

TELMA	Band 33	Seite 179 - 190	4 Abb., 3 Tab.	Hannover, November 2003
-------	---------	-----------------	----------------	-------------------------

Entwicklung und Anwendung eines GIS-gestützten Moorkatasters im Einzugsgebiet der Stör in Schleswig-Holstein

Development and application of a GIS based peatland database for the river Stör basin in Schleswig-Holstein

MICHAEL TREPEL

Zusammenfassung

Moorschutzprogramme benötigen für eine quantitativ-funktionale Bewertung eine aktuelle, flächen-deckende Inventur der Moorfläche, um regional differenzierte Restitutionsziele, Managementstrategien und Umweltindikatoren festzulegen. Für den Aufbau eines GIS-gestützten Moorkatasters wurde die Methodik beispielhaft im Einzugsgebiet der Stör (1769 km²) entwickelt. In einer Datenbank wurden die digital verfügbaren Fach- und Geodaten der Umweltverwaltung Schleswig-Holsteins aus den Bereichen Topographie, Verwaltung, Wasserwirtschaft, Bodenkunde und Naturschutz zusammengeführt. Nach diesen Daten werden im Stör-Einzugsgebiet 18 % der Moorböden nicht standortgerecht ackerbaulich bewirtschaftet, wurden auf lediglich 13 % der Moorböden ökologisch wertvolle Biotope kartiert und sind nur knapp 3 % der Moorböden als Naturschutzgebiet gesetzlich geschützt. Durch solche Datenbankabfragen werden für Naturschutz und Wasserwirtschaft sensible Flächen ausgewiesen und die Flächenauswahl unterstützt.

Abstract

Peatland action plans require a complete peatland inventory and an assessment of their actual ecological status and functions in order to define regional specific restoration aims, management strategies and environmental indicators. Therefore, this study presents the methodology for the development of a GIS based peatland database in the river Stör catchment (1769 km²) in Northern Germany. The database combines information about the distribution of minerotrophic and ombrotrophic peat soils, the river network, subbasin hierarchy, geological and soil substrate distribution in the surrounding upland, land use, distribution of ecological valuable habitats, distribution of species rich wet grasslands, species distribution maps, administrative data, and legally protected areas. According to the database 18 % of the peat soils are used as fields. Ecological valuable habitats were mapped on 13 % of the peatland area. Only 3 % of the peatland area is legally protected as nature reserve. Such database queries support the selection of most sensible sites for nature conservation and water management.

1. Einleitung

Um den Schutz und die Entwicklung von Niedermoorböden in Schleswig-Holstein zu verbessern, hat das Kabinett des Landes Schleswig-Holstein im Juli 2002 ein Niedermoorprogramm als Beitrag zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie mit dem Ziel verabschiedet, die Senkenwirkung von Feuchtgebieten im Landschaftswasser- und -stoffhaushalt wiederherzustellen und damit gleichzeitig die abiotischen Voraussetzungen für die Entwicklung standorttypischer Biozönosen zu schaffen (MINISTERIUM FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN 2002). Eine effiziente Umsetzung des Niedermoorprogramms erfordert eine Auswahl geeigneter Flächen auf Einzugsgebietsebene und gehört in den Aufgabenbereich der Landes- bzw. Regionalplanung (CEDFELDT et al. 2000, PALMERI & TREPPEL 2002). Als Datengrundlage für eine funktionsorientierte Flächenauswahl werden flächendeckende Informationen zur Verbreitung von Torfböden, ihrer ökologischen Wertigkeit, aktuellen Nutzung und ihrem Schutzstatus benötigt (JOOSTEN & CLARKE 2002). Flächendeckende Informationen über den Zustand von Moorböden und Mooren werden zudem bundesweit für die nationale Umsetzung des globalen Aktionsprogramms für Moore im Rahmen der RAMSAR-Konvention benötigt (TREPPEL 2001). In diesem Beitrag wird die Methodik für den Aufbau eines GIS-gestützten Moorkatasters am Beispiel der Moorböden im Einzugsgebiet der Stör in Schleswig-Holstein erläutert. Die Anwendungsmöglichkeiten eines GIS-gestützten Moorkatasters werden anhand von flächendeckenden Auswertungen zum aktuellen Zustand von Moorflächen, einer an den Zielen des biotischen und abiotischen Ressourcenschutzes orientierten Flächenauswahl sowie an den Möglichkeiten zur flächenhaften Erfolgskontrolle von Moorschutz- und Moorentwicklungsprogrammen gezeigt.

