©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)
Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 11, 331-352. Hannover 1999

Die Bedeutung der Vegetationskunde für den Naturschutz

- Klaus Dierßen, Kai Jensen und Michael Trepel, Kiel -

Abstract

State of the art and intrinsic problems were discussed concerning the aims and concepts of nature conservation and plant ecology, and the interactions between both disciplines. The problems and possibilities of interaction and cooperation between landscape planning, nature conservation and vegetation science were emphasised. The need of transdisciplinary cooperation in environmental sciences and their application is pointed out. The case studies focus on the population biology and conservation of *Viola palustris*, especially in fallow lands, and the application of GIS-model-coupling in landscape ecology, examplified for anthropogenous fen sites and their water and nutrient dynamics.

Einführung

Das Thema wird in zwei Schritten behandelt: zunächst wird die aktuelle Position von Natur- und Umweltschutz ausgeleuchtet, und darauf aufbauend soll die Vision einer sinnvollen und notwendigen künftigen Entwicklung entworfen werden. Dabei gilt es, das Selbstverständnis von Vegetationskundlern beziehungsweise Ökologinnen zu erörtern und den zukünftigen Beitrag einer angewandten Vegetationskunde/Ökologie im Rahmen einer zukunftsorientieren Umweltforschung zu kennzeichnen.

Die Quintessenz sei als Anforderung vorweggenommen: wachsende Umweltprobleme lassen sich naheliegenderweise nicht allein von Naturschützerinnen und Geobotanikern lösen. Vielmehr werden sie als gesellschaftliche Aufgabe aufgefaßt. Eine angewandte Umweltforschung sowie die planerische Umsetzung ihrer Ergebnisse müssen sich von disziplinären Sichtweisen lösen und bedürfen einer fächerübergreifenden Kooperation.

Im zweiten Teil der Abhandlung wird versucht, diese These mit zwei Fallbeispielen zu untermauern.

Bei der Abfassung des Textes waren drei Veröffentlichungen aufschlußreich:

- ein Aufsatz von DIEMONT, SISSINGH & WESTHOFF (1954) in der Braun-Blanquet-Festschrift in Vegetatio zu dem Thema „Die Bedeutung der Pflanzensoziologie für den Naturschutz",
- eine von VENEMA, DOING & ZONNEFELD 1970 herausgegebenen Festschrift für Reinhold Tüxen unter dem Titel „Vegetatiekunde als synthetische Wetenschap" sowie
- ein 1998 erschienenes Buch von ANTONIO VALSANGIACOMO mit dem Titel „Die Natur der Ökologie".

Die beiden ersten Quellen geben Aufschluß über das Verständnis der Wechselbeziehungen zwischen Vegetationskunde und Naturschutz vor rund 45 Jahren und zur Position der Vegetationskunde vor etwa 30 Jahren. Der letztgenannte Buchautor versucht in stringenter, kritischer und kompetenter Form eine Brücke zu schlagen zwischen verschiedenen Denkströmungen innerhalb der Ökologie und darüber hinaus die naturphilosophischen Hintergründe und Anwendungsaspekte auszuleuchten; - insgesamt vielversprechende Voraussetzungen für ein künftiges Kultbuch gleichermaßen für Ökologen wie Naturschützerinnen.

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Realer Natur- und Umweltschutz

Erwartung und Realität bezogen auf Natur- und Umweltschutz in der Wechselbeziehung zu Umweltwissenschaften klaffen auseinander. Ein sinnvoller Ausgangspunkt für die Aufbereitung des Themas mag daher der Versuch sein, die aktuelle Position zu beleuchten. Die Entwicklung des realen Naturschutzes in der Bundesrepublik Deutschland sei exemplarisch so skizziert:

Die Naturschutzarbeit verlagert sich zunehmend von ehrenamtlich tätigen Amateuren, den Naturfreunden, auf hauptamtlich beschäftigte Verwaltungsangestellte und Beamte in Behörden sowie freiberufliche Planer. Die ehrenamtlichen Naturschützer kannten und kennen 'ihre' Natur. Ihr Naturbild war und ist dabei in weiten Teilen emotional geprägt und mit Wertungen belegt. Auch professionelle Naturschützer kennen und schätzen zumindest teilweise die Natur. Auch ihr Naturbild ist nicht wertfrei. Vor allem aber wird es durch Verwaltungsvorschriften bestimmt. Verwaltender Naturschutz ist zuallererst administrativ geregelte und regelnde Tätigkeit. Unterlag, was wo wie zu schützen ist, in der Vergangenheit primär individueller oder kollektiver Einschätzung, so wird ein solcher Einschätzungsspielraum heute durch die Exegese von Gesetzen, Verordnungen und Erlassen gezügelt und eingeengt: administrierte Natur wird auf diese Weise zum 'Vorgang', der 'abgearbeitet' werden muß.

Natur- und Umweltschutz werden komplexer und vielseitiger. Expertenwissen ist gefragt. Einer wachsenden Aufgabenfülle und Diversifizierung von Teilzielen wird durch Arbeitsteilung und Spezialisierung versucht, Frau oder Herr zu werden: einbezogen sind unter anderem Biologen unterschiedlicher Couleur, Bodenkundler, Chemiker, Geodäten, Geographen, Geologen, Informatiker, Juristen, Journalisten, Klimatologen, Landschaftsentwickler, -pfleger, -ökologen, Landwirte, Philosophen, Politologen, Psychologen, Bauingenieure und Techniker, Betriebs- und Volkswirte, Toxikologen, Verwaltungsfachleute, Wasserwirtschaftler; - die Liste ließe sich verlängern. Die Anzahl der Bearbeiter eines Problems ist jener der Teilziele beziehungsweise -lösungsvorschläge proportional. An die Seite inhaltlicher, daß heißt an Schutzgütern orientierter Ziele des Naturschutzes treten gleichrangig, bisweilen wohl auch überbewertet solche der Planung und Durchführung: politische, administrative, juristische und technische.

