhang des luxemburgischen Biodiversitätsreglements gefunden (FONDATION HËLLEF FIR D’NATUR 2003). Diese Arten waren

Auenrenaturierung und extensive Beweidung in Luxemburg -
Evaluation einer Naturschutzmaßnahme in der Syr-Aue

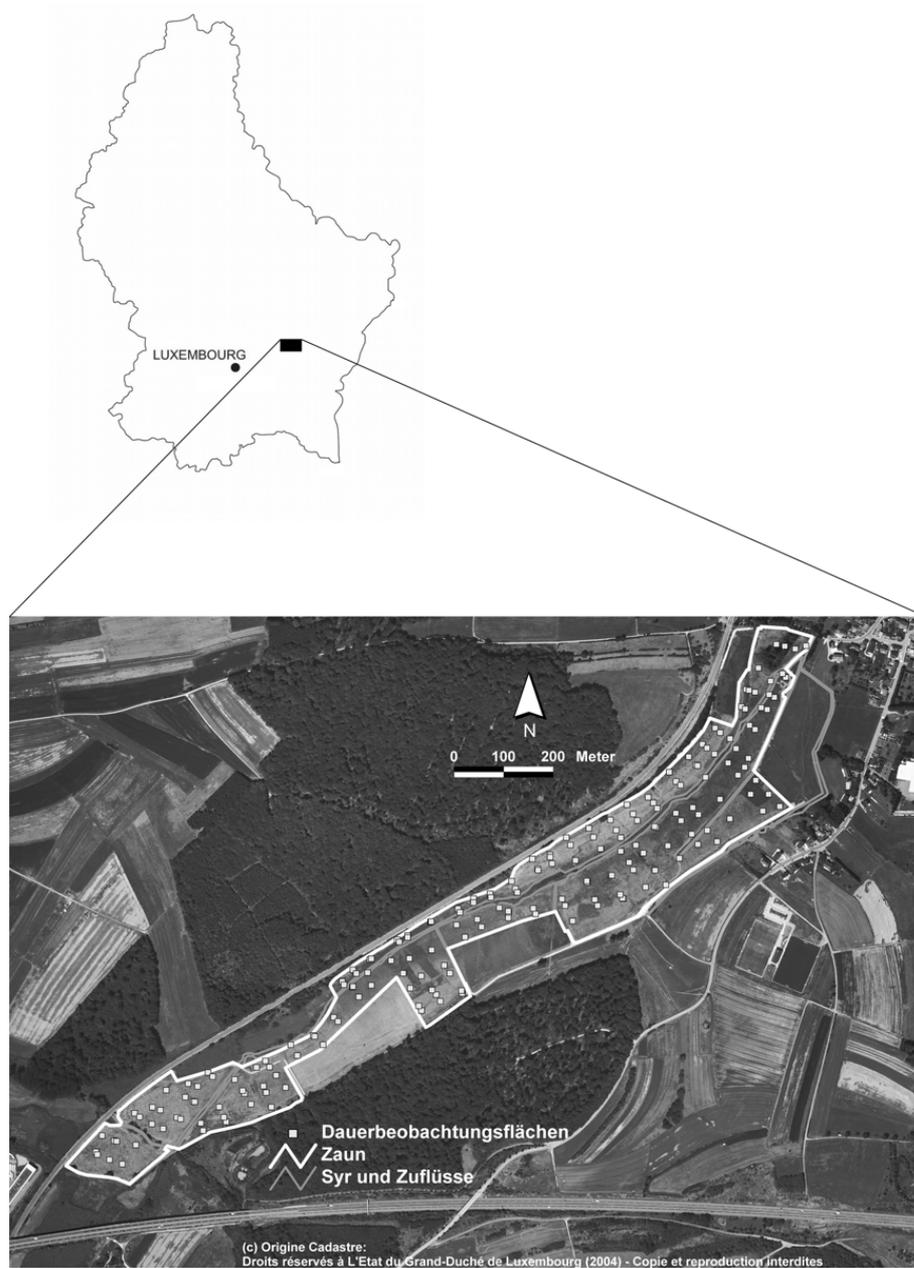


Abb. 2: Lage des Untersuchungsgebiets mit den Dauerbeobachtungsflächen in Luxemburg



Abb. 3: Renaturierte Syr-Aue bei Mensdorf (Foto: H. Schaich)

hauptsächlich auf feuchten und vernässten Standorten zu finden, die nur extensiv genutzt oder bereits aufgegeben waren. Dem Gebiet kommt vor allem auch faunistisch eine große Bedeutung zu; es ist Teil des Vogelschutzgebiets „Vallée de la Syre de Moutfort à Roodt/Syre“, das nach der EU-Vogelschutzrichtlinie ausgewiesen wurde und zum europäischen Schutzgebietsnetz Natura 2000 gehört. Europaweit gefährdete Vogelarten wie die Uferschnepfe (*Limosa limosa*) oder der Kiebitz (*Vanellus vanellus*) haben hier ihr Nahrungs- und Bruthabitat.

Die Administration des Eaux et Forêts hat in diesem Teil der Syr-Aue ein Maßnahmenpaket zur Renaturierung geschnürt, das zur Förderung der Biodiversität beitragen soll. Als Leitbild für diese Maßnahmen dient der mutmaßliche Zustand des Auenabschnitts um 1770 aus der Ferrariskarte, die diesen als offenes Feucht- und Sumpfland mit der im Talgrund mäandrierenden Syr ausweist. Das Fließgewässer wurde im Jahr 2003 renaturiert, indem es aus dem künstlichen Gewässerbett mittels eines Geländedurchbruchs in die Talsohle ausgeleitet wurde. Seither fließt die Syr in ihrem „neuen“, relativ flachen Gewässerbett inmitten der Talaue und kann sich ihrer natürlichen Dynamik folgend bei Hochwasserereignissen in das angrenzende Grünland ausdehnen (Abb. 3). Ziele der Fließgewässerrenaturierung waren die Wiederherstellung der natürlichen Auefunktionen (Kommunikation Grund- und Oberflächenwasser, Retention, Stoffsenke), einer dynamischen Gewässerentwicklung sowie die Wiedervernässung der angrenzenden Flächen, um die Artengemeinschaften des Feuchtgrünlands zu fördern. Zum Erhalt des Offenlandcharakters und zur Förderung dynamischer Prozesse wurde 2004 ein extensives Weidesystem mit Galloway-Rindern in der

Aue eingerichtet. Galloways zeichnen sich durch eine enorme Widerstandsfähigkeit gegenüber verschiedensten Klimaverhältnissen, eine ausgezeichnete Verwertung von Raufutter (auch minderer Qualität) und besonders breiten Klauen im Verhältnis zu ihrem Gewicht aus (HAMPEL 2005). Als Robustrinder sind sie für eine ganzjährige Freilandhaltung geeignet und werden im Syrtal mit einem durchschnittlichen Besatz von 0,3-0,5 Großvieheinheiten pro Hektar ($GVE\ ha^{-1}$) auf einer Fläche von ca. 26 ha gehalten. Die Standweide hat eine der Aue angepasste langgestreckte Form mit einer Breite von 75 m bis 250 m und einer Länge von ca. 2 km (siehe Luftbild in Abb. 2). Sie schließt sowohl die feuchtesten Standorte entlang des neuen Gewässerbetts als auch höhergelegene, trockenere Standorte ein. Nach der Renaturierung konnten zahlreiche Arten der Roten-Liste Luxemburgs (COLLING 2005) nachgewiesen werden. So sind für die Pflanzengemeinschaften des feuchten Graslands, der Hochstaudenfluren und der Röhrichte gefährdete Arten wie *Berula erecta*, *Caltha palustris*, *Carex riparia*, *Carex vulpina*, *Epilobium palustre*, *Iris pseudacorus*, *Ranunculus sceleratus* oder *Scrophularia umbrosa* zu nennen. Aber auch auf den höher liegenden Standorten mit Gesellschaften des trockenen und mesophilen Graslands kommen Rote-Liste-Arten wie *Campanula patula*, *Centaureum erythraea* oder *Hordeum secalinum* vor.