2. Konzeption eines GIS-gestützten Moorkatasters

Für eine multifunktional ausgerichtete Landesplanung benötigt die Umweltverwaltung flächendeckende, inhaltlich konsistente Daten und nachvollziehbar dokumentierte Bewertungsalgorithmen. In dem GIS-gestützten Moorkataster werden Information aus den Bereichen Verwaltung und Topographie, Wasserwirtschaft, Hydrologie, Geologie, Bodenkunde und Naturschutz zusammengeführt (Abb. 1). Die Daten und Bewertungsregeln werden in einer Datenbank gespeichert. Durch die Anbindung der Datenbank an ein Geographisches Informationssystem können Daten und Abfrageergebnisse räumlich visualisiert werden.

Die Methodik für den Aufbau des GIS-gestützten Moorkatasters wurde anhand der Moorflächen im Stör-Einzugsgebiet in Schleswig-Holstein entwickelt und erprobt, weil die gute Verfügbarkeit digitaler Fach- und Geodaten für diesen Raum die Methodentwicklung erleichtert. Gegenwärtig wird die Methodik auf die Landesfläche Schles-

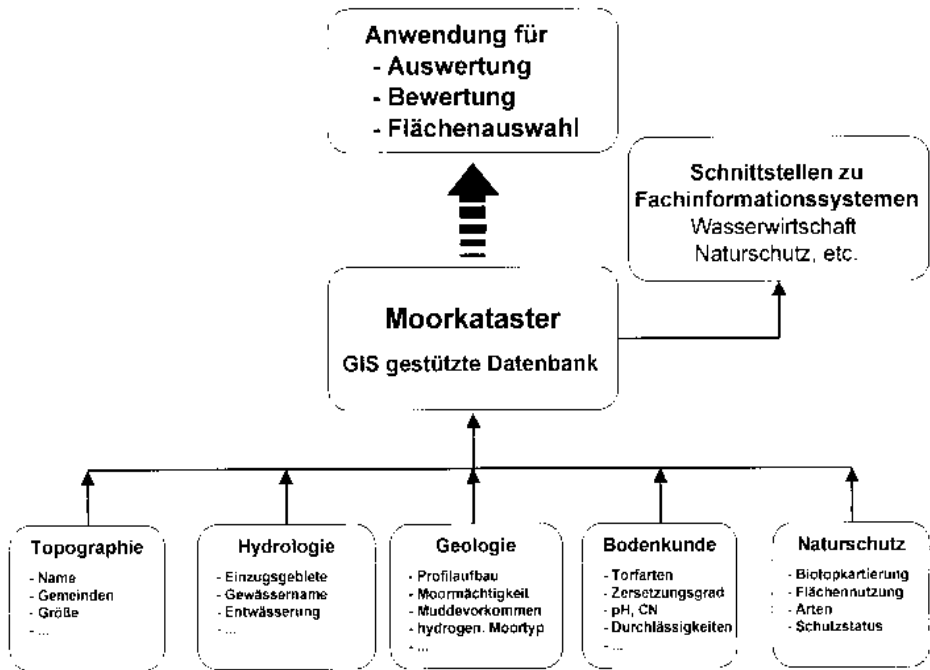


Abb. 1: Konzeptioneller Aufbau eines GIS-gestützten Moorkatasters (In einer Datenbank mit GIS-Anbindung werden Fach- und Geodaten thematisch zusammengeführt)
 Conceptual model of a GIS-based peatland database (The database is connected with a Geographical Information System and combines data thematically)

wig-Holsteins übertragen, um so ein landesweit einheitliches Informationssystem für die Zustandsanalyse von Moorböden als Grundlage für die Auswahl geeigneter Flächen bei der Umsetzung u.a. des Niedermoorprogramms zu erhalten.

2.1 Datengrundlagen

Grundlage für den Aufbau des GIS-gestützten Moorkatasters ist die im Maßstab 1:25000 erarbeitete digitale Moorbodenverbreitungskarte Schleswig-Holsteins. Über die Polygonnummer werden die Moorbodenflächen mit den in Tabelle 1 zusammengestellten Informationen verknüpft.