Wir leben in den hochentwickelten Ländern in einer mit Informationen übersättigten Gesellschaft, die zunehmend mehr aus Medien erfährt als aus eigener Anschauung und sinnlicher Wahrnehmung. Stärker denn je sind wir dem Hörensagen ausgeliefert, und plakativwerbende Schlagzeilen erwecken gemeinhin stärkere Aufmerksamkeit als subtile Zwischentöne. Das Beschwören realer oder virtueller ökologischer Krisen und Katastrophen fördert dabei die Tendenz, die vom Menschen unberührte Natur zu einer übersinnlichen, gleichsam gottähnlichen Person zu überhöhen: emotionales Engagement und das unbefriedigte Bedürfnis nach Spiritualität drohen rationale Distanz zu überlagern beziehungsweise zu verdrängen (ELIAS 1986), und dies umso stärker, je mehr wir in der Kulturlandschaft die Natur 'auf dem Rückzug wähnen',- oder, mit den Worten Robert Musils formuliert: „In Zeiten der Pleite bevorzugt die Seele das Jenseits". Naturschutzarbeit mit Realitätsbezug indessen sollte wissensgestützt und vor allem diesseitig erfolgen.

Die Informationsfülle über Naturschutz steigt an - in Festmetern beschriebenen Papiers. Zugleich wachsen die Redundanzen, nicht notwendigerweise indessen die Qualität und Originalität. Information, so betrachtet, ist kein Wert 'an sich'. Vor dem Hintergrund immer mehr immer leichter zugänglicher Informationen stellt sich vielmehr die Frage nach dem angemessenen Filter. Neil Postman, New Yorker Medienökologe, fragt denn auch provokativ: „Wieviele Informationen können wir verkraften?" Kommunikation über Naturschutz wird also schwieriger, auch zwischen Naturschützern und Öffentlichkeit. Wir reihen aus diesem Grun-

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

de der Gruppe der Naturschutzfachleute die Kommunikationsspezialisten und Mediatoren ein (LUHMANN 1990: Ökologische Kommunikation).

Praktiker indessen pflegen weniger den Dialog oder die Lektüre; - sie handeln. Im Naturschutz läßt sich dabei oft beobachten, daß Konzepte, Maßnahmen und Ziele miteinander verwoben werden, nicht immer zum frommen der Zielobjekte. Ein Beispiel aus der Medizin: die Gesundheit des Patienten ist das Ziel, auf die Diagnose baut die Behandlungsmaßnahme auf, die Therapie des Kranken. Der dafür erforderliche Kostenaufwand hängt vom Zustand des Patienten sowie dem Ziel der Therapie ab. Im Naturschutz kann das Ziel etwa die Erhaltung des Bestandes einer seltenen Schmetterlingsart sein. Vorausgesetzt, ich erkenne den Rückgang der Population, so bestimmt die angemessene Therapie den Erfolg, nicht ihre Kosten und nicht die unreflektiert eingesetzten therapeutischen Mittel (etwa „Vernetzung", „Vernässung", „Prozeßschutz", „natürliche Entwicklung" per se).

Angesichts geballter Präsenz von Verwaltungen bei Verfahrens- und Abstimmungsfragen im Natur- und Umweltschutz tun sich ehrenamtlich tätige Naturschützer zunehmend schwer, ihre im Zuge der weiterentwickelten Naturschutzgesetzgebung gewonnenen Rechte und Verpflichtungen kompetent und professionell wahrzunehmen - allein aus zeitlichen Gründen. Ihrer einstigen Protagonistenrolle entledigt, läßt sich vor allem, aber nicht nur bei auf Außenwirksamkeit bedachten Vorständen von Verbänden eine Flucht in Utopien, Apokalypsen und fundamentalistische Positionen beobachten, - vielleicht allgemein eines der herausragenden Kennzeichen unseres Zeitalters (MARQUART 1987). Dazu paßt nahtlos, hierin manchen Politikern vergleichbar, wie einzelne Verbandsfunktionäre selbstgerecht-populistisch mangelndes Faktenwissen durch eine mit missionarischem Eifer vertretene Darstellung ebenso schlichter wie eingängiger Konzepte zur Rettung von Natur und Welt kompensieren. Individuelle Wertvorstellungen werden dabei - zumindest teilweise - durch pseudowissenschaftliches Gehabe kaschiert. Odo MARQUART hat dafür - nicht nur in diesem Zusammenhang freilich - den unübertroffenen Begriff 'Inkompetenzkompensationskompetenz' geprägt.

Zukünftiger Naturschutz

Im folgenden sei Naturschutz weit gefaßt als gesellschaftliche Aufgabe verstanden mit dem Ziel eines planvollen und 'nachhaltigen' Umganges mit biotischen und abiotischen Ressourcen der menschlichen Umwelt - im Sinne einer Daseinsvorsorge, oder anders: als kulturelle Aufgabe. Vor diesem Hintergrund sind Natur- und Umweltschutz im Kern synonyme Begriffe (s.a. ENGELHARDT 1995). Mit VALSANGUIACOMO teilen wir die Auffassung, daß 'die Natur' selbst keine Maßstäbe setzt, sondern daß „wir Menschen die Verantwortung und Pflicht haben zu bestimmen, welche Natur wir wollen, insbesondere, welche Natur wir wievielen Kindern hinterlassen wollen."

Planung ist die Vorbereitung zweckrationalen Handelns unter Unsicherheit. Handlungstheoretisch begründetes, ideologieneutrales Vorgehen bei der Analyse komplexer Zusammenhänge und der Entwicklung von Szenarien für künftiges Handeln kann dabei helfen, grobe handwerkliche Fehler zu vermeiden. Da das Zielsystem für den Natur- und Umweltschutz facettenreich ist, müssen die Arbeitsschritte von der Analyse über die objekt- und flächenbezogene Bestimmung von Detailzielen, die planerische Umsetzung wie die Erfolgskontrolle einem integrierten Konzept folgen. Dabei sollte die Planungstiefe möglichst aufwandarm gewählt werden, ohne indessen die verfolgten Zwecke zu gefährden.

Planung heißt zugleich auch, einen Kompromiß zu suchen zwischen gegenwärtiger Zielorientierung und zukünftiger Optionenvielfalt, mithin das Nachhaltigkeitsprinzip als Grundlage zur Erhaltung der Bedingungen für die Möglichkeiten zukünftigen Handelns zu implementieren (u.a. LENK 1972, HUBIG 1993, GRUNWALD 1997). Die Abwägung von Natur- und

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Umweltschutzzielen gegenüber konkurrierenden gesellschaftlichen Zielen (Freiheit, Frieden, soziale Gerechtigkeit, Gleichheit) ist dabei ein Prozeß politischer Willensbildung. Ein weit gefaßter Umweltschutz ist somit eine gesellschaftliche Verpflichtung und keineswegs allein die Aufgabe von Naturschützern.

