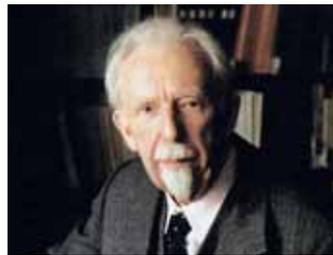


Signale der Pflanzenwelt verstehen können

WIE GEOGRAPHISCHE INFORMATIONSSYSTEME IN DER GEOBOTANIK HELFEN, LANGFRISTIGE PROZESSE DARZUSTELLEN

Ob Klimawandel oder Deichbau: Pflanzen reagieren auf die Veränderungen in ihrer Umwelt. Für den flüchtigen Betrachter kaum sichtbar vermehren sie sich an Stellen, die zuvor zu unwirtlich waren, oder ziehen sich zurück, wenn die Bedingungen für sie nicht mehr passend sind. Sie zeigen uns so, welche Veränderungen in der Umwelt stattgefunden haben. Doch Pflanzen bewirken auch Veränderung: So kann etwa eine bestimmte Vegetationsdecke den Nitratgehalt des Grundwassers beeinflussen.

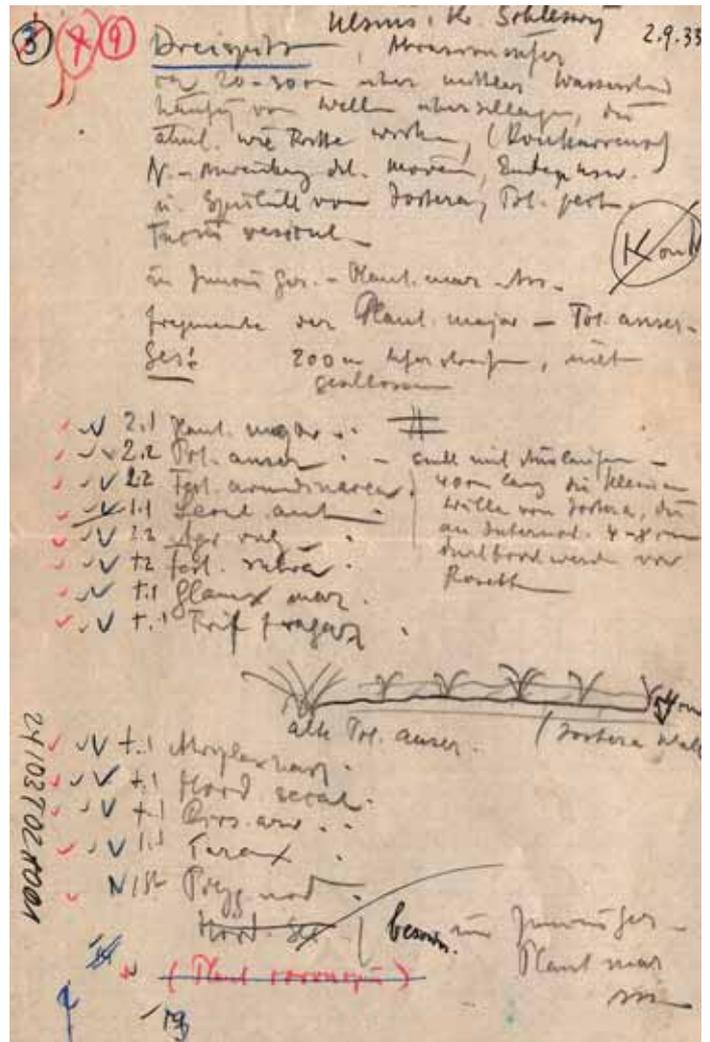
Die Geobotanik ist die Teildisziplin der Biologie, welche die zeitlichen und räumlichen Muster der Diversität in der Pflanzenwelt dokumentiert, analysiert, interpretiert und visualisiert. Eine Grundlage der Beschreibung und Analyse von Pflanzengemeinschaften bilden Vegetationsaufnahmen.