Aus dem Bereich Verwaltung und Topographie wurde jeder Moorfläche die Zugehörigkeit zu Verwaltungs- und Naturraumeinheiten zugeordnet, um bei Datenbankabfragen

Tab. 1: Digitale Verfügbarkeit, Datenformat und Erhebungsmaßstab von Daten für den Aufbau eines GIS-gestützten Moorkatasters
 Digital availability, data format and scale of data for the development of a GIS-based peatland database

Daten	Digital	Format	Maßstab
Allgemeines und Topographie			
Moorbodenverbreitungskarte	ja	Polygon	1 : 25.000
Verwaltungsgrenzen	ja	Polygon	1 : 5.000
Naturraumgrenzen	ja	Polygon	1 : 25.000
Fließgewässerlandschaften	ja	Polygon	1 : 25.000
TK 25 Blattschnitt	ja	Polygon	1 : 25.000
Digitales Höhenmodell	ja	Grid	50 Meter Raster
Hydrologie, Wasserwirtschaft			
Einzugsgebietskarte	ja	Polygon	1 : 25.000
Fließgewässernetz ATKIS	ja	Linie	1 : 5.000
Lage von Schöpfwerken	nein	Punkt	
Schöpfwerksgebiete	nein	Polygon	
Deichlinien	nein	Linie	
Geologie und Bodenkunde			
Geologische Übersichtskarte	nein	Polygon	1 : 200.000
Bodenübersichtskarte	ja	Polygon	1 : 200.000
Geologische Profildaten	nein	Datenbank	Punktdaten
Bodenprofile	ja	Datenbank	Punktdaten
Naturschutz			
Flächennutzung ATKIS	ja	Polygon	1 : 5.000
Biotopkartierung	ja	Polygon	1 : 25.000
Feuchtgrünlandkartierung	ja	Polygon	1 : 25.000
§15a-Kartierung	ja	Polygon	1 : 25.000
Naturschutzgebiete	ja	Polygon	1 : 25.000
FFH Gebietsvorschläge	ja	Polygon	1 : 25.000
Natura 2000 Gebietsvorschläge	ja	Polygon	1 : 25.000
Moosfundpunkte	ja	Datenbank	Punktdaten
Gefäßpflanzen (Raabe)	ja	Datenbank	Punktdaten

nach Verwaltungseinheiten oder Naturräumen differenzieren zu können. Aus der Wasserwirtschaft wurde eine detaillierte Einzugsgebietskarte verwendet, um die potenzielle Funktion von Moorflächen im Stoffhaushalt zu ermitteln (TREPEL 2003). Zur Beurteilung der hydrologischen Entkoppelung der Moore vom Landschaftswasserhaushalt werden darüber hinaus Informationen zur Lage von Schöpfwerken, Schöpfwerksgebieten sowie zu Deichlinien digital benötigt. Diese Datenlücken werden zur Zeit im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie geschlossen.

Aus der Fachabteilung Geologie und Boden wurden neben einer Bodenübersichtskarte der Bodenprofilaufbau und dessen bodenphysikalische und bodenchemische Eigenschaften als Punktdaten in die Datenbank integriert. Bislang fehlt in Schleswig-Holstein

eine Datenbank mit landesweiten Informationen zum geologischen Profilaufbau von Mooren, die bis zum mineralischen Untergrund reichen. Diese Informationen werden benötigt, um die Anströmung der Moore und damit deren Wirkung im Landschaftsstoffhaushalt beurteilen zu können. Aus der Abteilung Naturschutz wurden die ökologische Wertigkeit von Moorflächen anhand der Biotop-, Feuchtgrünland- und §15a-Kartierung (gesetzlich geschützte Biotope) sowie die Schutzkategorien Naturschutzgebiete, FFH-Gebiete und Natura 2000-Gebiete in das Moorkataster eingearbeitet. Die Verbreitung von Moosen und Gefäßpflanzen wurde als Punktdaten aus der Moosfunddatenbank bzw. der floristischen Kartierung in das Kataster überführt. Wegen weitgehend einheitlicher maritim-humider Klimaverhältnisse im Untersuchungsgebiet wurden keine Klimainformationen in das System eingearbeitet.

3. Ergebnisse

Die Untersuchungen wurden im Einzugsgebiet der Stör (1769,3 km²) durchgeführt. Die Stör mündet nordwestlich von Hamburg in die Elbe und entwässert etwa 11 % der Landesfläche Schleswig-Holsteins. Die Quellflüsse der Stör entspringen im Osten im Naturraum Östliches Hügelland, der Mittellauf fließt durch die Naturräume Niedere und Hohe Geest sowie im Unterlauf durch den Naturraum Marsch. Der Tideeinfluss ist durch die Eindeichung auf das Fließgewässer beschränkt, wodurch eine Überflutung angrenzender Niederungsflächen weitgehend ausgeschlossen wird.

