Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde **70** (3/4): 49 - 61, 2008

Mögliche Auswirkungen eines anthropogenen Klimawandels auf Pflanzengesellschaften und -arten in Schleswig-Holstein

Klaus Dierssen, Aiko Huckauf & Michael Breuer, Kiel

Abstract. Against the background of global climate change scenarios, the potential impact on Schleswig-Holstein's biotopes, flora and vegetation as well as options for landscape development and nature conservation are discussed. For the area a warmer climate and more irregular precipitation are expected. The discussion is based on a floristic database of vascular plant distributions and indicator species of phytocoenoses.
Migration of plant species has been observed, but mostly of hemerophilous or neophytic species along traffic routes, not yet of rare species into cooler oceanic or Nordic areas. Change in land use, not climate change, remains the driving force of floristic changes. Rare plants in Schleswig-Holstein are typical of nutrient-poor habitats, are usually photophytic and express CSR or S strategy with poor dispersal potential. Former agricultural areas are too rich in nutrients and consequently not suitable for most of these species. Actual Hotspots of diversity will thus remain in existing nature reserves. In Schleswig-Holstein, hot spots of plant species richness and rare species are concentrated in few, usually meso- to oligohemerobic vegetation types within the classes *Molinio-Arrhenatheretea*, *Festuco-Brometea*, *Koelerio-Corynephoretea*, *Querco-Fagetea* and *Scheuchzerio-Caricetea*. However, a high α-diversity and occurrence of rare species are not always correlated. Considering climate change and CO_2-reduction, it seems advisable to afforest abandoned former agricultural sites, never to cultivate peaty soils, and to continue the maintenance of nature reserves by biomass removal.

1 Einführung

Schleswig-Holstein ist wie die übrigen Bundesländer Deutschlands eine anthropogene Kulturlandschaft. Als ein wesentliches naturschutzpolitisches Ziel gilt es, den aktuellen Bestand an Arten und Lebensräumen nachhaltig zu sichern. International ist diese regionale Aufgabe in die Umsetzung der Biodiversitätskonvention eingebunden. Sowohl die Intensivierung der Landnutzung als auch überregionale Veränderungen der Umweltbedingungen wie etwa globale Klimaveränderungen wirken dem entgegen.

Biodiversität umfasst die Summe der Arten, Ökosysteme und der intraspezifischen genetischen Vielfalt innerhalb von Populationen in Bezugsräumen unterschiedlicher Größe. Wissenschaftlich abgesicherte konkrete Aussagen zur Artendichte an Standorten, in Regionen und global sind auf der Basis seriöser Abschätzungen aufgrund der mangelnden Informationen über die Dichte und Veränderung der Schutzgüter weder derzeit möglich noch künftig zu erwarten.

Menschliche Eingriffe haben Landschaften verändert, artenreiche ‚Hotspots' oder ‚Reliktstandorte' voneinander isoliert und die Einwanderung von Neobiota aus ihren biogeographischen Ursprungsgebieten möglich gemacht (EARN et al. 2000). Zugleich haben

Landnutzungen unterschiedlicher Intensität und Immissionen verschiedenartiger Stoffgruppen Ökosysteme in einer Tragweite verändert, an die zahlreiche Organismengruppen evolutiv nicht oder unzureichend angepasst sind (u. a. MOONEY & HOBBS 2000). Die negativen Effekte von Nutzungsintensivierungen, Habitatfragmentierungen und globalen Klimaveränderungen auf die Artenvielfalt dürften sich gegenseitig verstärken. Vor diesem Hintergrund ist es weder möglich noch sinnvoll, die Veränderungen in und von Ökosystemen auf ‚eine entscheidende' Ursache zu reduzieren.

Im Folgenden soll erörtert werden,

1) in welchem Umfang sich zu erwartende globale Klimaänderungen regional in Schleswig-Holstein auf Flora, Vegetation und ihre Lebensräume auswirken dürften,
2) ob und in welchem Umfang dadurch Ziele des Naturschutzes tangiert werden sowie
3) welche Strategien daraus aus naturwissenschaftlicher Sicht abgeleitet werden sollten.

2 Globaler Klimawandel und Klimamodelle

Unter Klimaforschern besteht weitgehend Konsens über einen globalen Klimawandel als Folge der seit etwa 1850 deutlich ansteigenden Konzentration von CO_2 gegenüber den seit Jahrtausenden weitgehend stabilen Werten um 280 ppm auf inzwischen 380 ppm. Dies gilt auch für die Annahme einer im wesentlichen anthropogenen Ursache dieses Anstiegs infolge der zunehmenden Nutzung fossiler Brennstoffe, des Abholzens von Wäldern, des Torfabbaus sowie der Entwässerung von Moorstandorten als organogenen Kohlenstoffsenken.

CO_2 ist klimawirksam, weil es den Strahlungshaushalt der Erde und damit die oberflächennahen Temperaturen verändert. Der Anstieg der atmosphärischen CO_2-Konzentration wird daher für die im 20. Jahrhundert beobachtete Erwärmung der unteren Atmosphärenschichten – global um etwa 0,74 °C, in Deutschland um etwa 1 °C – verantwortlich gemacht. Elf der vergangenen zwölf Jahre (1995 bis 2006) zählen zu den zwölf wärmsten Jahren in der Geschichte weltweiter Durchschnittstemperaturerfassung (IPCC 2007b). Bei Annahme plausibler Szenarien für die künftigen Emissionen unter Berücksichtigung verbleibender Unsicherheiten in der Berechenbarkeit des Klimasystems rechnet das IPCC (2007a) in seinem jüngsten Bericht mit einem globalen Temperaturanstieg von 1,8 bis 4,0 °C bis zum Jahr 2100.

Die mittlere globale Temperatur ist lediglich eine berechnete Größe. Global variiert das Klima entsprechend einem Temperaturgradienten mit fallenden Lufttemperaturen vom Äquator zu den Polen, einem Ozeanitätsgefälle von ‚ozeanischen' Regionen mit einem vergleichsweise ausgeglichenen Verlauf der mittleren Monatstemperaturen innerhalb eines Jahres zu ‚kontinentalen' mit stärker ausgeprägten Unterschieden in den Monatsmitteltemperaturen zwischen Sommer und Winter sowie einem Höhenstufengefälle mit abfallenden Jahresmitteltemperaturen von den Tieflagen der ‚planaren' bis zu der ‚alpinen' beziehungsweise ‚nivalen' Stufe von Gebirgen.