Das Vertreten dieser Auffassung löst freilich die angerissenen Probleme nicht. Es weist lediglich hin auf das verstärkt anzustrebende Ziel einer partizipativen und diskursiven Problemanalyse und -bewältigung in der Gesellschaft insgesamt.

Das Wissenschaftsverständnis der Vegetationskundlerinnen und Ökologen

Das Selbstverständnis der Pflanzensoziologen, Vegetationskundlerinnen und Ökologen scheint merkwürdig aufgefasert. Als 'reine' Pflanzensoziologen bezeichnen wir uns ungern, wohl nicht immer zu Unrecht fürchtend, von unserer Mitwelt als pflanzensoziologische Systematiker abgestempelt zu werden, - einer Profession, der nicht nur im universitären Bereich der Makel des Antiquierten, Intuitiven, Dogmenbelasteten und mitunter Unverständlichen (und Unverstandenen) anhaftet.

Vegetationskunde, Geobotanik und Pflanzengeographie sind ebenfalls in die Jahre gekommen, möglicherweise einfach deswegen, weil diese Begriffe in ihrer subtilen Ausdeutung unseren ausländischen Gesprächspartnern, vornehmlich im anglo-amerikanischen Sprachraum, nicht unmittelbar transparent sind, - vielleicht aber auch, weil die von der Öffentlichkeit positiv mit dem Präfix Öko- belegten Konnotationen entfallen. Geobotaniker kennt keiner, unter einem Ökologen kann man sich etwas vorstellen, - wenn auch vielleicht nicht immer das, was wir uns wünschen.

Bleibt also die Ökologie, oder einschränkend - die Vegetationsökologie. Unter diesem Signet wissen wir uns wenigstens einig mit den Selbstzweifeln unserer anglo-amerikanischen Kollegen (SIMBERLOFF 1981, CRAWLEY 1987, PETERS 1991, AARSSEN 1997). Ein solches kollektives Unbehagen betrifft unter anderem drei voneinander weitgehend unabhängige Sachverhalte einer sich rapide und divergent entwickelnden Disziplin:

- das Auseinanderdriften von Theoretischer Ökologie und empirisch gestützter Feldforschung,
- das Festklammern an reduktionistischen, vermeintlich 'exakten' Wissenschaftsindealen, die freilich ökologischem Arbeiten durchaus nicht immer angemessen sein müssen sowie
- die Schwierigkeit, stark divergierende Einzelbefunde zu überzeugenden ganzheitlichen Theorien zu vereinigen.

Alle drei Problemkomplexe sind rückgekoppelt mit der Frage der Anwendung der gewonnenen Ergebnisse und Einsichten in der wirklichen Welt. Grob vereinfacht stehen Ökologen wie Vegetationskundlerinnen zunächst vor der grundsätzlichen Frage, ob sie sich auf die Beantwortung einfacher und experimentell wie mathematisch elegant lösbarer Hypothesen konzentrieren wollen oder in Feldstudien den schwierigeren und weniger eleganten Phänomenen der realen Welt zuwenden sollten. Letzteres ist nicht nur unübersichtlicher, sondern es verlangt auch unter anderem Formenkenntnis und im Wortsinne 'erfahrene', daß heißt durch vergleichende Geländestudien gewonnene eigene Anschauung. So etwas dauert. Zugleich verweist es jene, die sich für diesen Weg entscheiden, in der Hackordnung der wissenschaftlichen Reputation an das 'Katzentischchen'.

Die hier gleichsam in didaktischer Reduktion vollzogene Polarisierung zwischen Naturgeschichte und Naturwissenschaft (Tab. 1) markiert die Eckpunkte eines Kontinuums von Auf-

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Tab. 1: Eckpunkte naturwissenschaftlicher Forschungsansätze, teilweise nach VALSANGIACOMO 1998.

historisch-genetische ‚Naturgeschichte'		experimentell-exakte ‚Naturwissenschaft'
	Gegenstand	
konkrete Objekte		abstrakte Typen, universelle Gesetzmäßigkeiten
	Methode der Bearbeitung	
vergleichend beobachtend, historisch-narritiv, klassifizierend-beschreibend, konkret, idiographisch		manipulierend beobachtend, experimentell, modellierend, generalisierend, theoretisch, abstrakt, nomothetisch-deduktiv
	Erklärungen	
ultimat (entwicklungsgeschichtlich deutend); Erhellen der Genese		proximat (unmittelbar aus den aktuellen Standortverhältnissen ableitend); Erklären der Funktion
	Prognosen	
qualitativ, objektbezogen		quantitativ, raum-zeitlich skalenbezogen
	Umsetzung	
retrospektiv–erklärend, deutungsorientiert, nicht-prognostisch		prospektiv, prognostisch

fassungen und Arbeitsansätzen der Akteure, um das methodologische Vorgehen ebenso zu pointieren wie die zu erwartenden Resultate.

Aktuelle Denkströmungen, auch in der Wissenschaft, sind unvorhersagbaren Wellenbewegungen von Modetrends unterworden. Derzeit trendy ist der abstrakte Ansatz, selbst wenn, der aktuellen Diskussion um Biodiversität sei Dank, die Wertschätzung für die Arbeit in situ neuerdings wieder an Boden gewinnt.

Wie glücklich mag, vor diesem Hintergrund, wohl Walter LARCHER (1994) gewesen sein, als er die 5. Auflage seines Ökologie-Lehrbuches in 'Ökophysiologie' der Pflanze umtaufen konnte, - sich endlich von der 'weichen' Ökologie wieder auf dem vermeintlich harten Boden reproduzierbarer, wissenschaftlich 'gesicherter' Befunde der 'Physiologie' wähnend. Die Ökologie dabei zum Präfix zu reduzieren, ist freilich nur eine Flucht vor experimentell schwer faßbarer Komplexitiät in den sicheren Hafen intersubjektiv prüfbarer, einfacher Experimente unter überschaubaren Randbedingungen,- dies freilich um den Preis einer begrenzten Übertragbarkeit der gewonnenen Befunde in die lebensweltliche Wirklichkeit. TREPL (1987) hat dies treffend demaskiert: „Die szientistische Radikalisierung der Forderung nach Intersubjektivität bedeutet die Einengung von Wissenschaft auf Fragen, die unter einem Ideal des Schematismus lösbar scheinen, beziehungsweise die Ausgrenzung aller Erfahrungen, die sich den vorgängigen Definitionen einer Kalkülsprache nicht einfügen lassen."