3.1 Moorverbreitung und Moormächtigkeit

Im Einzugsgebiet der Stör sind 682 Moorflächen mit einer Gesamtfläche von 265,1 km² digital erfasst. Niedermoorböden bedecken 170,5 km² und Hochmoorböden 94,6 km² (Abb. 2). Größere Hochmoore haben sich vorwiegend an den Wasserscheidegrenzen oder in der ursprünglich aufgrund eines ehemaligen Meeresrückstaus weitgehend abflusslosen Niederen Geest gebildet. Die Moormächtigkeit wurde in der Vergangenheit uneinheitlich kartiert, so dass die Moortiefe regel-basiert aus den Erfassungseinheiten der digitalen Moorbodenverbreitungskarte abgeleitet wurde. Es werden die Einheiten flach (Moortiefe < 1 m), tief (Moortiefe > 1m) und unbekannt unterschieden. Einem Drittel der Moorfläche kann aufgrund der Kartierungsangaben keine Moortiefe zugeordnet werden. Angaben über die Moormächtigkeit sind für die Beurteilung der landwirtschaftlichen Nutzbarkeit und des Stoffaustragsrisikos unverzichtbar, da hieraus Rückschlüsse auf die Austauschzeiten und die damit verbundenen Stofftransformationspotenziale gezogen werden können. Diese Datenlücken können indirekt über eine statistisch abgesicherte Typisierung unter Verwendung der im Moorkataster zusammengeführten Daten geschlossen werden (TREPPEL 2003).

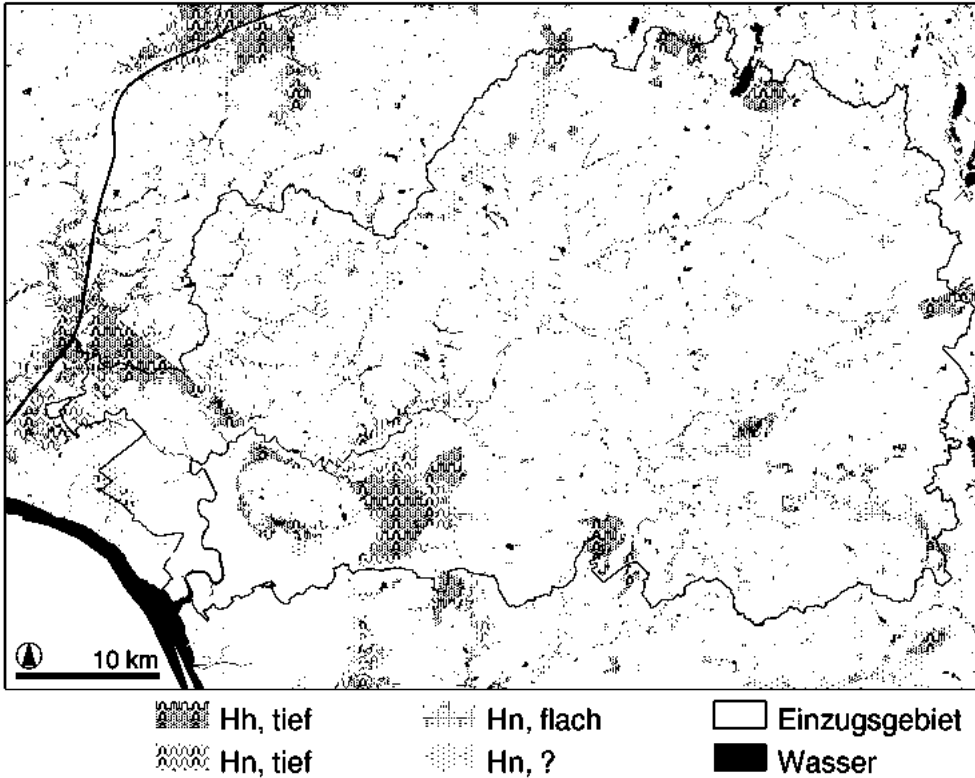


Abb. 2: Verbreitung und Mächtigkeit von Hoch- (Hh) und Niedermoorböden (Hn) im Einzugsgebiet der Stör und angrenzenden Flächen (? : Moormächtigkeit unbekannt)
 Distribution and depth of ombrotrophic (Hh) and minerotrophic (Hn) peatlands in the river Stör basin and surrounding areas (? : peat depth unknown)