Regional kann der prognostizierte Klimawandel stark schwanken. Dies hängt ab von komplexen und schwer berechenbaren Prozessen der atmosphärischen und ozeanischen Zirkulationen. So können sich beispielsweise die Zugbahnen von Tiefdruckgebieten wandeln und damit zu beträchtlich veränderten Temperaturen und Niederschlägen führen. Regionale Aussagen sind folglich mit größeren Unsicherheiten belastet als globale, Szenarien über Niederschläge und deren jahreszeitliche Verteilung unsicherer als solche über Temperaturen, zumal die auslösenden Veränderungen keineswegs linear verlaufen müssen.

Reale und potenzielle Signale des Klimawandels sind unter anderem ein globaler Gletscherschwund, der Rückgang des arktischen Meereseises, das Tauen des Permafrostes vorwiegend in der arktischen Zone, ein Tauen der Eisschilde in der Antarktis und in Grönland, ein globaler Anstieg des Meeresspiegels (u. a. CAZENAVE & NEREM 2004) sowie potenzielle Veränderungen der Meeresströmungen und Wetterextreme. Aktuelle Schätzungen des globalen Meeresspiegelanstiegs bis zum Jahr 2300 bei einer globalen Erwärmung von 3 °C bewegen sich zwischen 2,7 und 5,1 m (RAHMSTORF & SCHELLNHUBER 2007). Das Risiko der Änderung von Meeresströmungen und deren Auswirkungen (z. B. BRYDEN et al. 2005, ZICKFELD et al. 2007) lässt sich derzeit nicht eindeutig abschätzen. Für extreme Wetterlagen wie eine Zunahme extremer Niederschlagsereignisse in mittleren Breiten (u. a. Oderflut 1997, Elbeflut 2002) oder Hitzewellen (Sommer 2003) lassen sich keine eindeutig monokausalen Ursachen ausmachen. Vermutet wird jedoch, dass sich die Wahrscheinlichkeit derartiger Extremereignisse durch die globale anthropogene Erwärmung vergrößern könnte (BECKER & GRÜNWALD 2003, STOTT et al. 2004).

3 Szenarien zur Veränderung von Arealen bei Arten und Vegetationstypen

Die ersten Hinweise auf anthropogene Klimaveränderungen und entsprechende Modelle bauen auf dem physikalisch unumstrittenen Treibhauseffekt auf; die ersten daraus entwickelten globalen Zirkulationsmodelle (GMC) zeigten eine sukzessive höhere Auflösung einschließlich einer stärkeren Abbildung regionaler Effekte. Die Biosphäre blieb bislang unzureichend integriert und spielt auch in moderneren Modellen vielfach noch eine untergeordnete Rolle (RAHMSTORF & SCHELLNHUBER 2007). Alle Entwicklungsszenarien verfolgen prinzipiell den Ansatz, das Verhaltensmuster von Artengruppen zu identifizieren. In diesem Zusammenhang ist es aufschlussreich, das Wanderungsmuster von Pflanzenarten zu analysieren. Erdgeschichtlich haben klimatische Veränderungen in der Vergangenheit Ökosysteme tief greifend verändert und dadurch beträchtliche Aussterberaten bei Arten und Populationen zur Folge gehabt oder Wanderbewegungen ausgelöst. Aus der postglazialen Erwärmung abgeleitete Wanderungen von Arten lehren jedoch, dass die interglazialen und nacheiszeitlichen Wanderungen von Pflanzen keine eindeutigen Muster erkennen lassen: häufig decken sich die Artenzusammensetzungen in ‚Wanderphasen' nicht mit solchen ‚metastabiler' Klimax-Gesellschaften (u. a. OVERPECK et al. 1991).

Lokal, regional oder weltweit ausgestorben sind vor allem kleine Populationen wenig

anpassungsfähiger, konkurrenzschwacher und standörtlich wie regional eng eingenischter Arten. Wanderbewegungen werden demgegenüber eher von konkurrenzstarken und ausbreitungsfreudigen, tendenziell eher ubiquitären Arten vollzogen. Die in jüngerer Zeit oft belegte Verschiebung der maximalen Höhenausbreitung von Arten ist dabei nicht allein als Folge rezenter Klimaerwärmung zu sehen, sondern zugleich auch Indiz einer nicht abgeschlossenen Rückwanderung und Wiederbesiedlung hochgelegener Standorte nach der ‚Kleinen Eiszeit' (u. a. KAMMER et al. 2007). Auf solche Höhengradienten reagieren Tier- und Pflanzenarten und die von ihnen aufgebauten Gilden und Lebensgemeinschaften indirekt. Legt man mittlere Distanzen zugrunde, so ist der Höhenstufengradient besonders deutlich. Ein Höhenstufenunterschied von etwa 1000 m in der gemäßigten (temperaten) Zone wirkt sich klimatisch (Länge der Vegetationsperiode, Vegetationszusammensetzung) ähnlich aus wie ein horizontaler Temperaturgradient auf einer Distanz von etwa 15 Breitengraden, entsprechend 1650 km (KÖRNER 2002).

Bei weitgehend übereinstimmenden regionalen Lufttemperaturen kann das vegetationswirksame Mikroklima je nach Exposition und Inklination in der temperaten Region kleinräumig um 50 °C und mehr schwanken, wie in einschlägigen Lehrbüchern hervorgehoben wird (u. a. STOUTJESDIJK in SITTE et al. 2002). Im jahreszeitlichen Verlauf äußert sich dies deutlich im Wasser-, Temperatur- und Strahlungshaushalt und wirkt sich damit auf Vegetation und Fauna aus. Darüber hinaus wirken in biologischen Systemen Meso- und Mikroklimaunterschiede auf unterschiedliche Organismengruppen verschieden. So kann eine Temperaturerhöhung, aber auch eine Veränderung der Bestandesstruktur beispielsweise das Diapause- und Fraßverhalten von Tieren wie etwa Schnecken beträchtlich verschieben und auf diese Weise in Pflanzenbeständen Konkurrenzverhältnisse und Artenzusammensetzung nachhaltig verändern – bis zur vollständigen Auslöschung empfindlicher ‚Wirtsarten' (u. a. GAUSLAA 2004, SILLIMAN et al. 2005, FRÖBERG et al. 2006, GAUSLAA et al. 2006). Solche biotischen Interaktionen lassen sich in ihrer Komplexität schwer vorhersehen und entziehen sich somit einer einfachen Risikoanalyse oder Modellierung.