Akzeptiert man eine solche Einschätzung - auch Darwin hat bekanntlich nicht im Labor gearbeitet - , so liegt die Annahme nahe, daß die Geobotanik/Ökologie von der Fusion beider Denkströmungen lebt und profitiert, selbst wenn sich in der rauhen Wirklichkeit die zentrifugalen Kräfte zunehmender Spezialisierung vielfach (noch) als stärker erweisen.

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Ein Beispiel: Für eine Interpretation der Ursachen von Sukzessionsprozessen sind zwei einander ergänzende Erklärungsmodelle vorstellbar: nomothetisch-deduktive und historisch-narritive. Nomothetisch-deduktive Erklärungen ordnen einen Einzelfall als Spezialfall einer übergeordneten Gesetzmäßigkeit zu. Sie lassen dabei die besonderen Ausgangs- und Randbedingungen des Einzelfalles außer acht. Historisch-narritive Erklärungen fußen auf nomologisch-deduktiven Befunden und charakterisieren zusätzlich eine Entwicklung als Folge einer vorangegangenen und Voraussetzung für eine folgende. Im Kontext mit Sukzessionen heißt dies: sie beziehen die individuelle Nutzungs- und Entwicklungsgeschichte eines Bestandes in die Beurteilung seines aktuellen Zustandes mit ein und berücksichtigen diese gegebenenfalls zugleich für eine Prognose der künftigen Entwicklung.

Die Bestandesgeschichte kann dabei nicht nur die Sukzessionsrichtung, sondern auch ihre -geschwindigkeit mitprägen. Kleine Bestände unter suboptimalen Bedingungen etwa dürften im allgemeinen eine raschere Veränderung ihres Artenbestandes erfahren als große mit weitgehend stabilen Milieubedingungen. Als Vergleich drängen sich Beispiele aus der Populations- und Paläobiologie auf: auf großen Populationen unter stabilen Randbedingungen lastet ein geringerer Selektionsdruck als auf kleinen disjunkten. Unstrittig steigt das Extinktionsrisiko letzterer, aber zugleich auch deren Prädisposition zu hoher Evolutionsgeschwindigkeit und gegebenenfalls rascher, 'peripatrischer' Artbildung (ELDREDGE & GOULD 1972).

Zusammengefaßt: Sukzessionen in der Kulturlandschaft sind keine deterministischen Einbahnstraßen. Sie haben eine Vorgeschichte und unterliegen stochastischen Ereignissen (s. Abb. 1).

Die Dissonanzen zwischen naturhistorischem, experimentell-analytischem sowie theoretisch-modellierendem Ansatz sind nicht die einzigen Bruchlinien in der modernen Ökologie. Disziplinär hat die Ökologie in groben Konturen eine Differenzierung erfahren zwischen biologischem, geo- und hydroökologischem sowie humanökologischem Ansatz. Die Forschungsobjekte: Biozönose, Landschaft und Kultur unterscheiden sich dabei ebenso wie die inhaltlichen Forschungsschwerpunkte aus biologischer, geowissenschaftlicher, hydrologischer, ökonomischer und sozialwissenschaftlicher Perspektive. Die Positionierung des Menschen als Störenfried, interagierendem oder betroffenem Akteur wird ebenso kontrovers gesehen wie die Zielvorstellungen im Umgang mit der Natur: als vor dem Menschen zu schützendes Gut, als Lebensraum des Menschen oder als notwendiger Hintergrund für seine kulturelle Entwicklung. Es liegt nahe, daß diesen unterschiedlichen Forschungsansätzen auch verschiedenartige Naturbilder zugrundeliegen. Dies muß bei der praktischen Anwendung der Ergebnisse zwangsläufig zu verschiedenartigen Bewertungen führen, je nachdem, ob der Schwerpunkt natur- oder gesellschaftsbezogen gesetzt wird.

Im Rahmen einer bio-, geo- und hydroökologischen Grundlagenforschung sind zweckfreie (wertfreie) Aussagen entsprechend dem Kausalitätsprinzip möglich und zur Interpretation von Befunden und Begründung von Theorien angemessen. Unter humanökologischem Aspekt werden die biologisch-evolutionären Grundlagen des menschlichen Handelns sowie die Motive, Intentionen, Verhaltensweisen, Normen und Gewohnheiten der Menschen selbst zum Forschungsgegenstand. Die Befunde von Befragungen lassen sich intentional interpretieren. Das naturwissenschaftliche Verfügungswissen wird mit stärkerer Integration humanökologischer Aspekte um normative Elemente des Orientierungswissens bereichert.

Aus dieser Darstellung mag deutlich werden, daß sich Ökologen gruppenimmanent im Vergleich zu anderen Naturwissenschaftlern mit sehr stark divergierenden Naturbegriffen ihres Arbeitsfeldes auseinandersetzen (müssen), die offensichtlich zu ebenfalls unterschiedlichen normativen Auslegungen verleiten. Im Gebrauch des Wortes Natur hallen weltanschauliche, theologische und wissenschaftlich begründete Denktraditionen nach. Dies geschieht vielfach unbewußt oder wird doch selten offengelegt. Nicht nur bezogen auf Natur- und

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Umweltschutzfragen ist dies mit dem Risiko verknüpft, daß ungezügelte Experten der Versuchung erliegen können, Wert-Entscheidungen ohne zusätzliche normative Argumente und ohne Legitimation, allein aufgrund ihres wissenschaftlichen Status zu versuchen durchzusetzen (VALSANGIACOMO 1998).