Diese beschreiben in einem homogenen Pflanzenbestand einen räumlich begrenzten Ausschnitt der Pflanzendecke, wobei eine vollständige Liste aller Pflanzenarten erstellt und der Deckungsgrad geschätzt wird.

Spezifische Angaben über den Standort eines Pflanzenbestandes wie Lage und genaue Position der Fläche im Gelände sowie geologische und bodenkundliche Parameter finden ebenfalls Eingang in Vegetationsaufnahmen.

Die so erhobenen Daten werden in Vegetationstabellen zusammengefasst und gegliedert, wodurch eine präzise Beschreibung, Klassifikation und Systematisierung der Vielfalt von Erscheinungsformen der Vegetation ermöglicht wird (vgl. POTT 1995).



Diese Methodik wurde von BRAUN-BLANQUET (1928) entwickelt und hat seither Eingang in viele geobotanische Lehrbücher gefunden.

Der Begründer der Pflanzensoziologie in Deutschland war Reinhold Tüxen (1899–1980), ehemals Professor für Vegetationskunde an der Uni-

versität Hannover (Abbildung 1). Sein wissenschaftlicher Nachlass umfasst neben einer umfangreichen Bibliothek auch eine Sammlung von nahezu 25.000 meist handschriftlich vorliegenden und teilweise unveröffentlichten Vegetationsaufnahmen (Abbildung 2), die im Institut für Geo-

botanik aufbewahrt werden. Sie wurden von Tüxen und seinen Mitarbeitern zwischen 1925 und 1979 angefertigt und stammen aus mehr als 20 überwiegend europäischen Staaten, wobei der Schwerpunkt der Aufnahmetätigkeit im Nordwesten Deutschlands lag.

Die Vegetationsaufnahmen werden seit dem Jahr 2000 digital erfasst und mittels eines Geographischen Informationssystems verortet (Abbildung 3).

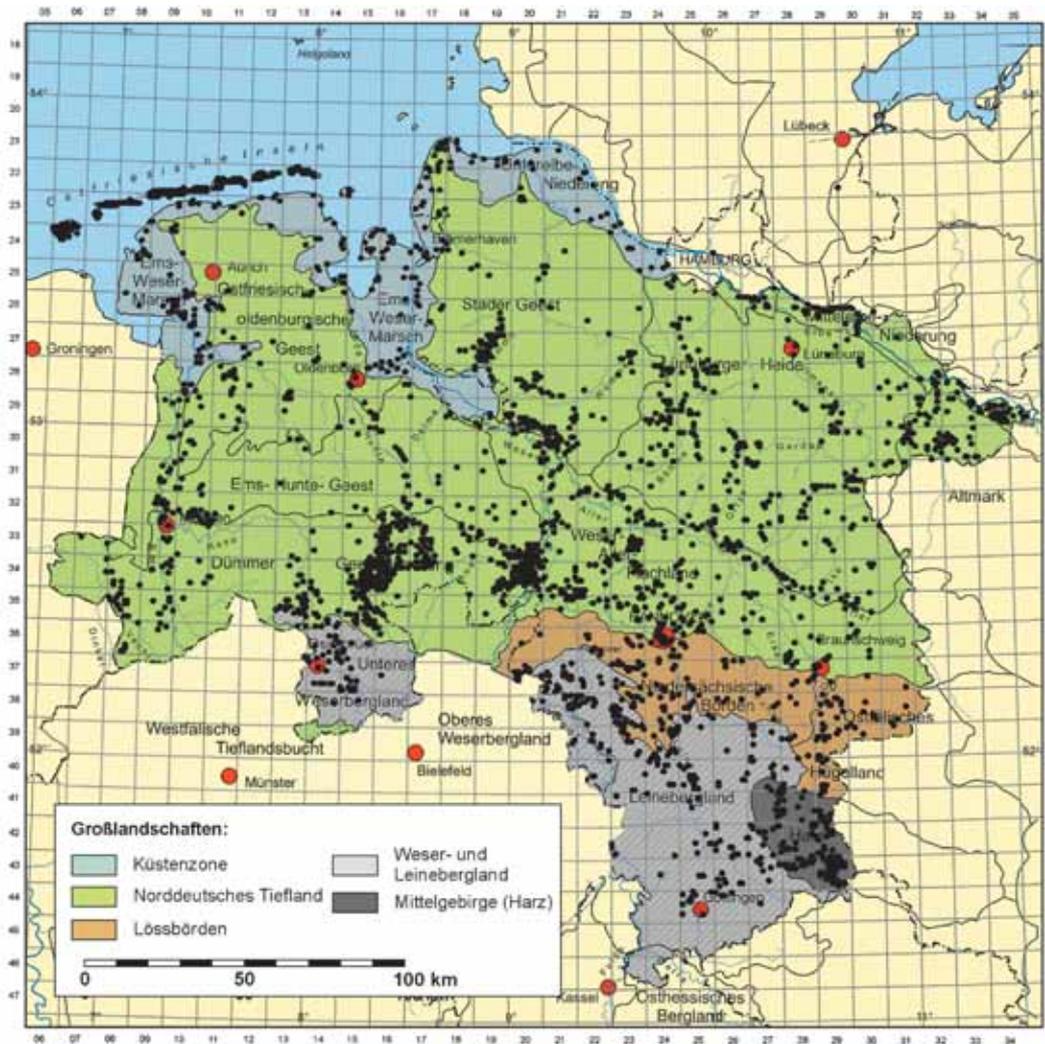
lagenforschung zu Fragen der Dynamik einer sich verändernden Natur.