Die Daten des normierten, meteorologischen Netzes lassen sich also aus den genannten Gründen nur mit Vorsicht auf vegetationswirksame Mikroklima-Gradienten übertragen. Generell wird die Abschätzung potenzieller regionaler Entwicklungen dadurch erschwert, dass unter Naturwissenschaftlern zwar Konsens über das Faktum der globalen CO_2-Zunahme besteht, eine Modellierung der diversen Rückkopplungsmechanismen auf regionaler Ebene aber derzeit noch mit erheblichen Unsicherheiten behaftet ist.

Nicht minder komplex sind die biotischen Systeme. Sie interagieren in Kulturlandschaften stark mit der ökonomischen Entwicklung als treibender Kraft auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen (EEA 1999, BARKMAN et al. 2008).

Die Schnittstelle zwischen regionaler Klimaentwicklung und den Rückkopplungen mit Flora und Vegetation lässt sich deswegen schwer definieren, weil 1) die Reaktionen von Einzelpflanzen, Populationen und Vegetationstypen in Wechselbeziehung stehen mit den Mikroklimagradienten, die sich nicht direkt aus den Zeitreihenanalysen meteorologischer Stationen erschließen lassen, und weil 2) eine höhere atmosphärische CO_2-Konzentration neben der vermuteten Klimawirksamkeit zugleich auch direkten Einfluss auf die Photosyntheseleistung und damit das unterschiedliche Wachstum von Arten inner-

halb von Pflanzengemeinschaften hat – bei sich potenziell neu einstellenden Gleichgewichten, für die es noch keine Erfahrungswerte gibt.

4 Mögliche Veränderungen der Biodiversität

Weltweit werden derzeit beträchtliche Risiken für aus klimatischen Gründen besonders sensible Lebensräume und Ökosysteme diskutiert: Korallenriffe, tropische Hochlandwälder, Trockenlandschaften Südafrikas, Ökosysteme alpiner Lagen sowie arktische Lebensräume (u. a. HARE 2005). Für weitergehende Analysen ist ein Monitoring auf Artebene unerlässlich. Im Detail sind jedoch die Toleranzen der betroffenen Arten in diesen und weiteren Lebensräumen für eine differenzierte Risikoanalyse häufig unzulänglich bekannt und auch künftig kaum befriedigend zu prognostizieren. Aus Einzelbeobachtungen lassen sich bei Systemen, die durch viele Faktorenkomplexe gesteuert werden, kaum generalisierende Schlüsse ableiten. Metaanalysen aus größeren Räumen stehen bislang weitgehend aus (ROOT et al. 2003).

In stark agrarisch genutzten Landschaften ist die allgemeine Eutrophierung weiterhin der wesentliche Faktor für den Rückgang gefährdeter und seltener, oft oligotraphenter und konkurrenzschwacher Arten. Diese bleiben vielfach in kleinen Populationen auf ebenfalls kleine Reservate beschränkt und und zeigen meist eine geringe Ausbreitungsfähigkeit – bei den allgemein ‚sessilen' Pflanzenarten noch ausgeprägter als bei wanderfähigeren Tiergruppen. Demgegenüber werden ohnehin häufige und ausbreitungsfähige Arten nährstoffreicher, standörtlich wenig extremer und vom Menschen stark veränderter Standorte gefördert. Vor diesem Hintergrund ist der sich abzeichnende, anthropogen ausgelöste Klimawandel nur eine – wiewohl wichtige – zusätzliche Belastung für gefährdete Sippen, ihre Populationen und ihre Lebensräume.

5 Regionale Befunde und Empfehlungen

5.1 Allgemeine Anmerkungen

Die makroklimatische Temperatur-Entwicklung in Schleswig-Holstein seit 1951 (Abb. 1) zeigt ab 1989 einen deutlichen Anstieg der mittleren jährlichen Lufttemperatur um über 1 °C (Abb. 2). Die bisher vorliegenden klimatologischen Szenarien sprechen dafür, dass es in Schleswig-Holstein auch künftig wärmere Vegetationsperioden mit einer ungleichmäßigeren Niederschlagsverteilung geben dürfte. Demzufolge wird der hydrologische Gradient vor allem in reliefreicheren Gebieten wie dem Östlichen Hügelland größer werden, und auch die Strukturdiversität als eine wesentliche Voraussetzung für eine höhere Artenvielfalt dürfte ansteigen.

Eine umfassende Analyse der potenziellen Folgen einer globalen Erwärmung bezüglich der künftigen Entwicklung von Flora und Vegetation in Schleswig-Holstein unter Berücksichtigung der aktuellen Landnutzung und ihrer Intensität sprengt den Rahmen der vorliegenden Arbeit bei weitem. Daher werden im Folgenden die möglichen Auswirkungen lediglich skizziert und hieraus Empfehlungen für eine Landnutzungs- und Naturschutzplanung abgeleitet.