3.2 Ökologische Wertigkeit und Schutzstatus

Die ökologische Wertigkeit von Moorflächen wird anhand der Biotopkartierung und der Feuchtgrünlandkartierung beurteilt. Bei der Biotopkartierung wurden 12,8 % der Moorböden im Stör-Einzugsgebiet erfasst, davon liegen zweidrittel auf Hochmoorböden (Tab. 2). Bei der Feuchtgrünlandkartierung wurden nur 0,5 % der Moorböden im Stör-Einzugsgebiet erfasst. Lediglich 2,9 % der Moorböden sind als Naturschutzgebiet geschützt, den größten Anteil daran hat das Naturschutzgebiet Dosenmoor mit 520 ha Moorfläche. Bis zum September 2002 waren 2,8 % der Moorböden als FFH- bzw. Natura 2000 Gebiet gemeldet, dieser Anteil wird sich durch die von der EU geforderten Nachmeldungen zukünftig erhöhen.

Tab. 2: Flächenstatistik der ökologischen Wertigkeit und des Schutzstatus von Moorböden im Einzugsgebiet der Stör (Stand der Angaben: September 2002)
 Area statistics for ecological value and protection state of peatlands in the river Stör basin (Data: September 2002)

		Niedermoor	Hochmoor	Summe
Flächengröße	ha	17050,2	9461,1	26511,3
Flächenanteil	%	64,3	35,7	100
Ökologische Wertigkeit				
Biotopkartierung	%*	4,2	8,6	12,8
Feuchtgrünlandkartierung	%*	0,4	0,1	0,5
Schutzstatus				
Naturschutzgebiete	%*	0,3	2,5	2,9
FFH-Gebiete	%*	0,9	1,8	2,8
Vogelschutzgebiete	%*	0,2	0,1	0,2

*: Prozentangaben bezogen auf die Gesamtmoorfläche

3.3 Flächennutzung

In das Moorkataster wurden zur Bestimmung der Flächennutzung Informationen aus ATKIS (Amtliches Kartographisches Informationssystem) übernommen. Hiernach werden Moorböden im Einzugsgebiet der Stör zu etwa 60 % als Grünland und 17,3 % als Ackerfläche genutzt. Nach den ATKIS-Kategorien sind 10,5 % der Moorböden - vorwiegend Hochmoorböden - naturnah (Tab. 3). Forstwirtschaftlich werden 6,6 % und als Siedlungs- bzw. Industriefläche (z.B. Torfabbau) 2% der Moorböden genutzt.

Für die Bewertung der Moorflächen wird ein Zahlenwert benötigt, der die unterschiedlichen Anteile der ATKIS-Nutzungseinheiten für einzelne Moorflächen in Form eines Nutzungsintensitätswerts integriert. Die Nutzungsintensität ist ein Umweltindikator für

Tab. 3: Flächennutzung von Moorböden im Stör Einzugsgebiet auf der Grundlage der ATKIS-Informationen (Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtmoorfläche)
 Land use on peatlands in the Stör basin according to ATKIS data (percent values for total peatland area)

Flächennutzung (ATKIS)	Nutzungsintensität K_{NI}	Hochmoor		Niedermoor		Σ Moor	
		ha	%	ha	%	ha	%
		9461,1	35,7	17050,2	64,3	26511,3	100,0
Moor, Heide, Sumpf	0,1	2549,0	9,6	240,8	0,9	2789,8	10,5
Wasser	0,1	47,5	0,2	44,2	0,2	91,7	0,3
Wald	0,3	1025,7	3,9	716,6	2,7	1742,3	6,6
Grünland	0,6	4966,1	18,7	11369,4	42,9	16335,5	61,6
Gartenland, Sonderkultur	0,8	58,3	0,2	337,4	1,3	395,7	1,5
Acker	1,0	575,6	2,2	4022,2	15,2	4597,8	17,3
Siedlung, Industrie	1,0	238,8	0,9	319,7	1,2	558,6	2,1

die Beurteilung der biotischen und abiotischen Bedeutung von Moorflächen. Für die Berechnung der Nutzungsintensität wird jeder ATKIS-Nutzungseinheit ein Nutzungsintensitätswert K_{NI} zugeordnet (Tab. 3). Die naturnahen Einheiten Moor, Heide und Sumpf haben einen niedrigen Wert von $K_{NI} = 0,1$, Grünland einen $K_{NI} = 0,6$ und Acker einen $K_{NI} = 1$. Die Nutzungsintensität einer Moorfläche M_{NI} wird durch Multiplikation des Flächenanteils einer Nutzungsform F_{Ai} mit dem jeweiligen Nutzungsintensitätswert K_{NIi} errechnet:

$$M_{NI} = \sum_{i=1}^n (F_{Ai} * K_{NIi})$$

Die Nutzungsintensität von Moorflächen im Einzugsgebiet der Stör zeigt Abbildung 3.