Vergleichende Analysen und räumliche Auswertungen von Vegetationsaufnahmen liefern die Grundlage für Vegetationskartierungen.

Für die Nordseeinseln liegt umfangreiches vegetationskundliches Datenmaterial aus der Zeit Tüxens vor, das mit den aktuellen Gegebenheiten verglichen werden kann.

(vgl. Abbildung 4). Durch die Überlagerung früherer und aktueller Kartierungen konnten die Veränderungen insbesondere der Pflanzendecke quantitativ und qualitativ analysiert werden.

Eine solche raum-zeitliche Dynamik von Vegetationsveränderungen soll nachfolgend anhand eines Kartierungsprojektes im Gebiet des Sommerpolders der Insel Langeoog verdeutlicht werden.



■ ■ ■

Doch diese Entwicklungen dauern Jahre, manchmal Jahrzehnte, und sind schwierig darzustellen.

Mit Hilfe Geographischer Informationssysteme analysieren Geobotaniker der Universität Hannover solche Zusammenhänge und erlauben uns nicht nur einen Blick in die Vergangenheit, sondern auch in die Zukunft.

■

Abbildung 3
GIS-gestützte geographische Verortung von ca. 10000 niedersächsischen Vegetationsaufnahmen

Durch die Kopplung der Datenbank an das GIS eröffnen sich weitere Visualisierungsmöglichkeiten. Die in ihrem Zeithorizont außergewöhnliche Vegetationsdatenbank bietet somit eine Grundlage für weitere naturwissenschaftliche und landschaftsgeschichtliche Grund-

In einer Reihe von Projekten des Institutes für Geobotanik wurden unter Verwendung von Deutschen Grundkarten (DGK 5), Schwarz-Weiß- und Color-Infrarot-Luftbildern sowie digitalen Höhenmodellen hochauflösende Karten der aktuellen Vegetation der Ostfriesischen Inseln generiert

Abbildung 1 (ganz links)
Prof. Dr. Reinhold Tüxen

Abbildung 2 (links)
Originalaufnahme aus dem Tüxen-Archiv aus dem Jahre 1933: Aufnahme eines Grünlandes bei Ulsnis an der Schlei (Schleswig-Holstein)

Die Salzwiesenvegetation wird hier aufgrund ihres abnehmenden Anteils salzertragender Pflanzenarten in die Zonen Watt, Untere-, Mittlere- und Obere Salzwiese unterteilt. Diese Zonierung ergibt sich primär aus der Überflutungshäufigkeit und dem damit verbunden Salzgehalt des Bodens. Beide Parameter sind ihrerseits von der Höhe des Geländes über Mittel tidehochwasser abhängig.