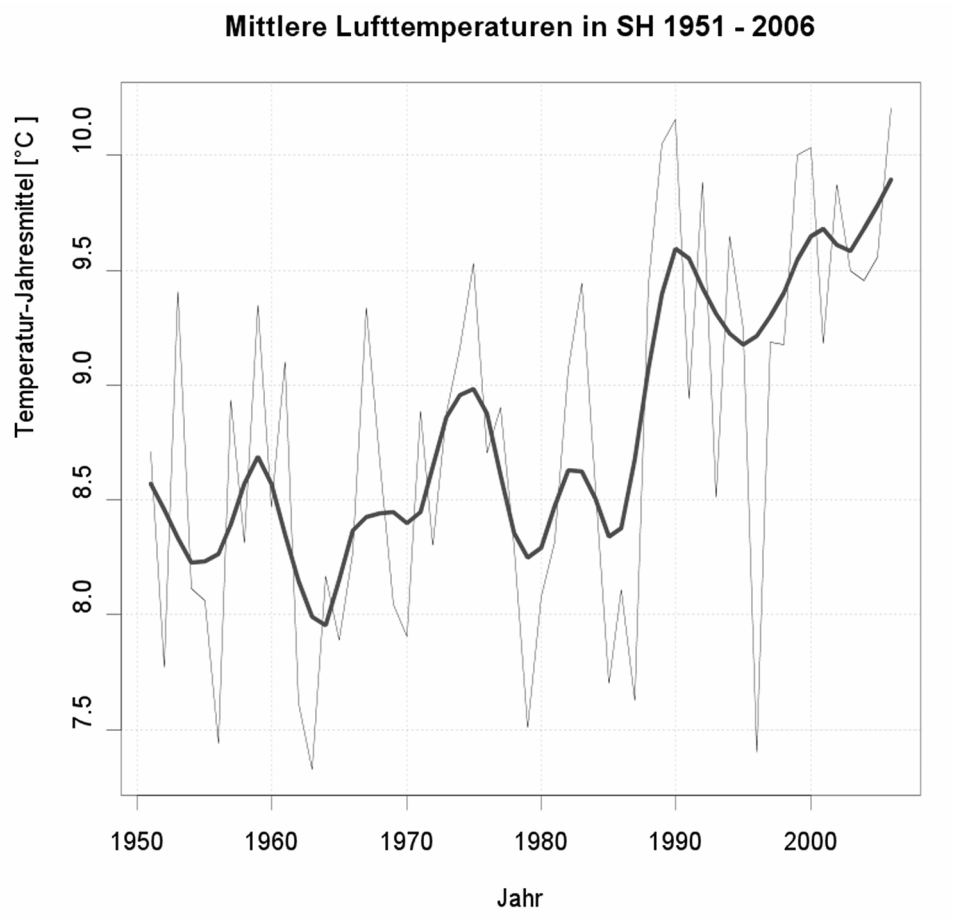

Abb. 1: Temperaturentwicklung in Schleswig-Holstein seit 1951. dünn = Jahresmittelwerte, fett = Lowess-Glättung (Datenquelle: DWD 2007).

Fig. 1: Annual mean air temperatures in Schleswig-Holstein between 1951 and 2006. Thin line = Annual mean temperatures, thick line = Lowess smoothing (Source: DWD 2007).

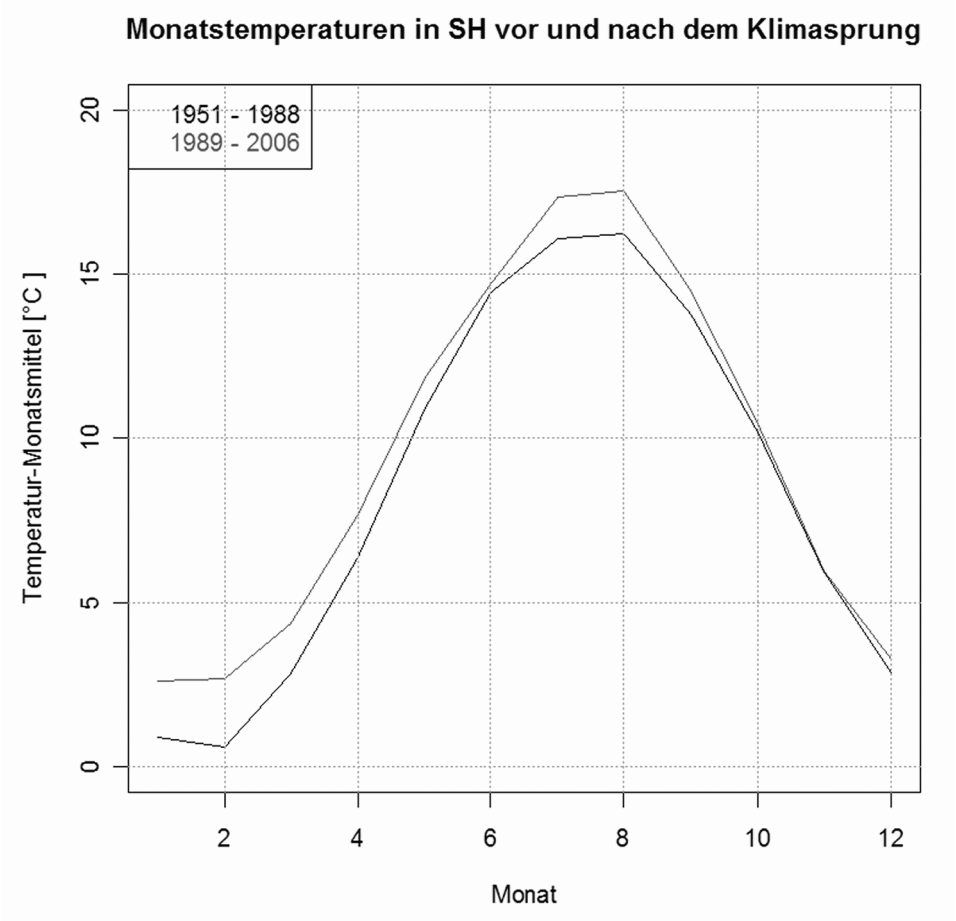

Abb. 2: Monatsmittel der Lufttemperaturen in Schleswig-Holstein vor 1988 (dunklere Kurve) und nach dem Abb. 1 zu entnehmenden Temperatursprung (hellere Kurve). Die Differenzen sind in den ersten vier Monaten und in den Sommermonaten Juli und August am größten (>1 °C).

Fig. 2: Monthly mean air temperatures in Schleswig-Holstein before 1988 (darker curve) and after the temperature jump illustrated in Fig. 1 (lighter curve). The differences are most pronounced within the first four months of the year and in the summer months July and August (>1 °C).