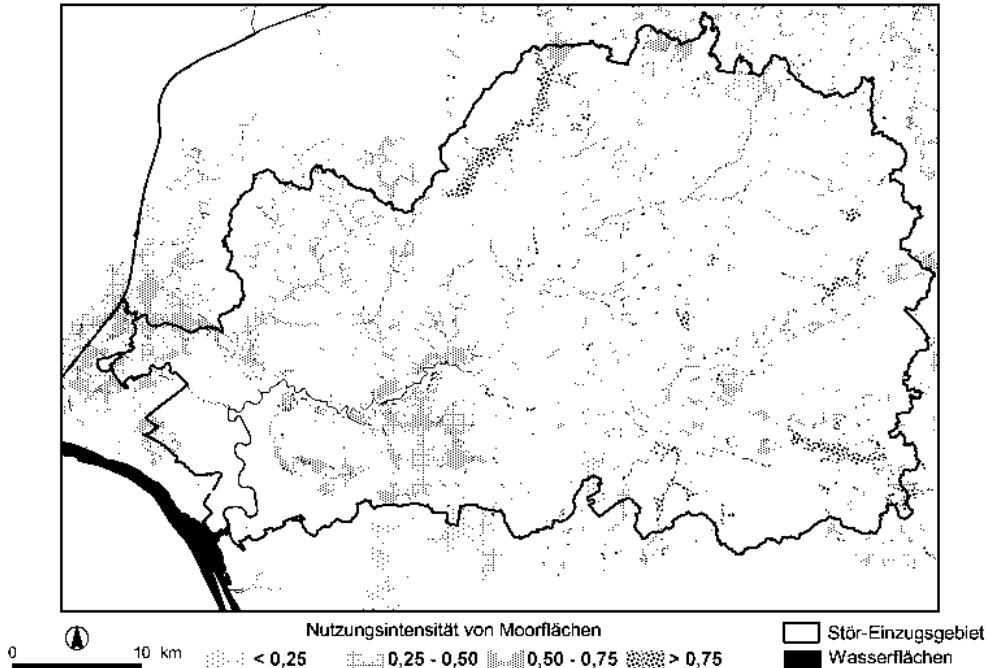


Abb. 3: Nutzungsintensitäten von Moorflächen im Einzugsgebiet der Stör (Berechnung auf der Grundlage von ATKIS Daten. Nutzungsintensitäten $< 0,25$ kennzeichnen naturnahe Moorflächen, Nutzungsintensitäten $> 0,75$ kennzeichnen intensiv, nicht standortgerecht landwirtschaftlich genutzte Moorflächen)

Land use intensities of peatlands in the River Stör basin (Calculation based on ATKIS-data. Land use intensity $< 0,25$ indicate semi-natural conditions; land use intensities $> 0,75$ indicate intensive, not sustainable agricultural land use on peat soils)

3.4 Flächenauswahl zur effizienten Umsetzung von Umweltprogrammen

Das GIS-gestützte Moorkataster wird entwickelt, um geeignete Flächen für die Umsetzung von Programmen des Naturschutzes und der Wasserwirtschaft auszuweisen. Geeignete Flächen für die Umsetzung von Naturschutzziele, wie der Sicherung eines Torf- und Moorbachstum und der Erhaltung der regionalen Arten- und Habitatvielfalt, sind durch die Kartierung ökologisch wertvoller Flächen erfasst worden (Abb. 4a). Durch Datenbankabfragen kann weiterhin geprüft werden, ob diese Flächen z.B. als Naturschutzgebiet gesichert sind.

Flachgründige Moorflächen mit hohen Nutzungsintensitäten, insbesondere hohen Anteilen an Ackernutzung, haben ein besonders hohes Risiko für erhöhte Stoffeinträge in Grund- und Oberflächengewässer (Abb. 4b). Diese Flächen sind Vorrangflächen für die Umsetzung wasserwirtschaftlicher Ziele, wie der Reduzierung der diffusen Stoffeinträge durch Vernässung und Etablierung einer standortgerechten Landnutzung.