Im Rahmen von Ersatzmaßnahmen für den Bau der Erdgaspipelines EUROPIPE I/II wird der Sommerpolder bis zum Jahr 2004 zurückgedeicht, um das Salzwiesengebiet erneut einer natürlichen Dynamik auszusetzen.

Die vorliegenden Kartierungen stellen somit für zukünftige Untersuchungen der Vegetation in Rückdeichungsgebieten der Nordseeküste und ihrer Inseln eine wichtige Grundlage dar.

Sie ermöglichen Prognosen über Entwicklungstendenzen der aktuellen Vegetation

wie bei vielen anderen immergrünen Pflanzen durch tiefe Wintertemperaturen limitiert (vgl. Abbildung 6). Aufgrund der zunehmenden Häufigkeit milder Winter in den vergangenen Jahrzehnten ist auch mit einer Verschiebung der Arealgrenze der Stechpalme zu rechnen.

Vorläufige Ergebnisse eines laufenden Projekts des Institutes für Geobotanik (BERGER & WALTHER 2003) zur Untersuchung der nördlichen beziehungsweise nordöstlichen Verbreitungsgrenze der Stechpalme zeigen neue Vorkommen außerhalb ihres früheren Verbreitungsgebietes (vgl. Abbildung 6).

Im weiteren Verlauf des Projektes werden die neuen Verbreitungsgrenzen der Stechpalme in Bezug zu aktualisierten Klimadaten gebracht, um so die Auswirkungen eines sich ändernden

Umweltfaktors, in diesem Beispiel die Klimaänderung, auf die Vegetation aufzuzeigen.