Die biologischen Befunde fußen auf älteren und laufenden Kartierungen der Flora und Vegetation Schleswig-Holsteins unter Berücksichtigung der überregionalen Verbreitung ausgewählter Schlüsselarten (mit Arealgrenzen in oder in der Nähe von Schleswig-Holstein) und der Einschätzung der Verbreitung und potenziellen Veränderung von Vegetationstypen. Flächenbilanzen beispielsweise zum Rückgang ausgewählter Vegetationstypen ließen sich bei der vorliegenden Datenlage nicht erstellen. Auf der Ebene pflanzensoziologischer Klassen wurden jedoch erste grobe Einschätzungen über Veränderungen bei sich wandelnden klimatischen und vor allem nutzungsbedingten Randbedingungen gegeben.

Die Bedeutung einer primär klimainduzierten Veränderung von Flora und Vegetation im Bearbeitungsgebiet wird von den Bearbeitern auf der Basis der aktuell vorliegenden floristischen und vegetationskundlichen Daten gegenüber anderen treibenden Kräften in der Landschaftsentwicklung wie etwa einer weiterhin merklich steigenden Eutrophierung derzeit als nachrangig eingeschätzt. Für das Verhalten von Arten und Vegetationstypen wurden hierbei so weitgehend wie möglich regionale Ökosystemanalysen und Kartierungen aus unterschiedlichen Zeitabschnitten zugrunde gelegt.

Die Arbeit mit Vegetationstypen wurde einer Betrachtung von Lebensraumtypen (Biotoptypen) vorgezogen, weil sie beispielsweise für ein Monitoring von Dauerflächen über konkrete Veränderungen von Pflanzenbeständen eindeutigere Aussagen für Veränderungen zulässt und weil das regionale ‚Auflösungsvermögen' der Datensätze sich anhand der Vergleiche so genannter Vegetationsaufnahmen dem jeweiligen Bearbeitungsziel entsprechend verfeinern lässt.

Regionale Verbreitungsmuster und -grenzen von Arten können unabhängig von aktuellen Klimagradienten auch historische und vor allem nutzungsgeschichtliche Ursachen haben. Vor diesem Hintergrund dürfte das gegenwärtige vegetationswirksame Makroklima-Gefälle in Schleswig-Holstein von Süden nach Norden zu vernachlässigen sein. Lokal macht sich in Ballungsgebieten wie Hamburg ein Mesoklimagefälle vom Stadtkern zu den peripheren Räumen bemerkbar. Das regionale W-O-Gefälle (subozeanisches versus subkontinentales Klima in Schleswig-Holstein) wurde in der Vergangenheit vielfach unter floristisch-vegetationsgeographischem Aspekt akzentuiert (u. a. PIONTKOWSKI 1970). Es spiegelt sich jedoch nur vergleichsweise schwach im Verbreitungsmuster ausgewählter Pflanzen- und Tierarten. Nach Auffassung der Bearbeiter deckt sich dieser Gradient in den meisten Fällen überzeugender mit den edaphischen Unterschieden bezüglich der Florenzusammensetzung zwischen Marsch, Altmoräne, Sandergeest und Östlichem Hügelland.

5.2 Hinweise auf Arealverschiebungen ausgewählter Arten als mögliche Folge klimatischer sowie nutzungsbedingter Veränderungen

Die floristischen Unterschiede in einzelnen Naturräumen sind in erster Linie ein Ausdruck unterschiedlicher standörtlicher Bedingungen wie Bodenentwicklung, Hydrologie, aber auch der Geschichte der Landnutzung. Dies spiegelt sich unter anderem im Indikatorwert der Arten für wesentliche Standort- und Bodenfaktoren.

Die treibenden Kräfte für Verschiebungen in der floristischen Zusammensetzung der Kartierungsflächen in intensiv bewirtschafteten Kulturlandschaften sind Nutzungsveränderungen – sei es in Form von Nutzungsintensivierung oder in Form einer Nutzungsaufgabe.

Die Verbreitungsgebiete häufigerer Arten werden durch die standörtlichen Unterschiede in der Region im allgemeinen besser abgebildet als durch die eher schwach entwickelten mesoklimatischen Gradienten innerhalb Schleswig-Holsteins.

Seltenheit bei Gefäßpflanzen ist mit den folgenden Eigenschaften korreliert: Licht-

bedürftigkeit, kein zusätzlicher Wachstumsschub bei Düngung (bei Eutrophierungen tendenziell unterdrückt), vielfach standörtlich eng eingenischt (CSR- und S-Strategen nach GRIME 2001) und mit geringem Ausbreitungspotenzial. Auf diese Weise charakterisierte Arten sind in Roten Listen anteilig überrepräsentiert. Mit wachsender Flächengröße steigt erwartungsgemäß der Anteil seltenerer Arten. Kleinere Populationen zeichnen sich durch eine geringere Fitness aus; dies äußert sich unter anderem auch in einem abgeschwächten Ausbreitungspotenzial. Konkurrenzkräftige Arten eutropher Standorte mit starker Steigerung der Wuchsleistung bei wachsendem Nährstoffangebot haben dagegen vielfach ein hohes Ausbreitungspotenzial und sind in Roten Listen eher unterrepräsentiert (u. a. DIERSSEN 2006).