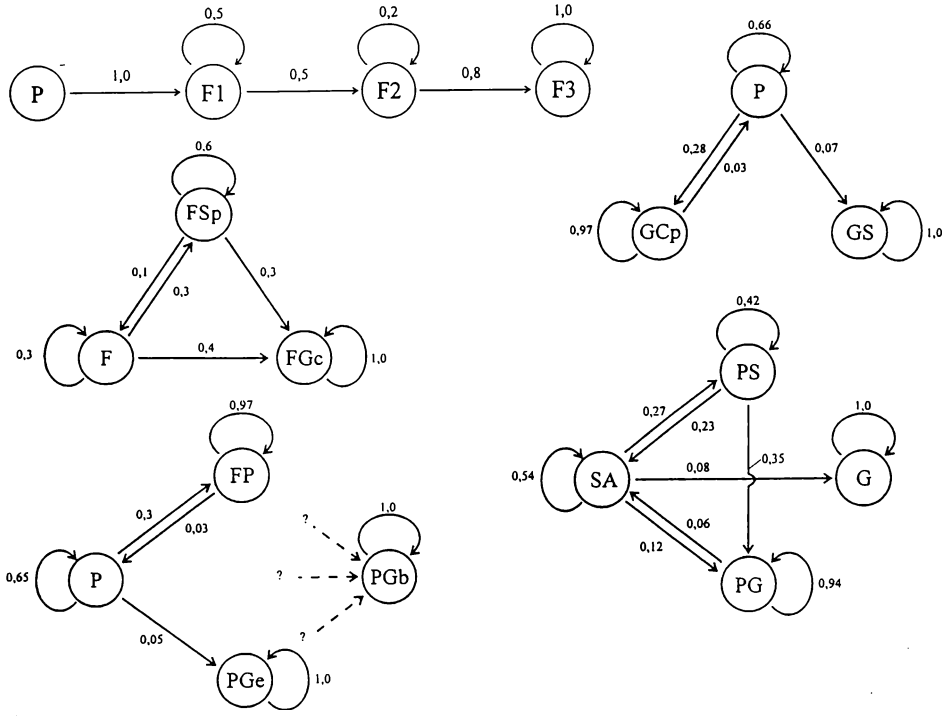

Abb. 1: Aus Clusteranalysen von Dauerflächen erstellte Sukzessionsschemata von eingedeichten Salzrasen (Beltringharder Koog, Nordfriesland, 1987-1992). Die Pfeile geben Sukzessionsrichtungen an, die Prozentwerte den Anteil der jeweiligen Verläufe an den Veränderungen der Vegetationszusammensetzung insgesamt. Die Buchstabensymbole stehen für definierte Vegetationstypen. Standörtlich hat sich eine deutliche Entsalzung, Entkalkung und Entwässerung der Standorte vollzogen. Für die hier vertretene Argumentation ist eine Diskussion von Details obsolet. Wesentlich ist der Aspekt, daß die Sukzessionen nicht durchweg linear verlaufen. Vielmehr bestimmen nicht allein proximate abiotische Standortfaktoren das Geschehen, sondern auch ultimat zu rekonstruierende der 'Vorgeschichte' der Pflanzenbestände und biotischer Interaktionen (nach NEUHAUS 1997).

Angewandte Geobotanik im Rahmen der Umweltforschung

Ausgeleuchtet sei in diesem Zusammenhang zunächst das Wissenschaftsverständnis von Angestellten und Beamtinnen in Naturschutz- und Umweltämtern. Zwei Aspekte scheinen dabei wesentlich, unabhängig von der beruflichen Ausbildung der Betroffenen:

- Die Akteure sind durchweg in hohem Maße motiviert, und zwar vor allem aufgrund ihrer emotionalen Einbindung in das von ihnen vertretene Betätigungsfeld (hierin einem sinnunterlegten, naturgeschichtlichen Weltbild zuneigend) und
- sie sind aufgrund der enormen Aufgabenfülle und des Anspruches, zweckrational und angemessen zu entscheiden (hierbei möglichst deterministischen, naturwissenschaftlichen Idealen nachstrebend) in sehr vielen Fällen stark gefordert oder überfordert.

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Daraus resultiert ein nachvollziehbares Verhaltensmuster: die Suche nach raschen Entscheidungswegen aufgrund einfacher Indikatoren mit dem Ziel, anstehende Probleme effizient 'abzuarbeiten'. Bezogen auf das Anwenden ökologischen Wissens bedeutet dies die Präferenz eingängiger Patentrezepte und Routineentscheidungen und das Vermeiden von Extravaganzen, die langwierige Untersuchungen und aufwendige Begründungen erfordern.

Inwieweit geobotanisches Wissen dabei integriert wird, hängt ab von der Vorbildung der Akteure und der Handhabbarkeit der fachwissenschaftlichen Erkenntnisse in der Verwaltungspraxis.

Geobotanisches Arbeiten hat unstrittig für die Entwicklung von Naturschutzkonzepten in Bezug auf die Vegetation und einige Standortfaktoren Maßstäbe gesetzt, unter anderem:

- bezogen auf die Analyse von Flächen hinsichtlich ihrer Vegetation und wesentlicher Standortfaktoren (Vegetations- und Standortsanalyse);
- hinsichtlich der Zeitreihenanalyse der Entwicklung von Flächen bei unterschiedlicher Nutzung, nach Eingriffen und nach Nutzungsänderungen (Dauerflächenuntersuchungen);
- bei der Entwicklung von Indikatoren für Standortqualitäten und deren Änderung (Zeigerwerte insbesondere für den Wasser- und Nährstoffhaushalt von Vegetationstypen und Standorten);
- bei der Beurteilung des standörtlichen Potentials von Flächen (Karten der realen und potentiell natürlichen Vegetation, von Vegetationskomplexen, abgeleitete Vegetationskarten, z. B. zu Wasser- oder Hemerobiestufen);
- bei der Entwicklung und Beurteilung von Pflege- und Entwicklungskonzepten für Naturschutzgebiete sowie schutz- und entwicklungswürdige Lebensräume;
- bei der Kontrolle des Zielerfüllungsgrades von Schutz- und Pflegemaßnahmen usw.

Wenn in der derzeitigen Natur- und Umweltschutzplanung geobotanische Arbeitsverfahren dennoch nicht oder nur unzulänglich eingesetzt werden, so hat dies im wesentlichen die folgenden Ursachen:

Vielfach wird aus zeitlichen oder finanziellen Gründen auf detaillierte Erhebungen als Planungsbasis verzichtet. Demgegenüber werden standardisierte Bearbeitungsverfahren auf der Typusebene bevorzugt. Die Klassifizierung einer Fläche nach § 20c Bundesnaturschutzgesetz (Schutz definierter Biotoptypen) etwa entbindet den Bearbeiter vermeintlich von der Aufgabe, sich mit der konkreten, objekt- oder flächenspezifischen Gefährdung oder Qualität auseinandersetzen zu müssen. Ähnliches gilt für Erfolgskontrollen und Monitoringkonzepte. Nimmt man beispielsweise Erfolgskontrollen ernst für Naturschutzmaßnahmen oder ein Monitoring sich ändernder Umweltparameter als Instrument der Qualitätssicherung (Zustand, Umsetzung und Wirkung von Maßnahmen) und zugleich Grundlage für eine vergleichende Auswertung von Ergebnissen zur Optimierung eingesetzter Methoden und Arbeitsverfahren, so ist ein koordiniertes Zusammenarbeiten von Spezialisten verschiedener Fachausrichtung auf identischen Flächen notwendig.