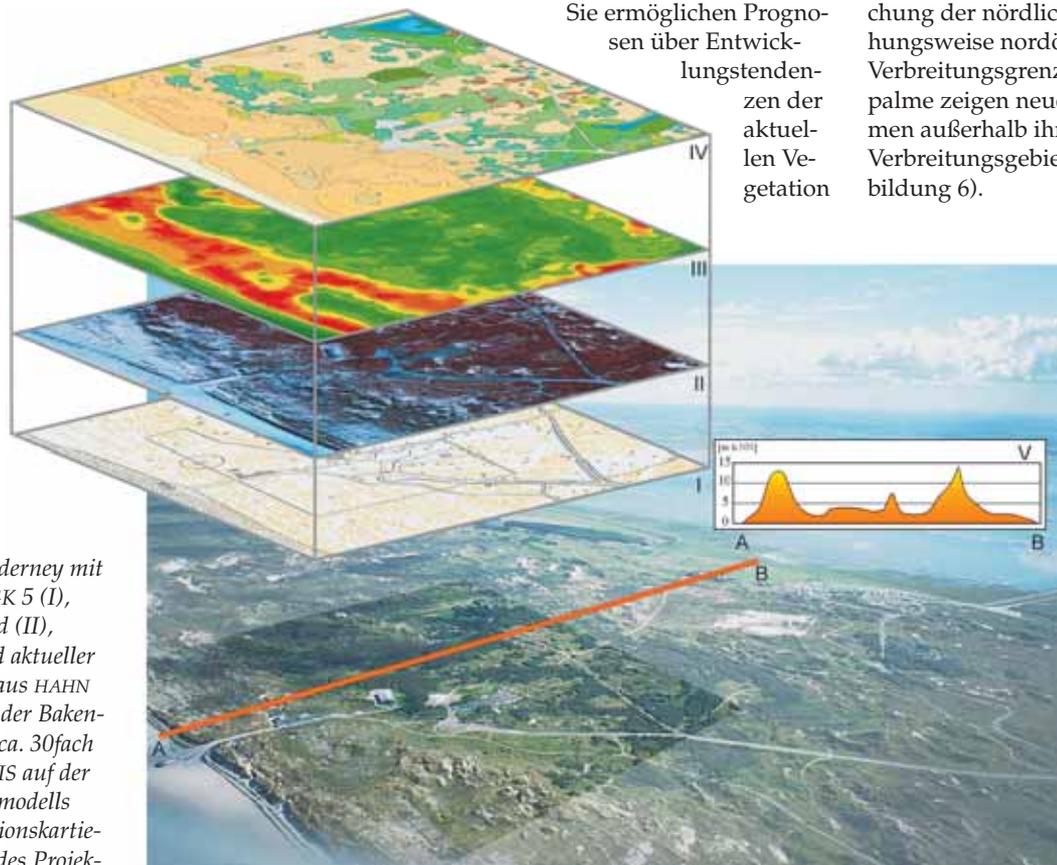


Abbildung 4
Luftbild der Insel Norderney mit Überlagerung von DGK 5 (I), Color-Infrarot-Luftbild (II), Höhenmodell (III) und aktueller Vegetationskarte (IV, aus HAHN 2001) für den Bereich der Bakenlegde. Das Profil (V), ca. 30fach überhöht, wurde im GIS auf der Grundlage des Höhenmodells generiert. Die Vegetationskartierung wurde im Zuge des Projektes »Umweltverträgliche Grundwasserbewirtschaftung in hydrogeologisch und ökologisch sensiblen Bereichen der Nordseeküste« (siehe PETERSEN ET AL. 2003) durchgeführt.

Seit dem Deichbau 1936 wird das Gebiet des Sommerpolders nicht mehr regelmäßig überflutet.

Dies hat zu einer nachhaltigen Veränderung der Vegetationszusammensetzung geführt: Während 1949 noch Pflanzengesellschaften der Mittleren Salzwiese das Bild bestimmten, dominieren heute überwiegend Elemente der Oberen Salzwiese. Vegetationseinheiten der Unteren Salzwiese sind kaum noch in der Fläche des Sommerpolders vertreten (Abbildung 5).

nach derartigen Renaturierungsmaßnahmen.

Auf überregionaler Ebene wird die Verbreitung vieler Pflanzenarten durch klimatische Faktoren bestimmt. Ändert sich das Klima, ist auch mit einer Verschiebung der Areale klimasensitiver Pflanzenarten zu rechnen.

Eine Beispielart dafür ist die Stechpalme (*Ilex aquifolium*), die als eine der wenigen Laubholzarten Mitteleuropas auch im Winter Blätter trägt. Die Verbreitung dieser Art ist

Die Vegetation kann ihrerseits aber auch Auswirkungen auf andere abiotische Standortparameter haben. So ist z.B. der Eintrag von Stickstoffverbindungen in das Grundwasser auch ganz wesentlich von der Art der Vegetationsbedeckung abhängig.

Besonders in Grundwasser-einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungsanlagen

Im Rahmen einer Studie für den Wasserverband Lingener Land wurde in Zusammenarbeit mit *Geoinformetric*, Hildesheim (Hydrogeologie) untersucht, welchen Einfluss die Förderung naturnaher Vegetation auf Grundwasserneubildungsflächen auf die hydrochemische Zusammensetzung des Grundwassers ausübt, und ob diese für eine nachhal-

zentration im Grundwasser an ausgewählten Messpunkten sowie Vergleichsdaten der Grundwasserqualität der letzten Jahre lieferten weitere gebietspezifische Informationen. Mit Hilfe eines stationär geeichten hydrogeologischen Grundwassermodells wurden die Grundwasserneubildungsflächen der Einzugsgebiete der Trinkwasserförderbrunnen er-