Die Anliegergemeinden des Untersuchungsgebiets befinden sich im Großraum der Stadt Luxemburg und können somit – in Relation zum „ländlichen“ und „urbanen“ Raum – als „periurban“ charakterisiert werden. Doch unterscheiden sich die einzelnen Gemeinden im Grad ihrer Periurbanität (STATEC 2006). Die Größen der Gemarkungen variieren zwischen 16,1 km² (Schuttrange), über 26,1 km² (Betzdorf) bis zu 41,4 km² (Niederanven), liegen aber für Luxemburger Verhältnisse im mittleren bis oberen Bereich. Die Gemeinden bestehen aus mehreren Teilorten und haben eine Bevölkerungsdichte zwischen 98,6 und 202,9 Einwohner pro km², wobei Betzdorf am unteren und Schuttrange am oberen Ende zu finden ist. In den 1990er-Jahren ist die Bevölkerung in allen drei Gemarkungen leicht angestiegen, während in den Jahren zwischen 2001 und 2003 lediglich Betzdorf ein Bevölkerungswachstum verzeichnen konnte. Der Anteil der ausländischen Bevölkerung lag 2001 in den Gemeinden Niederanven und Schuttrange mit 44,7 % bzw. 43 % deutlich über und in Betzdorf mit 26,6 % deutlich unter dem luxemburgischen Durchschnitt von 39 %. Dies ist auch auf die größere Nähe der ersten beiden Gemeinden zu den Institutionen der Europäischen Union und den Dienstleistern im Finanzsektor in Luxemburg-Stadt zurückzuführen, die viele ausländische Angestellte beschäftigen.

Auch die Zahlen zu Wirtschaftsaktivitäten in den drei Gemarkungen lassen Unterschiede erkennen (STATEC 2005): Bei der Gesamtzahl der Betriebe und der Zahl der Arbeitnehmer im Jahr 2002 liegt Niederanven mit 385 und 6615 an der Spitze, gefolgt von Schuttrange mit 200 und 1913 und Betzdorf mit 101 und 733. Die Hauptzahl der Beschäftigten war 2002 in allen drei Gemeinden außerhalb der drei Sektoren Industrie und Bau, Handel und Handwerk sowie Land- und Forstwirtschaft beschäftigt. Auch bei diesem Indikator ist für Betzdorf mit 64 % im Vergleich zu Niederanven mit 87 % die geringste Quote zu verzeichnen. Während in Niederanven und Schuttrange 2002 nur noch 1,6 % bzw. 2 % aller Betriebe dem Agrar- und Forstsektor zuzurechnen waren, sind dies in Betzdorf mit insgesamt 21 Betrieben noch 6,9 %. Die Landnutzung der drei Gemeinden spiegelt dieses Bild wider: Die landwirtschaftlichen Betriebe in Betzdorf bewirtschafteten laut der letzten landwirtschaftlichen Zählung 2005 eine Fläche von 1612 ha (Ackerbau, Wiesen, Weiden und Sonderkulturen), gefolgt von Schuttrange mit 836 ha und Niederanven mit 467 ha. Das Bewaldungsprozent der drei Gemeinden reicht von 22,1 % bis zu 54,4 %. Hier liegt Niederanven am oberen Ende der Skala aufgrund seiner Lage am Rand des größten Waldgebiets Luxemburgs.

Insgesamt kann man in diesem periurbanen Raum von einer relativ heterogenen Bevölkerungsstruktur ausgehen, da sich urbanes und ländliches Milieu vermischen. Somit bestehen in der Bevölkerung auch unterschiedliche Sichtweisen von Natur. Anwohner und Bürger der drei Gemeinden reagieren deswegen sehr unterschiedlich auf das Projekt. Auch bei den gesellschaftlichen Akteuren zeichnet sich eine heterogene Grundtendenz gegenüber der Renaturierung ab. Landwirte vor Ort sehen die Möglichkeit extensiver Flächennutzungen interessiert bis skeptisch. Die Landwirtschaftsverwaltung und die landwirtschaftlichen Verbände äußern sich eher kritisch, sehen aber auch potenzielle Chancen eines integrativen Naturschutzes (Schutz durch Nutzung). Die Fischereiwirtschaft steht einer Ausführung von Renaturierung, die hauptsächlich die natürlichen Prozesse wirken lässt und eine viehwirtschaftliche Nutzung der Gewässer beinhaltet, überwiegend negativ gegenüber. Aus dem Bereich der Veterinäre und des Tierschutzes ist bei Einhaltung gewisser Haltungsbedingungen und veterinärmedizinischer Vorschriften ein positives Echo zu hören. Der nicht-staatliche Naturschutz ist zum Teil durch Flächen direkt am Projekt beteiligt oder positiv eingestellt, zum Teil aber auch kritisch beobachtend gegenüber der weiteren Entwicklung. Bei Besuchern und Naherholungssuchenden herrscht eine interessierte bis begeisterte Haltung vor, ebenso wie bei den örtlichen Behörden, im Tourismus und im Gastgewerbe (Galloway-Fleisch wird in zwei nahen Gaststätten vermarktet).

4. Fragestellungen und Ziele

Zur Auenentwicklung im Syrtal werden Maßnahmen der beiden Faktorenkomplexe „Fließgewässerrenaturierung“ und „extensive Beweidung“ verknüpft. Ziel des Forschungsvorhabens ist es, diesen Faktorenkomplex zur Restitution der Biodiversität in Auenlandschaften anhand von vegetationsökologischen, ethologischen und sozialwissenschaftlichen Daten zu analysieren und interdisziplinär zu bewerten. Im Mittelpunkt der vegetationsökologischen Studie steht die Untersuchung der raum-zeitlichen Prozesse der Vegetationsentwicklung unter dem gegebenen Faktorenkomplex und die Analyse der zugrunde liegenden Mechanismen und Triebkräfte dieser Veränderungen. Diese Analyse wird mit Hilfe der Verknüpfung von Vegetationsentwicklung, Verhalten des Weideviehs und Volatilität des hydrologischen Regimes durchgeführt. Die Komponente „Mensch und Gesellschaft“ wird mit einer sozialwissenschaftlichen Konflikt- und Akzeptanzanalyse zwischen verschiedenen Interessensgruppen einbezogen.

Die Effekte von Gewässerrenaturierungen und Wiedervernässung auf die Vegetationsentwicklungen waren bereits Gegenstand verschiedener Studien. Als Ergebnisse werden – in Abhängigkeit vom Gewässertyp – eine Zunahme der strukturellen Diversität, der Erhalt von Pioniergesellschaften, die Ausbreitung von repräsentativen hygrophilen und störungstoleranten Arten sowie eine Zunahme des Artenreichtums genannt (HOHMANN & KONOLD 1995, VÖLKL et al. 2002). Allerdings gibt es erst wenige Erfahrungen mit der Ausleitung von Fließgewässern auf das unveränderte Vorland im Talgrund und den Auswirkungen auf den Wasserhaushalt des Fluss-Aue-Systems und die Vegetationsentwicklung. Die Fallstudie im Syrtal soll grundsätzliche Mechanismen der Verknüpfung der beiden Maßnahmen „extensive Beweidung“ und „Gewässerrenaturierung“ klären und ihre kurz- bis mittelfristigen Effekte auf die Biodiversität und die Dynamik ökologischer Prozesse für kleine Fluss- und Bachauen aufzeigen. Anhand dieser Erkenntnisse soll die Naturschutzmaßnahme evaluiert und die Übertragbarkeit auf andere Gebiete erörtert werden.