Im Umkehrschluß gilt freilich, daß Bestands- und Populationsanalysen allein ohne konkrete Fragestellung auch nicht zielführend für die Umsetzung von Planungskonzepten sind. So hat beispielsweise selbst die hohe Dichte und Vielzahl ornithologischer Erhebungen erst in wenigen Fällen dazu geführt, Vogelschutz wirkungsvoll in Landschaftsplanung zu implementieren.

Die Überprüfung des notwendigen Aufwandes für erforderliche Aussagen - dies die Konsequenz - bedarf einer engen Kooperation zwischen Fachwissenschaftlern und Planern.

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Der dornige Weg in die Transdisziplinarität

Eine Umweltwissenschaft der Zukunft sollte in Wahrnehmung ihrer gesellschaftlichen Verantwortung versuchen, die intellektuellen Schrebergärten eines (fast beliebig) akkumulierbaren disziplinären Spezialwissens zu überwinden. Zugleich gilt es zu bedenken, daß der enorme Zuwachs an naturwissenschaftlichem Wie-Wissen (Herrschaftswissen) nicht durch ein gleichermaßen gewachsenes Ob-Wissen (Orientierungswissen) abgefedert wird. Wir laufen Gefahr, uns zu Orientierungswaisen zu entwickeln (LÜBBE et al. 1982). Derzeit hemmen etwa an den Universitäten die Unübersichtlichkeit des Wissens und partikularisierte Kompetenzprofile eine fächerübergreifende, problembezogene Kooperation. Daher sei MITTELSTRAß (1992) in der folgenden Einschätzung beigepflichtet: „Der Spezialist und der Experte bestimmen das Bild moderner Kulturen, also diejenigen, die immer mehr von immer weniger wissen, deren Professionalität immer schmaler und deren Dilettantismus (in anderen als den eigenen Dingen) immer breiter wird. Aus dem Symbol des Wissens, das der Spezialist und der Experte einmal waren, droht ein Symbol des Unwissens zu werden." Künftig gilt es folglich, geeignete, anspruchsvolle Verfahren der transdisziplinären Kooperation zwischen Fachdisziplinen zu entwickeln und teleologisch (zweckorientiert) angemessene Verfahren für die disziplinunabhängige Definition und Lösung konkreter, lebensweltlicher Probleme bereitzustellen und zu erproben. Dafür ist eine Rückkopplung zwischen Naturwissenschaften, anwendenden Planungsdisziplinen und Gesellschaftswissenschaften deswegen unumgänglich, weil Natur- und Umweltschutzprobleme gesellschaftlich verursacht worden sind und mithilfe von Konzepten nachhaltiger Entwicklung auch gesellschaftlich gelöst werden müssen (hierzu etwa BEIRAT F. NATURSCHUTZ BMU 1995, HIRSCH 1995).

Das Wissen oder Fürchten um Umweltkrisen macht also die Zusammenarbeit verschiedenartigster Disziplinen unumgänglich. Transdisziplinarität als Forschungsstil ist dabei positiv konnotiert, erfordert indessen viel zusätzliche Koordination, Zeit und Geduld.

Bei der Umsetzung müssen Aufwand und Ergebnis in einem angemessenen Verhältnis zueinander stehen. Dies sei zum einen für den Arten- und Biotopschutz am Beispiel von *Viola palustris* angesprochen, zum anderen an einem Beispiel zu integrierten Schutzkonzepten für anthropogen überformte Niedermoore in Schleswig-Holstein.

Arten- und Biotopschutz: das Beispiel *Viola palustris*

Viola palustris hat in Schleswig-Holstein ihren Verbreitungsschwerpunkt im extensiv genutzten, mesotrophen Feuchtgrünland, kommt aber auch in vergleichsweise nährstoffarmen Bruchwäldern vor. Die Art war bis Mitte dieses Jahrhunderts häufig, gilt aber mittlerweile aufgrund der Zerstörung zahlreicher Wuchsorte regional als gefährdet (MIERWALD & BELLER 1990). Die Anzahl und Größe der Populationen nimmt sowohl bei Nutzungsintensivierung (Eutrophierung, Entwässerung) als auch nach Nutzungsaufgabe mesotropher Feuchtwiesen stark ab (SCHRAUTZER & JENSEN 1999). Da die Ursache für den Rückgang von *V. palustris* während der letzten 20 Jahre vor allem im Brachfallen von Grenzertragsstandorten zu sehen ist, liegt ein Schwerpunkt der hier vorgestellten Untersuchungen auf Mechanismen oder Ursachen, die zum Rückgang der Art nach dem Brachfallen führen. Weiterhin werden keimungsbiologische Ergebnisse vorgestellt, aus denen sowohl Aussagen über die Optimierung des Keimungszeitpunktes als auch über die Langlebigkeit der Diasporen im Boden abgeleitet werden können.

V. palustris ist ein mehrjähriger, iteroparer Hemikryptophyt mit einem komplexen Lebenszyklus (Abb. 2). Die Art pflanzt sich sich sowohl vegetativ über Rhizome als auch sexuell fort. Die sexuelle Fortpflanzung erfolgt im Frühjahr (April bis Mai) mittels chasmogamer und

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

während des Sommers (Juni bis September) mittels cleistogamer Blüten. Die Samen reifen in Kapseln heran und werden bei Öffnung der Frucht ausgeschleudert. Weiterhin besitzen die Samen ein Elaiosom, so daß auch eine Ameisen-Ausbreitung der Samen möglich ist (diplochore Ausbreitungs-Strategie, vgl. BEATTY & LYONS 1975).