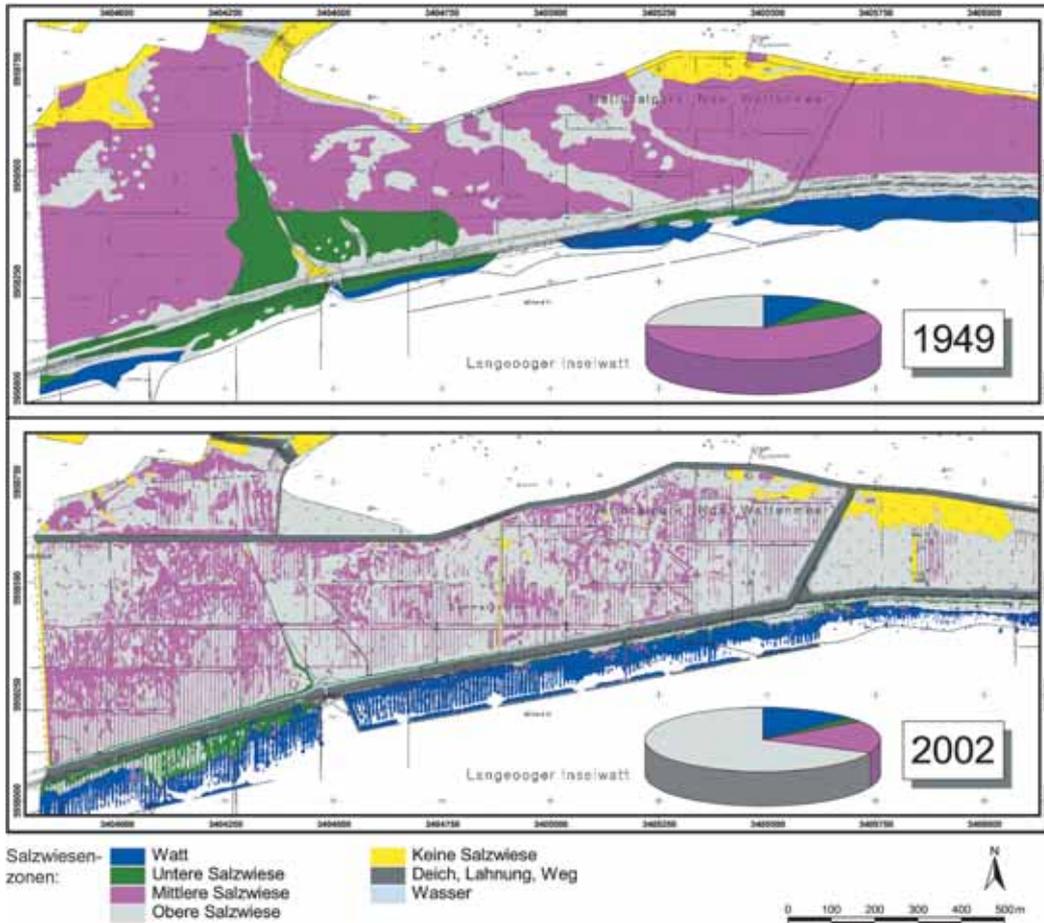


Abbildung 5
Gegenüberstellung von Salzwiesen-Kartierungen des Langeooger Sommerpolders der Jahre 1949 (TÜXEN, unpubl., vgl. PETERSEN 2001) und 2002 (STEFFENS 2003). Die Diagramme zeigen die relativen Flächenanteile der Salzwiesen-Zonen zu den verschiedenen Zeitpunkten.

sind hohe Konzentrationen von Stickstoffverbindungen im Grundwasser unerwünscht. Nach der EU-Trinkwasserverordnung liegt die höchstzulässige Nitratkonzentration bei 50 mg/l. Hohe Nitratkonzentrationen im Grundwasser resultieren unter anderem aus einer intensiven landwirtschaftlichen Nutzung.

Zur nachhaltigen Sicherung der Grundwasserqualität in Wassereinzugsgebieten müssen deshalb Maßnahmen zur Reduzierung des Stickstoffeintrages erfolgen.

tige und langfristige Sicherung der Grundwasserqualität für die Trinkwassergewinnung geeignet ist.