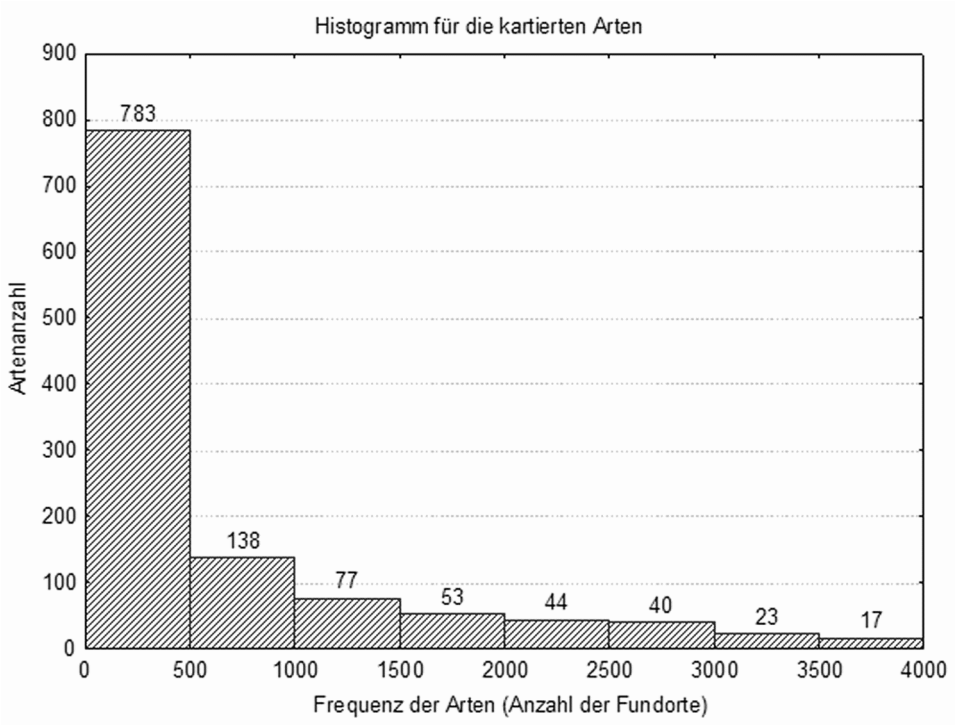

Abb. 3: Einem kleinen Anteil in ganz Schleswig-Holstein verbreiteter Gefäßpflanzen steht ein hoher Anteil seltenerer Arten gegenüber. Datenbasis: 1175 Sippen (Breuer, ined.). Nicht erfasst, weil im Atlas von RAABE (1987) nicht in Verbreitungskarten ausgewiesen, sind etwa 120 allgemein verbreitete, euryöke Arten.

Fig. 3: A small share of common vascular plants that are widespread throughout Schleswig-Holstein is contrasted with a large share of rare species. Data base: 1175 groups (Breuer, ined.). Not included are appr. 120 widespread, euryoecious species for which there are no distribution maps in the atlas compiled by RAABE (1987).

Wanderbewegungen von Pflanzenarten sind an zahlreichen Einzelbeobachtungen plausibel belegt. Wanderungen von seltenen Arten in kühlere westliche oder nördliche Gebiete sind jedoch eher unwahrscheinlich im Vergleich zur Ausbreitung hemerophiler und neophytischer Arten etwa entlang von Verkehrswegen. Damit sind und bleiben die aktuellen ‚Hotspots' der Artenvielfalt und der seltenen Arten trotz mancher Einschrän-

kungen und zum Teil aufwendiger Pflegemaßnahmen weiterhin die oftmals kleinen und alten Naturschutzgebiete als ‚Relikte' einer Landnutzung auf niedrigerem trophischen Niveau. Folglich ist es sinnvoll, sich weiterhin und verstärkt auf eine angemessene Bewirtschaftung und ein sorgfältiges Erfolgsmonitoring solcher Gebiete zu konzentrieren.

Im Vergleich zu oligo- und mesohemeroben Standorten zeigen bisherige Untersuchungen an Ausgleichsflächen (Abschnitt III LNatschG) deutlich, dass aus der landwirtschaftlichen Nutzung entlassene Flächen im allgemeinen eine so hohe Nährstoffverfügbarkeit haben, dass konkurrenzschwache Arten (CSR-Strategen nach GRIME, op. cit.) an solchen Standorten auch längerfristig kaum ein Entwicklungspotenzial haben. Selbst landwirtschaftliche Grenzertragsstandorte sind aufgrund ihrer hohen Belastung mit Nährstoffen weitgehend ungeeignet für einen nachhaltigen Artenschutz. Somit bleibt die vorherrschende Landnutzung (oder Nutzungsauflassung/Brache) und deren Intensität und Dauer weiterhin der entscheidende Faktor für den Rückgang gefährdeter Arten. Besonders für kleine Populationen seltenerer Arten könnte sich außerdem die Zunahme sommerlichen Trockenstresses in wachsendem Maße als zusätzlicher Risikofaktor erweisen.

5.3 Anmerkungen zur Veränderung von Vegetations- und Biotoptypen als Folge eines Nutzungs- und Klimawandels

Der botanische Artenreichtum sowie die Zentren seltener Arten konzentrieren sich auf vergleichsweise wenige Vegetationstypen – fast durchweg solche oligo- und mesotropher Standorte, die für eher schwach oder kaum vom Menschen beeinflusste Systeme kennzeichnend sind: oligo- und mesohemerobe Vegetationstypen der Klassen *Molinio-Arrhenatheretea, Festuco-Brometea* und *Koelerio-Corynephoretea* sowie *Querco-Fagetea* und *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*. Eine Reihe seltener Arten einschließlich solcher, für die Schleswig-Holstein eine besondere Verantwortung trägt (MIERWALD & ROMAHN 2006), sind dabei nicht durchweg an Vegetationstypen mit hohen potenziellen Artenzahlen gebunden. Einige weit und großflächig verbreitete Vegetationstypen (*Polygono-Poetea annuae*, *Artemisietea vulgaris*, *Agropyretea repentis*, *Epilobietea angustifolii*) sind demgegenüber für den Arten- und Lebensgemeinschaftsschutz von eher nachrangiger Bedeutung. Schließlich enthalten einige Klassen zwar eine Reihe potenziell gefährdeter Arten, aber nur in einem Teil der betroffenen Vegetationstypen oder nur in einzelnen Beständen; ihre ‚Qualität' bezüglich seltener und gefährdeter Arten ist somit unterschiedlich, etwa in den Klassen *Stellarietea mediae*, *Molinio-Arrhenatheretea* oder *Querco-Fagetea*. In solchen Fällen ist deswegen eine zugleich einheitliche wie einfache Bewertungsmatrix nach dem Schema „in Bezug auf einen Klimawandel bedroht, nicht bedroht oder indifferent" weder bei Arten noch Vegetationstypen sinnvoll. Zu groß sind bei den nach dem LNatschG unterschiedenen Schutzobjekten (z. B. Brüchern, Staudenfluren, Gewässerschutzstreifen) die Qualitätssprünge auf der Objektebene. In solchen Fällen sind detaillierte regionale Vergleiche und eine entsprechende Auswahl der jeweils hochwertigsten Flächen erforderlich. Vielmehr sollten stufenweise differenziertere Konzepte entwickelt werden, die beispielsweise regionale qualitative Merkmale wie den Grad des menschlichen Einflusses (‚Hemerobie'-Stufen), den Anteil gefährdeter Arten und das Restitutionspotenzial eines Standortes in eine nachvollziehbare qualitative Beurteilung einbeziehen. Die Aussagen zu den voraussicht-