3.5 Erfolgskontrolle mit Umweltindikatoren

Der Erfolg von Moorschutz- und Moorentwicklungsprogrammen muss mit Monitoringprogrammen dokumentiert werden. Für die Monitoringprogramme sind Umweltindikatoren zu erarbeiten, die ausreichend sensibel auf die Veränderung des zu bewertenden Umweltzustands reagieren. Neben Indikatoren, die den Erfolg einer Maßnahme messen (z. B. Entwicklung der Wasserstände, Stoffkonzentration oder Bestandesentwicklung ausgewählter Tier- und Pflanzenarten), werden Indikatoren benötigt, die die zeitliche Entwicklung des qualitativen Zustandes von Moorflächen in einem Raum erfassen (TREPPEL 2001). Der Global Action Plan for Peatlands fordert die regelmäßige Erfassung des qualitativen Zustandes aller Moorböden und die Dokumentation von Veränderungen. Aus den im GIS-gestützten Moorkataster zusammengetragenen Daten können Indikatoren für die flächenhafte Zustandsbeschreibung abgeleitet werden. Geeignete Zustandsindikatoren sind der Flächenanteil von Acker auf Moorböden oder der Anteil von Schutzgebieten auf Moorböden. Die hierfür notwendigen Daten sind regelmäßig zu aktualisieren.

4. Diskussion

Eine multifunktional ausgerichtete Landesplanung hat einen hohen Bedarf an unterschiedlichen Fach- und Geodaten (CEDFELDT et al. 2000, MALTBY et al. 1994, PALMERI & TREPPEL 2002). In dem GIS-gestützten Moorkataster werden erstmals die digital verfügbaren Datenbestände der Umweltverwaltung Schleswig-Holsteins thematisch am Beispiel der Moorflächen zusammengeführt und damit für übergreifende Auswertungen

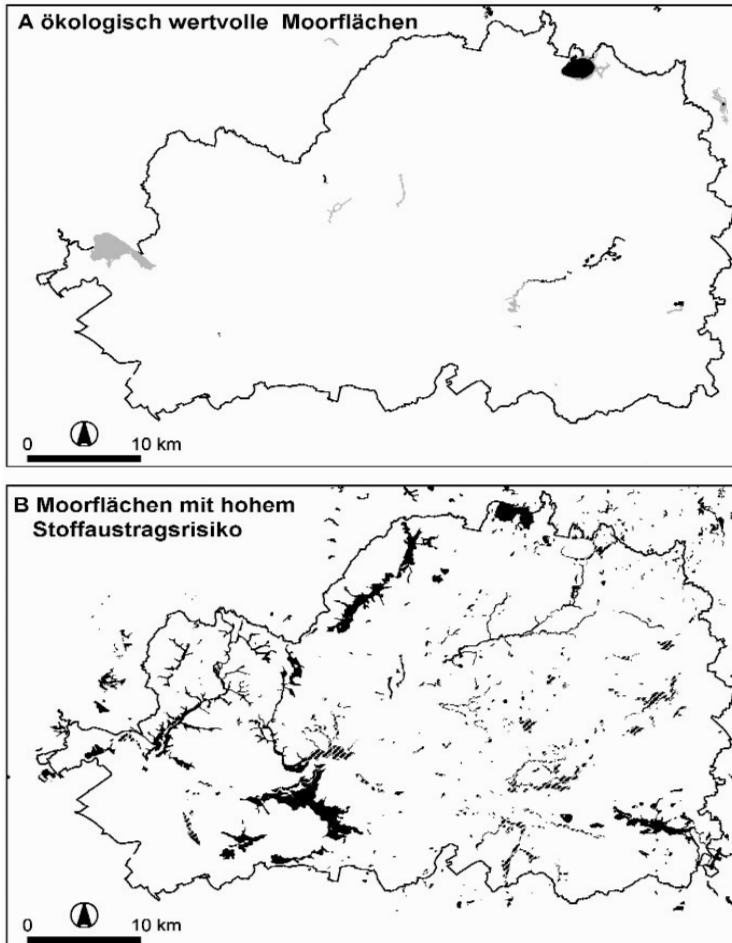


Abb. 4: GIS-gestützte Flächenauswahl zur effizienten Umsetzung von Moorschutz- und -entwicklungsprogrammen. (Abbildung 4A zeigt Moorflächen mit bedeutsamen Anteilen an ökologisch wertvollen Habitaten als Vorrangflächen für die Umsetzung von Naturschutzzielen (schwarz: Anteil ökologisch wertvoller Biotope $> 50\%$; grau: Anteil ökologisch wertvoller Biotope 10 bis 50% der Moorfläche). Abbildung 4B zeigt Flächen mit hohem Stoffaustragsrisiken (Nutzungsintensität $> 0,62$) als Vorrangflächen für die Umsetzung von wasserwirtschaftlichen Zielen; schraffierte Flächen sind flachgründig und haben daher ein besonders hohes Stoffaustragsrisiko)