Extensive Weidesysteme wurden schon in verschiedenen naturräumlichen Kontexten untersucht und überwiegend positive Effekte auf die Biodiversität wie die Diversifizierung der Vegetationsstruktur, die Erhöhung des Artenreichtums und die Einleitung natürlicher Prozesse festgestellt (OLFF & RITCHIE 1998, BOKDAM & GLEICHMAN 2000, ADLER et al. 2001, ZAHN et al. 2002, BOKDAM 2003, STAMMEL et al. 2003, SCHLEY & LEYTEM 2004). Beweidung beeinflusst die Pflanzendecke durch Verbiss und Selektion bei der Futterwahl, durch Tritt und den Entzug von Biomasse, die wiederum an anderen Stellen durch Ausscheidung von Dung akkumuliert wird (BAKKER 1998). Die selektive Nahrungsaufnahme der Rinder bedingt, dass vor allem großflächige Standweiden nicht auf der ganzen Fläche in gleicher Intensität beweidet werden. So entsteht auf der Weide ein Mosaik aus Zonen mit selektiver Unter- bzw. Überbeweidung und ein heterogenes Muster aus hoher und niedriger Vegetation, das auch kleinflächig eine hohe Strukturvielfalt und in der Folge den Artenreichtum fördert (ZAHN et al. 2001, LOUCOUGARAY et al. 2004). Diese spezifischen Verhaltensmuster von Rindern sollen auf großflächigen Weiden auch von der Verteilung der bevorzugten Nahrungsressourcen, von der Verfügbarkeit von Wasser, dem sozialen Verhalten (Abb. 4) und anderen Anziehungspunkten (wie Unterstand oder Zufütterungen) bestimmt werden (ADLER et al. 2001, FISCHER 2001, GANDER et al. 2003, MAYER et al. 2003). Die genauen Zusammenhänge und Mechanismen dieser Verhaltensmuster sowie der Selektion von Rindern in und zwischen verschiedenen Vegetationsstrukturtypen werden im Syrtal näher untersucht. Anhand von vegetationsökologischen Daten werden die Einflüsse dieser Weideeinflüsse auf verschiedene Dimensionen der floristischen Biodiversität quantifiziert. Die Kombination von Studien zum Verhalten der Weidetiere und der Vegetationsdynamik soll im Hinblick auf die Biodiversitätsentwicklung verallgemeinerbare Empfehlungen für die optimale Ausstattung solcher Beweidungssysteme (Größe und Form der Weide, Habitatzusammensetzung) und konkrete praktische Hinweise zum Herdenmanagement bringen (Besatzdichten zu verschiedenen Jahreszeiten, Platzierung von Anziehungspunkten).

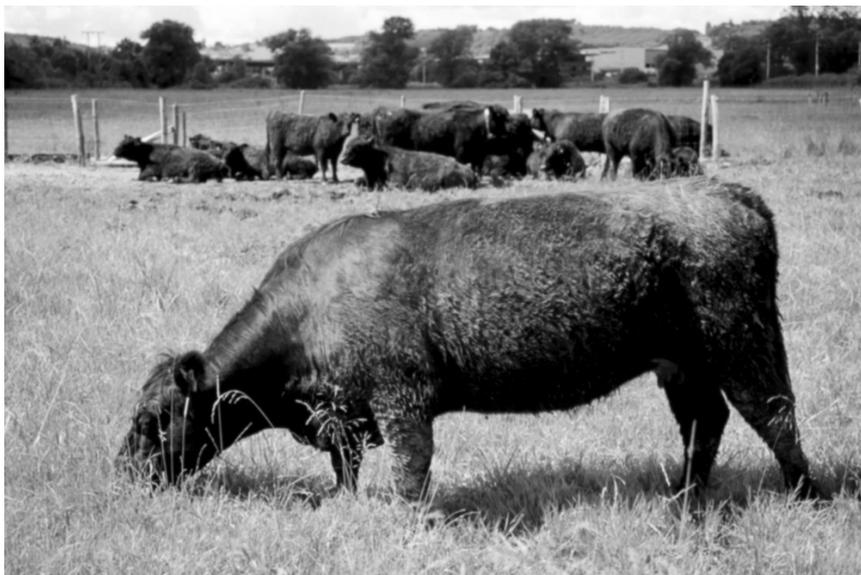


Abb. 4: Galloway-Rinder im Herdenverband an der Syr (Foto: H. Schaich)

Die Kulturlandschaftspflege mit Nutztieren gilt heute als neue Strategie des Naturschutzes und wird, wie OPPERMANN & LUICK (1999) feststellen, meist nur dort direkt akzeptiert, wo Beweidung auch traditionell üblich war. Die Beweidung mit Vieh wird bei entsprechenden historischen Erfahrungen der Bevölkerung als bewährte und naturgerechte Form der Nutzung und Offenhaltung eingeschätzt (BRUNK et al. 2004). Maßnahmen der Gewässerrevitalisierung stoßen bei Erholungssuchenden und Anwohnern trotz unterschiedlicher Interessenlagen auf eine sehr hohe Akzeptanz (FREIBERGER 2004). Als Gründe für die positive Einstellung gegenüber den Veränderungen werden angeführt, dass das Erscheinungsbild der Gewässer und ihrer Ufer schöner werde und die Natur von den Maßnahmen profitiere. Für Anwohner und Touristen ist also hauptsächlich das Erscheinungsbild der Landschaft entscheidend, wobei die un gelenkte natürliche Entwicklung und die extensive Beweidung oft heterogene Vegetationsmuster oder offene Bodenstellen schaffen, die ungewohnt sind und zu Beginn eher als unattraktiv empfunden werden (STEIDEL 2002). Für Landwirte spielen wiederum wirtschaftliche und arbeitsökonomische Aspekte wie Flächenprämien oder Arbeitsaufwand bei der Umsetzung eine größere Rolle (GOBSTER & DICKHUT 1988, VÖGTLIN & WIPPEL 2003). Um Naturschutzziele in der gewachsenen Kulturlandschaft verwirklichen zu können, ist die Akzeptanz derjenigen, die notwendige Maßnahmen genehmigen, umsetzen, unterstützen oder davon betroffen sind, von großer Bedeutung (FLADE et al. 2003). Der langfristige Erfolg einer Naturschutzmaßnahme hängt somit nicht nur von der ökologischen Effektivität ab, sondern ganz entscheidend auch von deren gesellschaftlichen Akzeptanz („theory of cultural sustainability“) (ROBERTSON & HULL 2001, NASSAUER 2004). Akteure mit einer positiven Einstellung gegenüber natürlichen Entwicklungen und extensiven Nutzungssystemen werden Naturschutzmaßnahmen zur Auenrestitution unterstützen, die einhergehende Landschaftsveränderung tolerieren und ihre Position auch im Konfliktfall nicht aufgeben (AJZEN 1993). Im Syrtal wird mit Hilfe einer Akzeptanzanalyse bei gesellschaftlichen Akteuren, einzelne die Akzeptanz bestimmende Faktoren näher erforscht sowie Einstellungen und Leitbilder verschiedener Akteursgruppen und deren psychosoziale, kulturelle und historische Zusammenhänge ermittelt. Diese Untersuchung soll einen weiteren Baustein für eine nachhaltige Umsetzung solcher Naturschutzprojekte liefern und den Bedarf akzeptanzfördernder Maßnahmen und gesellschaftlicher Partizipation bei ähnlichen Maßnahmen in Mitteleuropa aufzeigen.

Zusammengefasst sollen die folgenden Forschungsfragen beantwortet werden:

- In welchem Ausmaß und mit welcher Geschwindigkeit wandelt sich die Vegetation im Hinblick auf Artenvielfalt und -abundanz, Lebensformen und Strukturen unter dem veränderten Wasserhaushalt und dem Beweidungseinfluss?
- Wie verhalten sich die Rinder auf der Standweide, wie nutzen sie das Nahrungs- und Lebensraumspektrum und welche Wechselwirkungen bestehen zwischen Verhalten und Vegetationsentwicklung? Welche Rolle spielt der Wasserhaushalt auf verschiedenen Standorten?
- Welches sind die entscheidenden Determinanten und Mechanismen für die Veränderung der Vegetation in der Aue auf verschiedenen Skalenebenen und was heißt das für das zukünftige Management bzw. die Restitution von Auenflächen?
- Wie sind Werthaltungen, Leitbilder und Einstellungen verschiedener gesellschaftlicher Akteure zur Auenentwicklung und extensiven Nutzungssystemen und welche Faktoren bestimmen die Akzeptanz solcher Naturschutzmaßnahmen?

5. Forschungskonzept und Methodik

Die Zielsetzung des Projekts macht eine interdisziplinäre Ausrichtung des methodischen Konzepts notwendig, das auf mehreren räumlichen Ebenen ansetzt. Die ökologischen Forschungsfragen werden auf zwei Skalenebenen untersucht: Makroebene (Landschaft) und Mesoebene (Probefläche). Die Makroebene umfasst die Gesamtfläche des Untersuchungsgebiets. Hier werden Struktur und raum-zeitliche Entwicklung der Vegetationsstrukturtypen, das Nutzungsverhalten der Rinder und die gewässerökologische Dynamik beobachtet. Auf der Mesoebene werden mit Hilfe von Dauerbeobachtungsflächen auf der Standweide Artendiversität, Artmächtigkeit, strukturelle Vegetationsparameter sowie Weideintensität untersucht. Zusätzlich werden auf dieser Ebene ein Vergleich der Entwicklung einzelner Vegetationsstrukturtypen mit und ohne Beweidung durchgeführt sowie Grundwasserganglinien analysiert. Zu Beginn der sozialwissenschaftlichen Studie zu Einstellungen, Akzeptanz und Leitbildern der Gesellschaft wird mit Hilfe von Leitfadeninterviews mit verschiedenen Akteuren und Experten aus Verwaltung, Tourismus, Naturschutz und Landwirtschaft der Problembereich eingegrenzt. Anschließend wird die Bevölkerung auf der Ebene der Kommunen anhand eines Fragebogens einbezogen, der auf der Basis der Interviews entwickelt wurde. Das Methodenspektrum des Forschungsansatzes lässt somit Rückschlüsse auf verschiedene Dimensionen der Biodiversität bzw. des ökosystemaren Ansatzes auf drei hierarchischen Ebenen zu (Tab. 1).