lichen Auswirkungen eines Klimawandels konzentrieren sich in diesem Zusammenhang stark auf die potenziellen Veränderungen des zukünftigen Wasserhaushaltes eines Lebensraumes. Umweltschutz (Ressourcenschutz) und Lebensgemeinschaftsschutz sind dabei eng verzahnt. Beispielhaft sei dies an Moorstandorten erörtert. Diese durch das klimawandelbedingte Absinken der Wasserstände akut gefährdeten Lebensräume sind unter fachlichem Aspekt in mehrfacher Hinsicht von erheblichem Wert:

Arten- und Biotopschutz
Die Biozönosen von Mooren, vor allem von basenreichen Niedermooren, zeichnen sich aus durch einen hohen Artenreichtum mit beträchtlichen Anteilen standortspezifischer, konkurrenzschwacher, seltener Sippen mit teilweise stark isolierten Vorkommen. Von der Warte des Arten- und Biotopschutzes sind diese Systeme daher besonders schutzwürdig.

Ökosystemfunktionen
Durch Stoffbindung im Torfsubstrat haben Moore puffernde und filternde Wirkung, da in ihnen Einträge aus der Umgebung zusammen mit dem sie transportierenden Wasser zurückgehalten werden. Dabei wird beispielsweise das in landwirtschaftlich genutzten Regionen oft problematische Nitrat durch die Aufnahme in die Pflanzen oder durch Denitrifikation dem Wasserkreislauf entzogen.

Klimaschutz
Unter geeigneten hydrologischen Bedingungen weisen Moore eine positive Stoffbilanz auf: Sie fungieren u. a. als Kohlenstoff-Senken und haben damit einen im Sinne des Klimaschutzes positiven Effekt auf die atmosphärische CO_2-Konzentration.

Daraus folgt, dass sich selbst für ‚degradierte' und schwer oder nicht restituierbare Torfstandorte in bodenkundlichem Sinne künftig solche landwirtschaftlichen Nutzungen verbieten, welche die Ökosystem- und Klimaschutzfunktionen einschränken. Dies gilt selbst dann, wenn diese Flächen nicht den Schutz im naturschutzrechtlichen (biologischen) Sinne genießen.

5.4 Offene Probleme und Anregungen für den Naturschutz

Vor dem Hintergrund der erwarteten klimatischen Veränderungen stehen gleichermaßen Überlegungen zur Effektivität der aktuellen ökonomischen wie ökologischen Steuerungsinstrumente in Schutzgebieten zur Disposition. Einige Beispiele aus dem Bereich der ökologischen Planung sind:

Wie lassen sich aus den Karten unzerschnittener Räume und der Biotopverbundsysteme gemeinsame Konzepte ableiten, mit deren Hilfe Arten- und Biozönosenschutz-Maßnahmen effektiver umgesetzt werden können? Fördern wir nur oder überwiegend die Ausbreitung ohnehin expansiver, hemerophiler Arten?

Welche Bedeutung für den Artenschutz kommt bei klimatischen Veränderungen Ausgleichsflächen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung zu, wenn diese sich als ‚Sukzessionsflächen' auf ehemaligen Ackerstandorten zu nitrophytischen Staudenfluren entwickeln? Fördern wir dort nur oder überwiegend hemerophile Ubiquisten?

Es wird angeregt, solche Flächen möglichst mit standortgemäßen, heimischen Gehölzarten aufzuforsten, die im Rahmen der Eingriffsregelung anfallen und solche Standorte betreffen, die aufgrund der Intensität der landwirtschaftlichen Vornutzung keine Ausmagerung und damit auch keine spontane Ansiedlung oligo-hemerober Arten erwarten lassen. Langfristig wirksame Kohlenstoffspeicher wie Gehölze sind kurzfristigeren wie Gräsern vorzuziehen (vgl. WOFSKI et al. 1993).

Wir schlagen ferner vor, an Standorten mit Torfen und Torferden nach Möglichkeit oberflächennahe Grundwasserstände einzustellen, auf jeden Fall aber zur Reduktion einer CO_2-Ausgasung auf eine ackerbauliche Nutzung zu verzichten.

Restitutions- und Pflegemaßnahmen (u. a. Mahd, Entfernung von Gehölzen) in Schutzgebieten bleiben eine wesentliche Aufgabe für die Bewahrung der selteneren Arten auch und gerade vor dem Hintergrund sich wandelnder klimatischer Verhältnisse. Deswegen regen wir die Entwicklung von Konzepten an, nach denen die bei diesen Maßnahmen anfallende Biomasse – zum Beispiel durch die Nutzung als Energiequelle – kostengünstig und umweltverträglich verwendet werden kann.

6 Literatur

BARKMAN, J., H. P. BLUME, U. IRMLER, W. KLUGE, W. KUTSCH, H. RECK, E.-W. REICHE, W. WINDHORST & K. DIERSSEN (2008): Ecosystem research and sustainable land use management. – In: FRÄNZLE, O., L. KAPPEN, H.-P. BLUME & K. DIERSSEN (eds.): Ecosystem Organization of a Complex Landscape. Long-Term Research in the Bornhöved Lake District, Germany. – Ecol. Studies **202**: 319-344.

BECKER, A. & U. GRÜNWALD (2003): Flood risk in central Europe. – Science **300**: 1099.

BRYDEN, H. L., H. R. LONGWORTH & S. A. CUNNINGHAM (2005): Slowing of the Atlantic meridional overturning circulation at 25°N. – Nature **438**: 655-657.