GIS-based site selection for an efficient implication of a peatland programme.(Figure 4A shows peatlands with a high proportion of ecological valuable habitats as target areas for the implementation of conservation and restoration strategies (black: proportion of ecological valuable habitats $> 50\%$; grey: proportion of ecological valuable habitats 10 to 50%). Figure 4B shows areas with a high risk for nutrient leaching due to high land use intensities (> 0.62) as target areas for the implementation of water management goals; dotted areas have a shallow peatland layer and therefore a higher risk for nutrient leaching.)

verfügbar gemacht. Das Kataster bietet für einzelne Flächen einen schnellen Zugang zu Informationen aus den Bereichen Verwaltung, Wasserwirtschaft, Bodenkunde und Naturschutz. Darüber hinaus kann mit Datenbankabfragen, der Zustand von Moorflächen in einem Raum, flächendeckend quantitativ erfasst werden. Die Anwendungsbeispiele aus den Bereichen ökologische Wertigkeit, Schutzstatus und Flächennutzung dokumentieren eindrucksvoll den Zustand von Moorböden im Stör-Einzugsgebiet. Ein Anteil von 18 % Acker auf Moorböden bestätigt nach wie vor einen dringenden Handlungsbedarf für die Etablierung einer ressourcenschonenden Landnutzung auf Moorböden und rechtfertigt die Verabschiedung des Niedermoorprogramms in Schleswig-Holstein.

Eine erfolgreiche Umsetzung von Umweltprogrammen des Naturschutzes oder der Wasserwirtschaft erfordert zunächst eine an den Programmzielen orientierte Auswahl möglichst geeigneter Flächen auf Grundlage vorhandener Daten. In das Moorkataster sind bereits viele der hierfür notwendigen Daten integriert, jedoch fehlen im Bereich der Wasserwirtschaft digitalisierte Daten um die Entwässerungsintensität flächenhaft darstellen zu können.

5. Danksagung

Die Entwicklung und Erprobung des GIS-gestützten Moorkatasters im Einzugsgebiet der Stör wurde vom Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Abteilung Naturschutz, finanziell gefördert und von Frau Dr. Silke Lütt inhaltlich begleitet. Die digitalen Daten wurden von den Abteilungen Allgemeines, Bodenkunde, Naturschutz und Wasserwirtschaft zur Verfügung gestellt.

6. Literaturverzeichnis

- CEDFELDT, P. T., WATZIN, M. C. & RICHARDSON, B. D. (2000): Using GIS to identify functionally significant wetlands in the northeastern United States. - *Environmental Management* **26**: 13-24.
- JOOSTEN, H. & CLARKE, D. (2002): Wise use of mires and peatlands - background and principles including a framework for decision-making. - *International Mire Conservation Group and International Peat Society*, 304 pp.
- MALTBY, E., HOGAN, D. V., IMMIRZI, C. P., TELLMAN, J. H. & VAN DER PEIJL, M. J. (1994): Building a new approach to the investigation and assessment of wetland ecosystem functioning. - In: MITSCH, W. J. (eds.) *Global Wetlands: Old World and New*. 637-658; Elsevier.
- MINISTERIUM FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (2002): Programm zur Wiedervernässung von Niedermooren (unveröff.), 47 S.; Kiel .

PALMERI, L. & TREPEL, M. (2002): A GIS-Based Score System for Siting and Sizing of Created or Restored Wetlands: Two Case Studies. - *Water Resources Management* **16**: 307-328.

TREPEL, M. (2001): Welche Bedeutung hat ein globaler Aktionsplan für den Moorschutz in der Bundesrepublik Deutschland? - *Telma* **31**: 305-318; Hannover.

TREPEL, M. (2003): Fuzzy classification of wetlands for determination of water quality improvement potentials. - In: JÄRVET, A. & LODE, E. (eds.): *Ecohydrological processes in northern wetlands*: 233-238; Tallin, Tartu (Tartu University Press).

Anschrift des Verfassers:

Dr. M. Trepel
Ökologie-Zentrum der Christian-Albrechts Universität Kiel
Olshausenstrasse 40
D-24098 Kiel
E-mail: michael@ecology.uni-kiel.de

Manuskript eingegangen am 21. Juli 2003