Tab. 1 Forschungsansatz und Biodiversitätskonzept (bzw. ökosystemarer Ansatz): Angewandte Methoden und deren Zusammenspiel mit Dimensionen (▪ = direkte Indikation, □ = indirekte Indikation) und Ebenen der Biodiversität (A = Arten, Population; B = Biozönose, Ökosystem; L = Landschaft)

Methodik	Komposition	Struktur	Funktion	(Gesellschaft)	(Ökonomie)
Dauerbeobachtungsflächen (Untersuchungsgebiet)	▪ A, B, L	▪ A, B, L	□ A, B, L		
Dauerbeobachtungsflächen (Gradientenanalyse)	▪ A, B	▪ A, B	▪ A, B		
Kartierung Vegetationsstrukturtypen	▪ B, L	▪ B, L	□ L		
Weideausschlüsse	□ A, B	▪ A, B	▪ A, B		
GPS-Telemetrie und Beobachtung			▪ B, L		
Grundwassermessungen		□ B	▪ B		
Akteursanalyse (Leitfaden-Interviews)				▪ L	□ L
Akzeptanzanalyse (Fragebögen)				▪ L	□ L

Dauerbeobachtungsflächen

Die Untersuchung der Vegetationsentwicklung auf der Mesoebene wird nach den Methoden der direkten Sukzessionsforschung auf Dauerbeobachtungsflächen (DBF) durchgeführt (FALINSKA 1991, PFADENHAUER 1997). Die erste Aufnahme der DBF erfolgte 2004 – ein Jahr nach der Gewässerrenaturierung und noch vor Beweidungsbeginn. Das Aufnahmedesign besteht aus einem kombinierten Ansatz, der eine flächige Stichprobe mit einer Gradientenanalyse verbindet. Dazu wurde das Untersuchungsgebiet auf beiden Seiten des Fließgewässers in 50 m breite Sektoren aufgeteilt. In jeden Sektor wurde zufällig jeweils ein Transekt eingemessen. Auf diesen Transekten wurden in Abhängigkeit der Distanz zum Gewässerlauf zwischen 2 bis 6 Probeflächen mit Hilfe von Zufallszahlen verteilt, mit GPS eingemessen und dauerhaft markiert. Für eine nachträgliche Stratifikation entlang der Gradienten „Bodenfeuchte“ bzw. „Überschwemmungshäufigkeit“ wird der Abstand der DBF zum Mittelwasserbett der Syr bestimmt. Dieses randomisierte Aufnahmeverfahren erlaubt sowohl eine quantitativ-statistische Auswertung der Vegetations- und Standortdaten der Gesamtfläche als auch eine nachträgliche Stratifikation des Datensatzes und der Analyse entlang von Umweltgradienten (CAUSTON 1988, HOPE et al. 2003).

Die DBF sind 2 m x 2 m groß und entsprechen damit den Anforderungen für die quantitative Analyse der Vegetationsentwicklung von Grasland, die eine große Zahl kleiner Probeflächen voraussetzt (BONHAM 1989, KENT & COKER 1992). In kleineren Probeflächen ist zudem eine präzisere Deckungsgradschätzung möglich, was insbesondere zur Beobachtung quantitativer Veränderungen in den DBF von Bedeutung ist (DIERSCHKE 1994). Deckungsgrade aller Arten in den DBF werden mit der semi-quantitativen Armmächtigkeitskala nach LONDO (1976) aufgenommen. Darüber hinaus wird die Gesamtdeckung der vier Kategorien Gräser, Blütenpflanzen, offener Boden und Wasser bestimmt. Die durchschnittliche Vegetationshöhe wird dort gemessen, wo eine 0,25 m² große Styroporplatte (180 g) nach Aufsetzen auf die Vegetation zum Stillstand kommt (STAMMEL et al. 2003). Diese Prozedur wird in vier gleich großen Sektoren der DBF durchgeführt; die durchschnittliche Vegetationshöhe wird als Mittelwert berechnet. Gleichzeitig geben diese vier Messungen Aufschluss über horizontale Mikroheterogenitäten der Vegetationsstruktur (STEWART et al. 2001). Zusätzlich werden in direkter Messung die Maximalhöhen verschiedener funktionaler Vegetationsgruppen ermittelt. Die Weideintensität wird mit einer über die DBF gemittelten Schätzung der Verbissintensität und der Trittschäden bonitiert. Beide Parameter werden mit einem fünf- bzw. sechs-stufigen Boniturschlüssel aufgezeichnet, wobei für die Verbissintensität der Anteil der krautigen Vegetation < 15 cm (Weiderest) und für die Trittschäden der Anteil der Narbenschäden an der DBF entscheidend ist (WENGER 1994, LEDERBOGEN et al. 2004). Zur Charakterisierung des Standorts werden für jede DBF Informationen zu Hangneigung und Exposition, Kleinrelief, Mikrohabitat sowie Oberflächenwasser notiert. Insgesamt wurden bei der Grundaufnahme im Jahr 2004 189 DBF auf 66 Transekten aufgenommen (Abb. 2). Bei der ersten Wiederholungsaufnahme 2005 wurden zur Komplettierung des Beobachtungsnetzes 11 DBF auf insgesamt 67 Transekten ergänzt, was eine Gesamtzahl von 200 DBF ergibt.

Vegetationskartierung

Die Vegetationsdynamik auf der Makroebene wird mit jährlich wiederkehrenden Kartierungen der Vegetationsstrukturtypen und Strukturelementen im gesamten Untersuchungsgebiet erfasst. Vegetationskarten bieten sich für flächenhafte Vergleiche eines Gebiets an und zeigen Veränderungen des Inventars und der räumlichen Assoziation (DIERSCHKE 1994). Auf der Grundlage von Luftbildern werden Vegetationsstrukturtypen ausgeschieden und durch eine terrestrische Aufnahme abgesichert und kartiert (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1976). Die Einteilung nach Vegetationsstrukturtypen (z.B. Schilfröhricht, Seggenried oder Flutrasen) kann dadurch um Informationen zu den dominanten Arten des Ober- und Unterstands ergänzt werden (BONHAM 1989). Die Abgrenzung der Vegetationseinheiten im Gelände erfolgt mit dem GPS-GIS-System GS20 von Leica Geosystems, das mit Hilfe einer Satelliten-Positionskorrektur die Aufnahme von Vegetationsmosaiken im Submeterbereich möglich macht. Zusätzlich werden weitere Vegetations- und Geländestrukturen wie Bäume oder Viehwege eingemessen. Diese räumlichen Informationen der Vegetationsentwicklung werden in einem Geographischen Informationssystem (GIS) dargestellt und ausgewertet.

Weideausschlüsse

Über die Einrichtung von Weideausschlüssen („exclosures“) werden die direkten Beweidungseinflüsse auf verschiedene Vegetations- und Standorttypen im Vergleich zur freien Sukzession untersucht (SARR 2002). Auf der Grundlage der Vegetationskartierung wurden im Jahr 2005 insgesamt 16 abgezaunte Weideausschlüsse mit einer Größe von 49 m² in verschiedenen Vegetationsstrukturtypen des Untersuchungsgebiets eingerichtet. Jeder Weideausschluss beinhaltet vier Probeflächen mit einer Größe von 2 m x 2 m, die paarweise mit einem Puffer von 1 m angeordnet sind (DIERSCHKE 1994). Jeder Probefläche entspricht eine beweidete Kontrollfläche außerhalb des Zauns, die den selben Vegetationstyp und Standort repräsentiert (BUXTON et al. 2001). Die Kontrollflächen wurden mit einem Abstand von 1 m zum Zaun eingerichtet, um eine überproportionale Trittwirkung der Rinder entlang des Zauns – bedingt durch Fellpflege am Zaun – auszuschließen (Abb. 5). Dieses Konzept der „paired plots“ ermöglicht den direkten Vergleich der beiden Nutzungsvarianten (HAYES & HOLL 2003, STAMMEL et al. 2003). Die Veränderungen des Grundwasserregimes werden durch die Installation von Druckmesszellen in den Weideausschlüssen ab dem Jahr 2006 untersucht. Die Messung der Grundwasserganglinien wird auf eine Tiefe von 1,5 m beschränkt, die für die Wasserverfügbarkeit der Grünlandvegetation entscheidend ist (WATTENDORF 2001).