CAZENAVE A., & R. S. NEREM (2004): Present-day sea level change: observations and causes. Rev. Geophys. **42** (3): RG3001.

DIERSSEN, K. (2006): Indicating botanical diversity – structural and functional aspects based on case studies from Northern Germany. – Ecol. Indicators **6**: 94-103.

DWD (Deutscher Wetterdienst, 2007): Klimadaten ausgewählter deutscher Stationen. Retrieved from http://www.dwd.de/ [Niederschläge: 14.02.2006; Temperaturen: 05.12.2007]

EEA (European Environment Agency, 1999): Environment in the European Union at the turn of the century. – Environm. Assessm. rep. 2, Luxembourg.

EARN, D. J., S. A. LEVIN & P. ROHANI (2000): Coherence and Conservation. – Science **290**: 1360-1364.

FRÖBERG, L., A. BAUR & B. BAUR (2006): Field study on the regenerative capacity of three calcicolous lichen species damaged by snail grazing. – The Lichenol. **38**: 491-493.

GAUSLAA, Y. (2004): Lichen palatability depends on investments in herbivore defense. – Oecol. **143**: 94-105.

GAUSLAA, Y., H. HOLIEN, M. OHLSON & T. SOLHØY (2006): Does snail grazing affect growth of the old forest lichen *Lobaria pulmonaria*? – The Lichenol. **38** (6): 587-593.

GRIME, J. P. (2001): Plant strategies, Vegetation processes and Ecosystem Properties. – John Wiley & Sons, Chichester, UK.

HARE, B. (2006): Relationship Between Increases in Global Mean Temperature and Impacts on Ecosystems, Food Production, Water and Socio-Economic Systems. – In: SCHELLNHUBER, H. J., W. CRAMER, N. NAKICENOVIC, T. WIGLEY & G. YOHE (eds.): Avoiding dangerous climate change. – Cambridge University Press: 177-186.

IPCC (2007a): Climate Change 2007: Synthesis Report. – Retrieved from http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-syr.htm [2008-04-26].

IPCC (2007b): Selection of figures from various IPCC Reports. 2–1: Indicators of the human influence on the atmosphere. – Retrieved from http://www.ipcc.ch/graphics/gr-climate-changes-2001-syr.htm [2008-04-16].

KAMMER, P. M., C. SCHÖB & P. CHOLER (2007): Increasing species richness on mountain summits: Upward migration due to anthropogenic climate change or re-colonization? – J. Veg. Sci. **18**: 300-306.

KÖRNER, C. (2002): Mountain biodiversity, its causes and functions: an overview. – In: KÖRNER, C. & E. M. SPEHN (eds.): Mountain biodiversity – a global assessment. – Panthenon Publishing, New York, London.

MIERWALD, U. & K. ROMAHN (2005): Die Farn- und Blütenpflanzen Schleswig-Holsteins. Rote Liste Bd. 1, 4. Fassung. – Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Flintbeck.

MOONEY, H. A. & R. J. HOBBS (2000): Invasive species in a changing world. – Island Press, Washington.

OVERPECK, J. T., P. J. BARTLEIN & T. WEBB III (1991): Potential magnitude of future vegetation change in eastern North America: comparisons with the past. – Science **254**: 692-695.

PIONTKOWSKI, H. U. (1970): Untersuchungen zum Problem des Atlantischen Klimakeils. – Mitt. AG Geobot. **18**: 1-217.

RAABE, E. W. (1987): Atlas der Flora Schleswig-Holsteins und Hamburgs. (Hrsg.) DIERSSEN, K. & U. MIERWALD. Wachholtz, 654 S., Neumünster

RAHMSTORF, S. & H. J. SCHELLNHUBER (2007): Der Klimawandel. – 4. Aufl., C. H. Beck, München.

ROOT, T. L., J. T. PRICE, K. R. HALL, S. H. SCHNEIDER, C. ROSENZWEIG & J. A. POUNDS (2003): Fingerprints of global warming on wild animals and plants. – Nature **421**: 57-60.

SILLIMAN, B. R., J. VAN DE KOPPEL, M. D. BARTNESS, L. E. STANTON & J. A. MENDELSSON (2005): Drought, snails and large scale die-off of Southern U.S. salt marshes. – Science **310**: 1803-1806.

SITTE, P., E. W. WEILER, J. W. KADEREIT, A. BRESINSKY & C. KÖRNER (2002): Strasburger – Lehrbuch der Botanik. – 35. Aufl., Spektrum Akad. Verlag, Heidelberg, Berlin.

STOTT, P. A., D. A. R. STONE & M. R. ALLEN (2004): Human contribution to the European heatwave of 2003. – Nature **432**: 610-614.

WOFSY, S. C., M. L. GOULDEN, J. W. MUNGER, , S.-M. FAN, P. S. BAKWIN, B. C. DAUBE, S. L. BASSOW & F. A. BAZZAZ (1993): Net exchange of CO_2 in a mid-latitude forest. – Science **260**: 1314-1317.

ZICKFELD, K., A. LEVERMANN, M. G. MORGAN, T. KUHLBRODT, S. RAHMSTORF & D. W. KEITH (2007): Expert judgements on the response of the Atlantic meridional overturning circulation to climate change. – Climatic Change **83** (3–4): 235-265.

Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. Klaus Dierssen, Dr. Aiko Huckauf, Dr. Michael Breuer
Ökologie-Zentrum der Christian-Albrechts-Universität
Olshausenstraße 40
24098 Kiel, Germany

kdierssen@ecology.uni-kiel.de
ahuckauf@ecology.uni-kiel.de
mbreuer@ecology.uni-kiel.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen aus dem Westfälischen Provinzial-Museum für Naturkunde

Jahr/Year: 2008

Band/Volume: 70_3-4_2008

Autor(en)/Author(s): Dierßen Klaus [Dierssen], Huckauf Aiko, Breuer Michael

Artikel/Article: Mögliche Auswirkungen eines anthropogenen Klimawandels auf Pflanzengesellschaften und -arten in Schleswig-Holstein 49-61