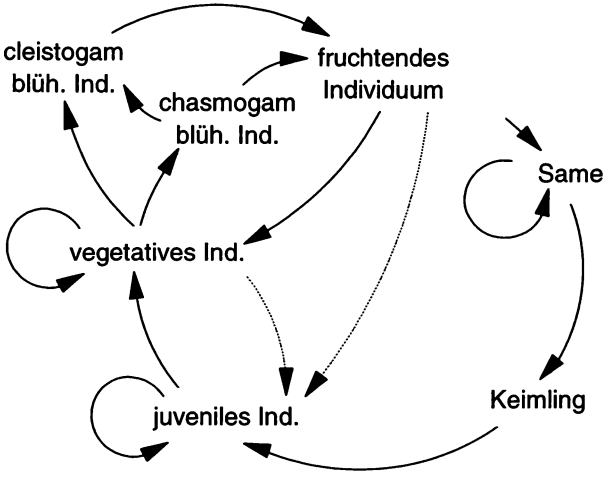

Abb. 2: Schematische Darstellung des Lebenszyklus von *Viola palustris*. Die Art ist iteropar, ein Verweilen der Pflanze in einem bestimmten Zustand kann in unterschiedlichen Phasen erfolgen (Samen, juvenile, vegetative, generative Individuen). Neben der generativen Fortpflanzung durch die Bildung von Samen in aus chasmogamen und cleistogamen Blüten entstandenen Kapseln erfolgt auch eine vegetative Fortpflanzung durch Rhizome beziehungsweise Bildung (juveniler) Tochterrameten (gestrichelte Linien).

Ursachen des Populationsrückgangs auf Feuchtgrünland-Brachen

Die Aufgabe der Nutzung im Feuchtgrünland ist der Auslöser für die einsetzende sekundär-progressive Sukzession, in deren Verlauf sich die Vegetationszusammensetzung und -struktur verändern. Nach Nutzungseinstellung bilden sich artenarme Dominanzbestände hochwüchsiger Pflanzenarten. Die Vegetationshöhe und -dichte nimmt zu. Da dem System keine oberirdische Phytomasse entzogen wird und weil die mikrobiellen Abbauprozesse in Feuchtgrünland-Bachen durch hohe Grundwasserstände beeinträchtigt sind, bildet sich eine Streuauflage, die auf die Keimung und Etablierung vor allem von kurzlebigen Arten mit einem geringen Samengewicht hemmend wirken kann. Weiterhin verschiebt sich im Verlauf der Sukzession der Hauptanteil der produzierten Phytomasse sukzessive in höhere Schichten. Die Beschattung der Bodenoberfläche nimmt kontinuierlich zu und folglich (synchron) die der bodennahen Krautschicht zur Verfügung stehende Lichtmenge ab. Durch die zunehmende Lichtkonkurrenz an der Bodenoberfläche können lichtbedürftige, niedrigwüchsige Arten zurückgedrängt werden.

Die dem Populationsrückgang auf Feuchtgrünland-Brachen zugrunde liegenden Mechanismen wurden in einem faktoriellen Freilandexperiment untersucht (MEYER 1997), in dem sowohl die Lichtbedingungen durch Manipulation der oberirdischen Phytomasse als auch die Keimungs- und Etablierungsbedingungen verändert wurden. In dem Versuch umfaßte der Faktor oberirdische Phytomasse drei Stufen: Mahd der Versuchsflächen (M), Ausdünnen der dominanten Brachearten um etwa 50% (A) sowie eine Kontrollvariante (K), in der die oberirdische Phytomasse nicht manipuliert wurde. Der Faktor Streuauflage umfaßte zwei Stufen:

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Auf der Hälfte der Versuchsflächen wurde die Streu vor Beginn der Vegetationsperiode entnommen (e), während die Streuauflage auf den anderen Flächen nicht manipuliert wurde (k). Jede Faktorenkombination (Me, Mk, Ae, Ak, Ke, Kk) wurde fünfmal repliziert. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte varianzanalytisch.

Die Ergebnisse dieses Versuches belegen eine verminderte Anzahl von Keimlingen in den Versuchsflächen, auf denen eine Streuauflage vorhanden war. Darüber hinaus wurde die Anzahl der Keimlinge aber auch von zunehmender oberirdische Phytomasse negativ beeinflußt (Abb. 3).

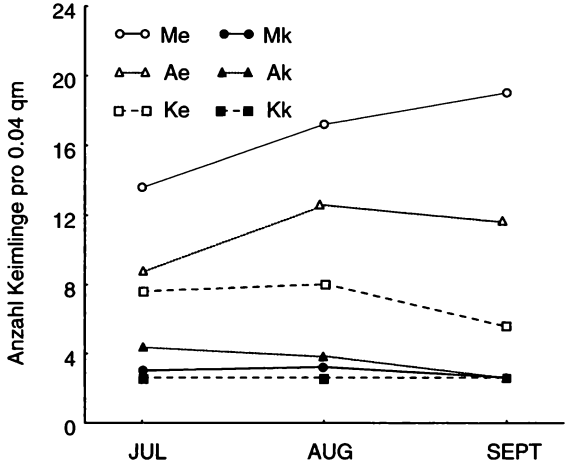

Abb. 3: Auswirkungen von oberirdischer Phytomasse und Streuauflage auf die Anzahl der Keimlinge von *Viola palustris*. Abkürzungen der experimentellen Behandlungen: 1) oberirdische Phytomasse: M = Mahd, A = Ausdünnen der dominanten Arten, K = Kontrolle; 2) Streuauflage: e = Streuauflage entfernt, k = Streuauflage vorhanden. Signifikante Unterschiede zwischen Flächen mit und ohne Streuauflage im Juli ($p < 0.01$), August und September (jeweils $p < 0.001$); signifikante Unterschiede zwischen Me und Ke plots im September ($p < 0.05$).

Die Vitalität etablierter Individuen von *V. palustris* ist bei zunehmender Lichtkonkurrenz herabgesetzt: So war die Anzahl der Blätter pro Individuum in den gemähten Versuchsflächen signifikant höher als in den Brachebeständen (Abb. 4). Die vegetative und die generative Fortpflanzung wurden durch Brachebedingungen ebenfalls beeinträchtigt: *V. palustris* produzierte im gemähten Bestand signifikant mehr Ausläufer und war durch einen höheren Prozentsatz fruchtender Individuen gekennzeichnet als in den Varianten mit einem höheren Anteil oberirdischer Phytomasse.

Keimungsbiologie und Langlebigkeit der Samen im Boden

Besonders kritische Phasen im Lebenszyklus vieler Arten sind die Keimung sowie die erfolgreiche Etablierung der Keimlinge im Bestand (Grubb 1977). Da die Mortalität von Keimlingen und juvenilen Pflanzen im Vergleich zu adulten Pflanzen in der Regel hoch ist (z.B. Krenova & Leps 1996, Spackova et al. 1998), kommt der Optimierung des Keimungszeitpunktes durch Dormanz besondere Bedeutung zu. Die keimungsbiologischen Untersuchungen umfassen sowohl die Bestimmung des Ausmaßes von primärer und sekundärer Dormanz als auch die Beurteilung der Langlebigkeit der Samen im Boden (Samenbank-Typ).