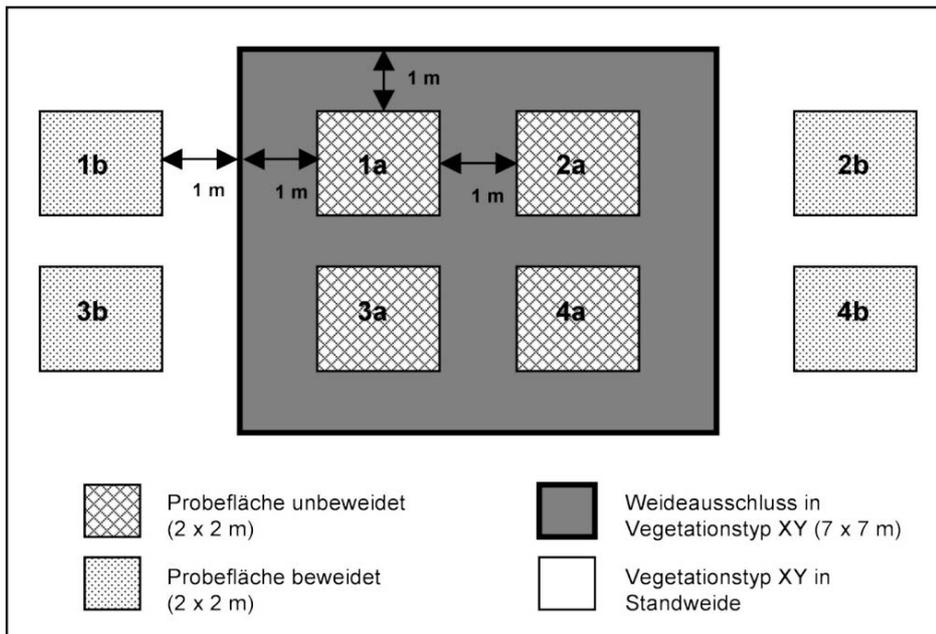


Abb. 5: Versuchsdesign der Weideausschlüsse (1a/1b = „paired plots“)

Verhaltensökologie

Das Nutzungsverhalten der Rinder auf der Standweide wird mit Hilfe von begleitender Beobachtung und GPS-Telemetrie untersucht. Dazu werden zwei Tieren, die eine hohe soziale Stellung in der Herde einnehmen, Halsbänder mit GPS-Sendern und Datatrackern angelegt. Damit werden die Aufenthaltsorte der Tiere in 20 Minuten-Intervallen langfristig aufgezeichnet. Diese raum-zeitlichen Informationen werden um Daten zur Art des Verhaltens wie Grasens, Ruhens, Wiederkäuens oder Ortswechsel, zu Nahrungsressourcen und zur Nutzungsintensität („Step-bite rate“) der Tiere aus periodischer visueller Beobachtung (Abb. 6) ergänzt (GANDER et al. 2003). Auf diese Weise können die bevorzugten Nahrungshabitats und die spezifischen Verhaltensmuster der Weidetiere ermittelt werden (HOLECHEK et al. 1982). Alle Daten zum Nutzungsverhalten werden im GIS für verschiedene Zeitabschnitte quantifiziert (PUTFARKEN et al. 2004). Diese raum-zeitlichen Informationen zum Nutzungsverhalten und der Weideintensität werden mit der Vegetationsentwicklung auf der Makroebene verschritten, um direkte Einflüsse der Weidetiere untersuchen und Wechselwirkungen zwischen Verhalten und Vegetationsentwicklung erkennen zu können (DUNCAN 1983).



Abb. 6: Direkte Beobachtung der Rinderaktivitäten (Foto: H. Schaich)

Akzeptanzanalyse

Die Akzeptanz der Maßnahmen „Renaturierung“ und „extensive Beweidung“ in der Syr-Aue und bestehende Konflikte werden mit den Methoden der qualitativen und quantitativen Sozialforschung untersucht. Zum Auftakt der Untersuchung werden problemzentrierte Leitfaden-Interviews – eine teilstrukturierte Form des qualitativen Interviews – durchgeführt (ATTESLANDER 2000). Zielgruppen sind Landwirte, Behördenvertreter, Tourismusexperten, Anwohner, Besucher sowie Vertreter des Naturschutzes. Diese regionale Akteursanalyse soll Einblicke in Interessenlagen, Handlungsressourcen und Verhaltensstrategien naturschutzrelevanter Akteure bieten. Außerdem können das Themenfeld für die quantitative Befragung eingegrenzt und der Informationsstand sowie die regional gebräuchlichen Formulierungen bestimmter Sachverhalte erfasst werden (SEGERT & ZIERKE 2004). Diese Erkenntnisse gehen in das Design eines schriftlich standardisierten Fragebogens ein, mit dem quantitative Daten zu Einstellung und Akzeptanz der Bevölkerung in den anliegenden Kommunen gesammelt werden. In dem Fragebogen werden Einstellungen mit einer fünfstufigen Likert-Skala („voll einverstanden“ bis „überhaupt nicht einverstanden“) bewertet (ATTESLANDER 2000). Zudem werden geschlossene und offene Fragen zu Leitbildern und Meinungen gestellt. Im Zusammenhang mit einer Analyse der regionalen Strukturdaten der Kommunen und einer Klassifizierung der Befragten in Lebensstilgruppen kann ein umfassendes Bild zur Akzeptanz der Naturschutzmaßnahmen gezeichnet werden.

6. Erste Ergebnisse und Ausblick

Erste Tendenzen der vegetationsökologischen Entwicklung ein Jahr nach Beginn der extensiven Beweidung zeigten 2005 eine leicht erhöhte Gesamtartenzahl sowie einen signifikanten Anstieg des Artenreichtums und der durchschnittlichen Zahl der Rote-Liste Arten pro Dauerbeobachtungsfläche auf der Mesoebene. Bei der zweiten Inventur der DBF im Jahr 2005 kamen dabei Arten der feucht-nassen Habitats wie *Equisetum fluviatile*, *Galium palustre*, *Mentha arvensis*, *Lycopus europaeus* oder *Rorippia palustris*, aber auch der mittleren und trockenen Standorte wie *Daucus carota*, *Galeopsis pubescens*, *Melilotus officinalis* oder *Sanguisorba minor* hinzu. Trotz eines signifikanten Anstiegs der Artenzahlen zeigt der Wert für die Evenness keine signifikante Veränderung, was für eine kaum unterschiedliche oder höhere Dominanzstruktur bestimmter hoch-steter Arten wie *Agrostis stolonifera* oder *Carex acutiformis* sprechen dürfte. Tatsächlich haben vor allem die Sauergräser wie *Carex acutiformis*, *Carex hirta* oder *Eleocharis palustris* nach einem Jahr deutlich höhere Stetigkeiten zu verzeichnen. Dies dürfte vor allem auf das gestiegene Grundwasserniveau zurückzuführen sein. Hygrophile Süßgräser wie *Phragmites australis* oder *Phalaris arundinacea* haben zwar leicht an Stetigkeit zugelegt, allerdings nicht in dem für die neuen Grundwasserverhältnisse zu erwartenden Maße, vermutlich aufgrund von teils starkem Fraß der Rinder. Andere Süßgräser hatten ähnliche oder nur leicht gestiegene Stetigkeiten. Deutlich abnehmende Stetigkeiten konnten hingegen bei *Ranunculus repens*, oder *Trifolium repens* festgestellt werden.