Als Datengrundlage für die Erstellung von themenbezogenen Karten mit Hilfe Geographischer Informationssysteme dienten Kartierungen der boden- und vegetationskundlichen Ausgangsbedingungen sowie der landwirtschaftlichen Nutzung. Eine Erhebung der Stickstoffbelastung im Sickerwasser mittels bodenkundlicher Tiefenprofile und die Ermittlung der Stickstoffkon-

zentration im Grundwasser an ausgewählten Messpunkten sowie Vergleichsdaten der Grundwasserqualität der letzten Jahre lieferten weitere gebietspezifische Informationen. Mit Hilfe eines stationär geeichten hydrogeologischen Grundwassermodells wurden die Grundwasserneubildungsflächen der Einzugsgebiete der Trinkwasserförderbrunnen er-



Dr. Gian-Reto Walther

Jahrgang 1970, ist wissenschaftlicher Assistent und Leiter der Arbeitsgruppe Ökologische Auswirkungen der Klimaänderung am Institut für Geobotanik.



Dr. Ansgar Hoppe

Jahrgang 1967, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter und Mitglied der Arbeitsgruppe Landschaftsforschung am Institut für Geobotanik.



Dipl.-Biol. Dirk Hahn

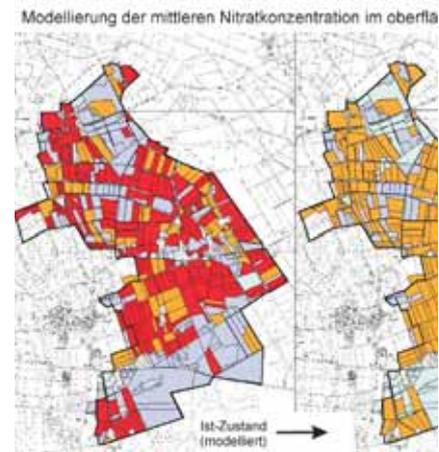
Jahrgang 1974, ist Doktorand und Mitglied der Arbeitsgruppe Vegetationsökologie von Küstenstandorten am Institut für Geobotanik.



Abbildung 6
 Natürliche Arealgrenze von *Ilex aquifolium* (grün) sowie Isolinie mit 345 Tagen pro Jahr mit $T_{max} > 0^{\circ}C$ (blaue Linie) nach WALTER & STRAKA (1970), ergänzt durch neue Fundorte (rote Punkte) für *Ilex aquifolium* aus dem Jahre 2003 (BERGER, unpubl. Daten).

Als Entwicklungsziel wurde die potenzielle natürliche Vegetation zugrunde gelegt. Die Ergebnisse des Szenarios zeigen, dass die Entwicklung

einer standorttypischen Vegetation die Grundwasserqualität bereits nach relativ kurzer Zeit positiv beeinflusst und dass mit einer Reduktion der



Nitratkonzentration im Grundwasser von über 100 mg/l auf unter 10 mg/l zu rechnen ist (Abbildung 7).

Einer jeden Fläche im Einzugsgebiet der Förderbrunnen wurde die aktuelle Nutzung, die modellierte Vegetations- und Nährstoffentwicklung sowie eine Priorität für Grundwasserschutzmaßnahmen zugeordnet.

Auf der Basis von Fließzeitberechnungen konnten somit Flächen mit sehr hoher Handlungspriorität eingegrenzt und vorrangige Zielflächen für Grundwasserschutzmaßnahmen herausgearbeitet werden.

Damit liegen Entscheidungshilfen für künftige Planungen der weiteren Nutzung von Agrarflächen im Grundwassereinzugsgebiet vor.



Dr. Bernd Hagemann

Jahrgang 1970, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter und Mitglied der Arbeitsgruppe Gewässerökologie am Institut für Geobotanik.



Dipl.-Biol. Mareike Steffens

Jahrgang 1976, ist Doktorandin und Mitglied der Arbeitsgruppe Paläoökologie am Institut für Geobotanik.



Silje Berger

Jahrgang 1978, ist Diplomandin und Mitglied der Arbeitsgruppe Ökologische Auswirkungen der Klimaänderung am Institut für Geobotanik.