Die Vegetationsstruktur änderte sich im Vergleich zum Zustand vor der Beweidung erheblich. Die durchschnittliche Vegetationshöhe pro DBF nahm um fast 20 cm signifikant ab. Ebenso kam es zu einem signifikanten Rückgang der Maximalhöhen von *Phragmites australis*, der Süßgräser und der Krautschicht. Angesichts einer gleichbleibenden vertikalen Strukturvielfalt, einer höheren Mikroheterogenität und Tritteinwirkungen der Rinder in den DBF zeigt die Tendenz der Strukturvielfalt auf der Mesoebene nach oben. Der Gehölzaufwuchs nahm minimal zu und es traten Arten wie *Crataegus monogyna* oder *Quercus robur* hinzu. Auf der Makroebene lässt sich als erste Tendenz eine Zunahme der Heterogenität an Vegetationsstrukturtypen beobachten. Das Mosaik unterschiedlicher Vegetationsstrukturtypen wird also kleinteiliger und die „patchiness“ erhöht. Vor allem breiten sich Großseggenriede und Waldsimenbestände aus und wandern in Flutrasen ein. Röhrichte breiten sich an einigen Stellen aus, werden an anderen aber auch zurückgedrängt.

Eine erste Pilotstudie im August 2005 zum Verhalten der Rinder auf der Standweide zeigte einen ausgeprägten täglichen Rhythmus zweier beobachteter Tiere. Der zeitliche Verlauf bestimmter Verhaltensweisen, aber auch der räumliche Aufenthaltsort entsprachen einem wiederkehrenden Muster. So wurden etwa ein Drittel des Tages zur Futteraufnahme verwendet, ein Drittel zum Wiederkäuen und ein weiteres Drittel für Aktivitäten wie Ruhen, Ortswechsel und soziale Verhaltensweisen. Einzig Witterungseinflüsse wie starker Regen oder Hitze veränderten die zeitliche Folge der verschiedenen Aktivitäten. Bevorzugte Vegetationsstrukturtypen zur Nahrungsaufnahme waren in dieser Zeit Fuchsschwanzwiesen, die gezielt über ein etabliertes Netz von Viehwegen aufgesucht wurden. Insgesamt war dieser Strukturtyp mit über einem Drittel der Zeit der meist genutzte insgesamt. Aber auch Typen wie Flutrasen, Großseggenriede, Rohrglanzgrasröhrichte oder Nitrophytenfluren wurden im Vorbeigehen oder gezielt zur Futteraufnahme genutzt. Dabei wurden auch Arten wie *Phrag-*

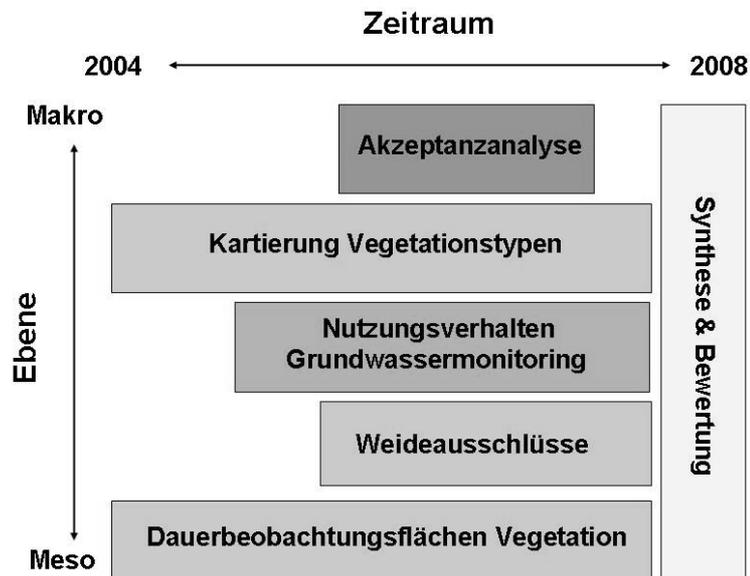


Abb. 7: Übersicht über Methoden, Ebenen und Zeithorizont des dreigliedrigen Forschungskonzepts

mites australis, *Carex acutiformis*, *Carex disticha* oder *Phalaris arundinacea* selektiert. Außer dem Unterstand wurden für das Ruhen gezielt andere Strukturtypen (beispielsweise ein Pappelbestand mit Nitrophytenflur) aufgesucht. Diese räumliche Trennung bestimmter Aktivitäten lässt auf einen Nährstofftransfer zwischen verschiedenen Vegetationsstrukturtypen schließen. Insgesamt ist im ersten Jahr auch eine deutliche jahreszeitliche Verschiebung bei der Nutzung der Nahrungsressourcen und der Standweide zu beobachten. Auch wurden manche Teile der Standweide nahezu nicht genutzt, andere dagegen wurden aufgrund von Anziehungspunkten (etwa um den Unterstand) sehr stark frequentiert.

Im Jahr 2008 werden die Ergebnisse dieses interdisziplinären Forschungsansatzes zusammengeführt, um die Mechanismen der raum-zeitlichen Veränderung der Vegetation unter dem gegebenen Faktorenkomplex zu verstehen und die gesellschaftliche Akzeptanz und das sozioökonomische Potenzial solcher Maßnahmen einschätzen zu können (Abb. 7). Auf dieser Grundlage soll die weitere Entwicklung der Biodiversität im Untersuchungsgebiet prognostiziert und anhand der definierten Leitbilder naturschutzfachlich bewertet werden. Parallel laufende Studien zur Fauna im Untersuchungsgebiet (Monitoring der Vogel-, Libellen- und Heuschreckenpopulationen) bieten zusätzlichen Aufschluss über die Biodiversitätsentwicklung und können mit den vegetationsökologischen Daten korreliert werden. Unter Einbezug der Erkenntnisse aus anderen Renaturierungsvorhaben wird die Übertragbarkeit der Ergebnisse dieser Fallstudie auf andere Naturräume diskutiert. Schließlich sollen Empfehlungen für die zukünftige Ausgestaltung und das Management solcher Renaturierungs- und Beweidungsprojekte in Fluss- und Bachauen Mitteleuropas gegeben werden.

Angeführte Schriften

- ADLER, P. B., RAFF, D. A. & LAUENROTH, W. K. (2001): The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation - *Oecologia*, 128, 465-479.
- AJZEN, I. (1993): Attitude theory and the attitude-behavior relation - In: KREBS, D. & SCHMIDT, P. (Hrsg.): *New Directions in Attitude Measurement* - Walter de Gruyter, 41-57 S., Berlin.
- ATTESLANDER, P. (2000): *Methoden der empirischen Sozialforschung* - Walter de Gruyter, 393 S., Berlin.
- BAKKER, J. P. (1989): *Nature Management by Grazing and Cutting: On the Ecological Significance of Grazing and Cutting Regimes applied to Restore former Species-rich Grassland Communities* - Kluwer, 400 S., Dordrecht.
- BAKKER, J. P. (1998): The impact of grazing on plant community - In: WALLIS DE VRIES, M. F., BAKKER, J. P. & VAN WIEREN, S. E. (Hrsg.): *Grazing and Conservation Management* - Kluwer, 137-184, Dordrecht.
- BLAB, J., KLEIN, M. & SSYMANK, A. (1995): Biodiversität und ihre Bedeutung in der Naturschutzarbeit - *Natur und Landschaft*, 70, 11-18.
- BOKDAM, J. (2003): *Nature Conservation and Grazing Management - Free-ranging Cattle as a Driving Force for Cyclic Vegetation Succession*. PhD-Theses - Wageningen University, 209 S., Wageningen.
- BOKDAM, J. & GLEICHMAN, J. M. (2000): Effects of grazing by free-ranging cattle on vegetation dynamics in a continental north-west European heathland - *Journal of Applied Ecology*, 37, 415-431.
- BONHAM, C. D. (1989): *Measurements for Terrestrial Vegetation* - John Wiley & Sons, 338 S., New York.
- BRANDES, D. (2000): *Flora und Vegetation der Deiche an der mittleren Elbe zwischen Magdeburg und Darchau* - Braunschweiger Naturkundliche Schriften, 6, 199-217.
- BRUNK, I., BEIER, W., BURKART, B., HINRICHSSEN, A., OEHLSCHLAEGER, S., PROCHNOW, A., SAURE, C., VORWALD, J., WALLSCHLÄGER, D. & ZIERKE, I. (2004): *Beweidung mit Haustieren* - In: ANDERS, K., MRZLJAK, J., WALLSCHLÄGER, D. & WIEGLEB, G. (Hrsg.): *Handbuch Offenlandmanagement* - Springer, 105-120, Berlin.
- BUREL, F., BAUDRY, J. & MANDER, Ü. (2003): Biodiversity of European landscapes: threats and management - *Journal for Nature Conservation*, 11, 133-134.
- BUXTON, R. P., TIMMINS, S. M., BURROWS, L. E. & WARDLE, P. (2001): Impact of cattle on Department of Conservation grazing leases in South Westland: results from monitoring 1989-99, and recommendations - *Science for Conservation*, 179, 5-31.

- CAUSTON, D. R. (1988): An Introduction to Vegetation Analysis: Principles, Practice and Interpretation - Unwin Hyman, 342 S., London.
- CENTRE DE RECHERCHE PUBLIC (2000): Etude des debits d'etiage dans les bassins-versants de la Syre et de la Wiltz durant l'ete 1999 - CRP Gabriel Lippmann, 19 S., Luxembourg.
- COLDITZ, G. (1994): Auen, Moore, Feuchtwiesen - Gefährdung und Schutz von Feuchtgebieten - Birkhäuser, 199 S., Basel.
- COLLING, G. (2005): Red List of the Vascular Plants of Luxembourg. Ferrantia 42 - Musée national d'histoire naturelle Luxembourg, 77 S., Luxembourg.
- DAHL, H.-J., JÜRGING, P. & PATT, H. (2005): Fließgewässerentwicklung - Historie, Ziele - In: JÜRGING, P. & PATT, H. (Hrsg.): Fließgewässer- und Auenentwicklung - Springer, 123-151, Berlin.
- DELONG, D. C. (1996): Defining biodiversity - Wildlife Society Bulletin, 24, 738-749.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden - Ulmer, 683 S., Stuttgart.
- DIERSCHKE, H. & BRIEMLE, G. (2002): Kulturgrasland - Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren - Ulmer, 239 S., Stuttgart.
- DUNCAN, P. (1983): Determinants of the use of habitat by horses in a mediterranean wetland - Journal of Applied Ecology, 52, 93-109.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht - Ulmer, 1095 S., Stuttgart.
- FALINSKA, K. (1991): Plant Demography in Vegetation Succession - Kluwer, 210 S., Dordrecht.
- FISCHER, A. (2001): Ergebnisse zum räumlichen Verhalten von Rindern auf extensivierten Niedermoorweiden. Natur- und Kulturlandschaft 4 - In: GERKEN, B. & GÖRNER, M. (Hrsg.): Neue Modelle zu Maßnahmen der Landschaftsentwicklung mit großen Pflanzenfressern - Universität Paderborn, 309-316, Höxter/Jena.
- FLADE, M., PLACHTER, H., HENNE, E. & ANDERS, K. (2003): Naturschutz in der Agrarlandschaft - Ergebnisse des Schorfheide-Chorin-Projektes - Quelle & Meyer, 388 S., Wiebelsheim.
- FONDATION HËLLEF FIR D'NATUR (2003): Grünlandkartierung an der Syr zwischen Übersyren und Mensdorf - Ministère de l'Environnement/Administration des Eaux et Forêts, 71 S., Luxembourg.
- FREIBERGER, H. (2004): Revitalisierung urbaner Gewässer - Akzeptanz von naturnahen Gewässern in der Stadt. - Regio Basiliensis, 45, 175-184.

- GANDER, A., ROCKMANN, A., STREHLER, C. & GÜSEWELL, S. (2003): Habitat use by Scottish Highland cattle in a lakeshore wetland - *Bulletin of the Geobotanical Institute ETH*, 69, 3-16.
- GOBSTER, P. H. & DICKHUT, K. E. (1988): Factors influencing landowner acceptance of open space preservation methods - *Society and Natural Resources*, 1, 351-364.
- GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG (2002): Regimes d'Aide pour la Sauvegarde de la Diversité biologique. Reglement grand-ducal du 22 mars 2002 - *Memorial - Journal Officiel du Grand-Duché de Luxembourg*, 4, 584-630.
- GUNKEL, G. (1997): Renaturierung anthropogen genutzter Gewässer - ein Zielkonflikt? - In: DEMBINSKI, M. & WERDER, U. (Hrsg.): *Renaturierung von Fließgewässern und Auen*. VSO-Publikationen Band 2 - ad vontes Verlag, 17-27, Hamburg.
- HAASE, D. (2003): Holocene floodplains and their distribution in urban areas - functionality indicators for their retention potentials - *Landscape and Urban Planning*, 66, 5-18.
- HAEUPLER, H. (1999): Elements of biodiversity in today's nature conservation discussion - from a geobotanical viewpoint - In: KRATOCHWIL, A. (Hrsg.): *Biodiversity in Ecosystems: Principles and Case Studies of Different Complexity Levels*. Tasks for Vegetation Science 34 - Kluwer, 185-197, Dordrecht.
- HAMPEL, G. (2005): *Fleischrinderzucht und Mutterkuhhaltung* - Ulmer, 240 S., Stuttgart.
- HAMPICKE, U. & ROTH, D. (2000): Costs of land use for conservation in Central Europe and future agricultural policy - *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 1, 95-108.
- HAYES, G. F. & HOLL, K. D. (2003): Cattle grazing impacts on annual forbs and vegetation composition of mesic grasslands in California - *Conservation Biology*, 17, 1694-1702.
- HOHMANN, J. & KONOLD, W. (1995): *Renaturierung von Fließgewässern - Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung an der Enz in Pforzheim* - ecomed, 152 S., Landsberg.
- HOLECHEK, J. L., VAVRA, M. & PIEPER, R. D. (1982): Botanical composition determination of range herbivore diets: a review - *Journal of Range Management*, 35, 309-315.
- HOPE, D., GRIES, C., ZHU, W., FAGAN, W. F., REDMAN, C. L., GRIMM, N. B., NELSON, A. L., MARTIN, C. & KINZIG, A. (2003): Socioeconomics drive urban plant diversity - *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100, 8788-8792.
- HUNTER, M. L. (2002): *Fundamentals of Conservation Biology* - Blackwell Science, 547 S., Malden.

- JANICH, P., GUTMANN, M. & PRIEB, K., Eds. (2001): Biodiversität: wissenschaftliche Grundlagen und gesellschaftliche Relevanz. Wissenschaftsethik und Technikfolgenbeurteilung Band 10. Springer, Berlin.
- JEDICKE, E. (2001): Biodiversität, Geodiversität, Ökiodiversität: Kriterien zur Analyse der Landschaftsstruktur - ein konzeptioneller Diskussionsbeitrag - Naturschutz und Landschaftsplanung, 33, 59-68.
- JOYCE, C. B. & WADE, P. W. (1998): Wet grasslands: a European perspective - In: JOYCE, C. B. & WADE, P. M. (Hrsg.): European Wet Grasslands - Biodiversity, Management and Restoration - John Wiley & Sons, 1-12, Chichester.
- KAHLENBORN, W. & KRAEMER, R. A. (1999): Nachhaltige Wasserwirtschaft in Deutschland - Springer, 244 S., Berlin.
- KAPHENGST, T., PROCHNOW, A. & HAMPICKE, U. (2005): Ökonomische Analyse der Rinderhaltung in halboffenen Weidelandschaften - Volks- und betriebswirtschaftliche Kostenanalyse aus sechs Gebieten - Naturschutz und Landschaftsplanung, 12, 369-375.
- KENT, M. & COKER, P. (1992): Vegetation Description and Analysis - A Practical Approach - Belhaven Press, 363 S., London.
- KONOLD, W. (1989): Fließgewässer aus pflanzenökologischer und vegetationskundlicher Sicht - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, 58, 753-760.
- KONOLD, W. (1996): Gewässerauen - Bedeutung und Funktion - Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung, 37, 146-153.
- KONOLD, W. (1997): Wässerwiesen, Wölbäcker, Hackäcker: Geschichte und Vegetation alter Kulturlandschaftselemente in Südwestdeutschland - Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, 27, 53-61.
- KONOLD, W. (1998): Landnutzung und Naturschutz in Auen - Gegensatz oder sinnvolle Kombination - Wasser & Boden, 50, 50-54.
- KRATOCHWIL, A. (1999): Biodiversity in ecosystems: some principles - In: KRATOCHWIL, A. (Hrsg.): Biodiversity in Ecosystems: Principles and Case Studies of Different Complexity Levels. Tasks for Vegetation Science 34 - Kluwer, 5-38, Dordrecht.
- LEDERBOGEN, D., ROSENTHAL, G., SCHOLLE, D., TRAUTNER, J., ZIMMERMANN, B. & KAULE, G. (2004): Allmendweiden in Südbayern: Naturschutz durch landwirtschaftliche Nutzung. Angewandte Landschaftsökologie Heft 62 - Bundesamt für Naturschutz, 469 S., Bonn-Bad Godesberg.
- LONDO, G. (1976): The decimal scale for relevés of permanent quadrats - Vegetatio, 33, 61-64.