Prof. Dr. Richard Pott

Jahrgang 1951, ist Direktor des Institutes für Geobotanik.

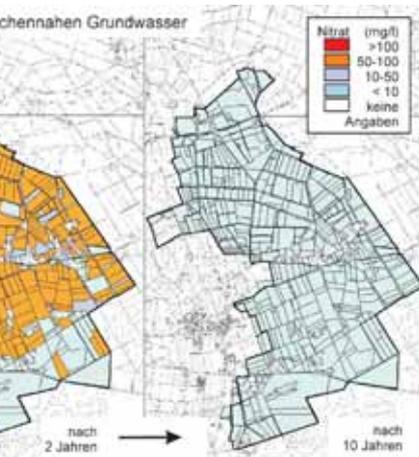


Abbildung 7
Szenario zur Entwicklung der mittleren Nitratkonzentration im Grundwasser. Ausgehend von einer Modellierung der aktuellen Situation wird der Zustand nach zwei und nach zehn Jahren dargestellt, unter Annahme einer standorttypischen, vom Menschen unbeeinflussten Vegetationsentwicklung.

Anhand der vorgestellten Projekte kann gezeigt werden, wie vielfältig geobotanische Fragestellungen in aktuellen ökologischen Forschungsfeldern Eingang finden.

Geographische Informationssysteme nehmen dabei dank des vielfältigen Analyse- und Visualisierungsinstrumentariums eine wichtige Rolle ein und erleichtern die Auswertung des umfangreichen geobotanischen Datenmaterials bezüglich räumlicher Änderungen sowie standortspezifischer Merkmale.

Zitierte Literatur

- BERGER, S. & G.-R. WALTHER (2003): *Ilex aquifolium* – a bioindicator for climate change? In: Stadler, J., Hensen I., Klotz, S. & Feldmann, H. (eds.) Biodiversity – from patterns to processes. *Verh. Ges. Ökol.* 33: 127.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1928): *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde.* – Biologische Studienbücher 7, Berlin: 330 S.
- HAHN, D. (2001): Die Dünen und Dünentäler im Einflussbereich der Grundwasserbewirtschaftung auf Norderney. – Diplomarbeit, Institut für Geobotanik, Universität Hannover.
- PETERSEN, J. (2001): Die Vegetation der Wattenmeer-Inseln im raum-zeitlichen Wandel – ein Beispiel für den Einsatz moderner vegetationsanalytischer Methoden. – *Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges.* 13: 139–155, Hannover.
- PETERSEN, J., R. POTT, H.-P. DAUCK & D. HAHN (2003): Vegetation und Grundwasser. – In: PETERSEN, J., R. POTT, P. JANIESCH & J. WOLFF: *Umweltverträgliche Grundwasserbewirtschaftung in hydrogeologisch und ökologisch sensiblen Bereichen der Nordseeküste.* – Husum: 33–125.
- POTT, R. (1995): *Die Pflanzengesellschaften Deutschlands.* – 2. Aufl., Ulmer, Stuttgart, 622 S.
- POTT, R. (Hrsg.) (2000): *Ökosystemanalyse des Naturschutzgebietes »Heiliges Meer« (Kreis Steinfurt).* – *Abh. Westf. Mus. Naturkde* 62, Beiheft: 397 S.
- POTT, R., B. HAGEMANN & M. HERRMANN (2002): Wie verändern sich Gewässer – Wechselwirkung von Grund- und Oberflächenwasser und ihre Folgen für Stillgewässer-Ökosysteme. – *Unimagazin* 3/4, 2002: 54–60.
- STEFFENS, M. (2003): *Vegetationskundliche und paläoökologische Untersuchungen im Sommerpolder auf Langeoog/Ostteil.* – Diplomarbeit, Institut für Geobotanik, Universität Hannover.
- WALTER, H. & H. STRAKA (1970): *Arealkunde.* – Ulmer, Stuttgart, 478 S.