- LOUCOUGARAY, G., BONIS, A. & BOUZILLE, J. B. (2004): Effects of grazing by horses and/or cattle on the diversity of coastal grasslands in western France - *Biological Conservation*, 116, 59-71.
- LUICK, R. (1995): Ein Modellprojekt zur extensiven Beweidung von Feuchtgrünland - In: *AKADEMIE FÜR NATUR- UND UMWELTSCHUTZ* (Hrsg.): *Wieder beweiden? Möglichkeiten und Grenzen der Beweidung als Maßnahme des Naturschutzes und der Landschaftspflege* - Akademie für Natur- und Umweltschutz, 77-86, Stuttgart.
- LUICK, R. & SIGNAL, E. M. (2002): The significance of EU agricultural policy on the nature conservation of pastoral farmland - In: *SCHRÖDER, E. (Hrsg.): Pasture Landscapes and Nature Conservation* - Springer, 329-346, Berlin.
- MAYER, A. C., STÖCKLI, V., HUOVINEN, C., KONOLD, W., ESTERMANN, B. L. & KREUZER, M. (2003): Herbage selection by cattle on sub-alpine wood pastures - *Forest Ecology and Management*, 181, 39-50.
- MEFFE, G. K. & CAROLL, C. R. (1997): *Principles of Conservation Biology* - Sinauer Associates, 729 S., Sunderland.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. (1976): *Aims and Methods of Vegetation Ecology* - John Wiley & Sons, 547 S., New York.
- MÜLLER-MOTZFELD, G. (1997): Biodiversität und Landwirtschaft - *Insecta*, 5, 5-15.
- NASSAUER, J. I. (2004): Monitoring the success of metropolitan wetland restorations: cultural sustainability and ecological functions - *Wetlands*, 24, 756-765.
- NOSS, R. F. (1990): Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach - *Conservation Biology*, 4, 355-364.
- OLFF, H. & RITCHIE, M. E. (1998): Effects of herbivores on grassland plant diversity - *Trends in Ecology & Evolution*, 13, 261-265.
- OPPERMANN, R. & LUICK, R. (1999): Extensive Beweidung und Naturschutz - Charakterisierung einer dynamischen und naturverträglichen Landnutzung - *Natur und Landschaft*, 74, 411-419.
- PFADENHAUER, J. (1997): *Vegetationsökologie* - IHW-Verlag, 448 S., München.
- PIECHOCKI, R., ESER, U., POTTHAST, T., WIERSBINSKI, N. & OTT, K. (2003): Biodiversität - Symbolbegriff für einen Wandel im Selbstverständnis von Natur- und Umweltschutz - *Natur und Landschaft*, 78, 30-32.
- 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" - *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz*, 78, 145-160.

- PYKÄLÄ, J. (2000): Mitigating human effects on european biodiversity through traditional animal husbandry - *Conservation Biology*, 14, 705-712.
- ROBERTSON, D. P. & HULL, R. B. (2001): Beyond biology: toward a more public ecology for conservation - *Conservation Biology*, 15, 970-979.
- ROSENTHAL, G. (1992): Erhaltung und Regeneration von Feuchtwiesen: Vegetationsökologische Untersuchungen auf Dauerflächen. *Dissertationes Botanicae Band 182* - Cramer, 259 S., Berlin.
- ROSENTHAL, G., HILDEBRANDT, J., ZÖCKLER, C., HENGSTENBERG, M., MOSSKOWSKI, D., LAKOMY, W. & BURFEINDT, I. (1998): Feuchtgrünland in Norddeutschland - Ökologie, Zustand, Schutzkonzepte. *Angewandte Landschaftsökologie 15* - Bundesamt für Naturschutz, 291 S., Bonn-Bad Godesberg.
- SARR, D. A. (2002): Riparian livestock exclosure research in the Western United States: A critique and some recommendations - *Environmental Management*, 30, 516-526.
- SCHLEY, L. & LEYTEM, M. (2004): Extensive Beweidung mit Rindern im Naturschutz: eine kurze Literaturlauswertung hinsichtlich der Einflüsse auf die Biodiversität - *Bulletin de la Société des Naturalistes Luxembourgeois*, 105, 65-85.
- SEGERT, A. & ZIERKE, I. (2004): Methodische Grundlagen der soziologischen Bewertung von Offenland - In: ANDERS, K., MRZLJAK, J., WALLSCHLÄGER, D. & WIEGLEB, G. (Hrsg.): *Handbuch Offenlandmanagement* - Springer, 87-96, Berlin.
- SMYTH, A. K. & JAMES, C. D. (2004): Characteristics of Australia's rangelands and key design issues for monitoring biodiversity - *Austral Ecology*, 29, 3-15.
- SOLTAU, J. (1993): Die Vegetation an Fließgewässern unter besonderer Berücksichtigung der Wuchs- und Lebensformen. *Dissertationes Botanicae 210* - Cramer, 176 S., Berlin.
- STAMMEL, B. (2003): Impact of grazing on vegetation and on selected plant species of calcaferous fens. PhD-Thesis - Department für Ökologie der Technischen Universität München, 119 S., München.
- STAMMEL, B., KIEHL, K. & PFADENHAUER, J. (2003): Alternative management on fens: Response of vegetation to grazing and mowing - *Applied Vegetation Science*, 6, 245-254.
- STATEC (2005): Landwirtschaftliche Zählung vom 15. Mai 2005 - Statec, 10 S., Luxemburg.
- STATEC (2006): Portail des Statistique de Luxembourg - Statec, http://www.statistiques.public.lu//stat/NavMaps/navMap.aspx?IF_Language=fra, 28.01.06.

- STEIDEL, I. (2002): Beweidung von Feuchtgrünland - Ökologische, naturschutzfachliche und betriebsökonomische Aspekte im Landschaftspflegekonzept Bayern (LPK) - Laufener Seminarbeiträge der ANL, 67-83.
- STEWART, K. E. J., BOURN, N. A. D. & THOMAS, J. A. (2001): An evaluation of three quick methods commonly used to assess sward height in ecology - *Journal of Applied Ecology*, 38, 1148-1154.
- SVENNING, J.-C. (2002): A review of natural vegetation openness in north-western Europe - *Biological Conservation*, 104, 133-148.
- VÖGTLIN, J. & WIPPEL, B. (2003): Ökonomische Tragfähigkeit extensiver Weidesysteme im Südschwarzwald - Modellrechnung für einen Beispielbetrieb - *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 35, 297-301.
- VÖLKL, W., VON HESSBERG, A., MADER, D., METZNER, J., GERSTBERGER, P., HOFFMANN, K. H., REBHAN, H. & KREC, R. (2002): Natural succession in a dynamic riverine landscape and the protection of open areas - In: SCHRÖDER, E. (Hrsg.): *Pasture Landscapes and Nature Conservation* - Springer, 413-421, Berlin.
- WADE, P. M., LARGE, A. R. G. & DE WAAL, L. C. (1998): Rehabilitation of degraded river habitat: an introduction - In: JOYCE, C. B. & WADE, P. M. (Hrsg.): *European Wet Grasslands: Biodiversity, Management and Restoration* - John Wiley & Sons, 1-10, New York.
- WATTENDORF, P. (2001): Hutweiden im mittleren Savatal. *Culterra* 27 - Institut für Landschaftspflege, 293 S., Freiburg.
- WENGER, D. (1994): Einfluss der Beweidung auf Feuchtgebiete - dargestellt anhand von Beispielen aus dem Kanton Bern. Dissertation - Geobotanisches Institut der Universität Bern, 123 S., Bern.
- ZAHN, A., LANG, A. & MEINL, M. (2001): Galloway-Rinder als Landschaftsgestalter - Ein Naturschutzprojekt zur Pflege einer offenen Kulturlandschaft - *Natur- und Kulturlandschaft*, 4, 332-342.
- ZAHN, A., LANG, A., MEINL, M. & SCHIRLITZ, T. (2002): Die Beweidung einer Feuchtbrache mit Galloway-Rindern - Flora, Fauna und wirtschaftliche Aspekte einer kleinflächigen Standweide - *Laufener Seminarbeiträge der ANL*, 1, 35-45.