Das Ausmaß der primären Dormanz von *Viola*-Samen wurde durch Keimtests (Tag 12 h, +25 °C, Nacht 12 h, +15 °C) direkt nach der Samenreife sowie nach vierwöchiger Lagerung

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

(Einfluß der Nachreife auf die Keimfähigkeit) bestimmt. Um Informationen über sekundäre Dormanz und die Langlebigkeit der Samen im Boden zu erhalten, wurde 1996 ein Vergrabungsexperiment mit Samen von *V. palustris* begonnen: In zweimonatigen Abständen wurde ein Teil der im Herbst 1996 in wasserdurchlässigen PVC-Beuteln in einer Feuchtgrünland-Brache vergrabenen Samen ausgegraben und ihre Keimfähigkeit im Labor bei unterschiedlichen Licht- und Temperatur-Bedingungen untersucht.

V. palustris-Samen sind unmittelbar nach dem Ausstreuen konditional dormant: Unter günstigen Temperaturbedingungen (15/25 °C) keimten 70 % der Samen im Licht. Im Dunkeln

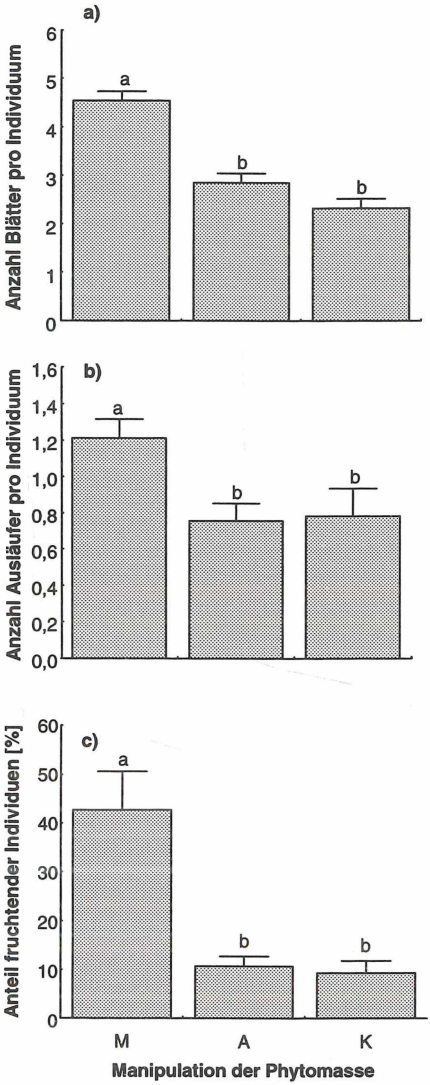

Abb. 4: Auswirkung der Manipulation der oberirdischen Phytomasse auf Vitalitätsparameter von *Viola palustris*. Angegeben sind Mittelwert sowie Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede (ANOVA, Tukeys HSD-Test, $p < 0.05$). a) Anzahl Blätter je Individuum im August 1996; b) Anzahl Ausläufer je Individuum im August 1996; c) Anteil fruchtender Individuen im August 1996. Abkürzungen der experimentellen Behandlungen: M = Mahd, A = Ausdünnen der dominanten Arten, K = Kontrolle.

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

tritt keine Keimung auf. Nach vierwöchiger, trockener Lagerung hat sich das Ausmaß der Dormanz verstärkt: Der Keimungsprozentsatz beträgt bei gleichen Keimungsbedingungen (15/25 °C; Licht) nur noch 15% (Abb. 5). Durch die zunehmende Dormanz während der Nachreife-Periode wird eine Keimung im Spätsommer verhindert. Die ökologische Relevanz dieses Mechanismus liegt vermutlich in einer hohen Wintermortalität von Keimlingen, die erst vergleichsweise spät im Sommer zur Keimung gelangen und die aus diesem Grund bis zum Ende der Vegetationsperiode nur eine geringe Phytomasse produzieren und nicht ausreichend viele Speicherstoffe in die Überdauerungsorgane einlagern können.

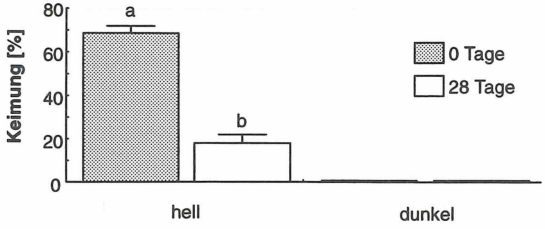

Abb. 5: Primäre Dormanz und Auswirkungen der Nachreife auf die Keimungsprozentsätze von *Viola palustris*. Verglichen werden die Keimungsprozentsätze von Samen, die am Tag der Ernte (0 Tage) und nach vierwöchiger Lagerung ausgesät (28 Tage) wurden. Keimbedingungen: Licht ('hell') und Dunkel bei 15 °C nach- sowie 25 °C Tag-Temperatur. Angegeben sind Mittelwert sowie Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede (t-Test, $p < 0.001$).

Die Dormanz der Samen von *V. palustris* kann durch Kälte-Stratifikation gebrochen werden. Nach der Stratifikation erweitert sich das 'Keimungsfenster', und die Samen keimen sowohl im Licht als auch im Dunkeln und bei unterschiedlichen Temperaturen.

Die Ergebnisse des Vergrabungsexperimentes zeigen, daß im Jahresverlauf Dormanzzyklen auftreten: Während von Januar bis Mai hohe Keimungsprozentsätze zu verzeichnen sind, ist die Keimfähigkeit im Sommer und Herbst viel geringer. In diesem Zeitraum ist ein Großteil der Samen sekundär dormant, wodurch die Keimung im Freiland während dieser ungünstigen Jahreszeit verhindert wird (Abb. 6). Ein Teil der im Boden gelagerten Samen bleibt zumindest über einen Zeitraum von 3 Jahren keimfähig. Allerdings sank der Keimungsprozentsatz von 80% im Frühjahr 1997 über 65% (1998) auf etwa 50% (1999; Ergebnisse nicht dargestellt) ab, während die Mortalität im gleichen Zeitraum kontinuierlich zunahm. Auf-

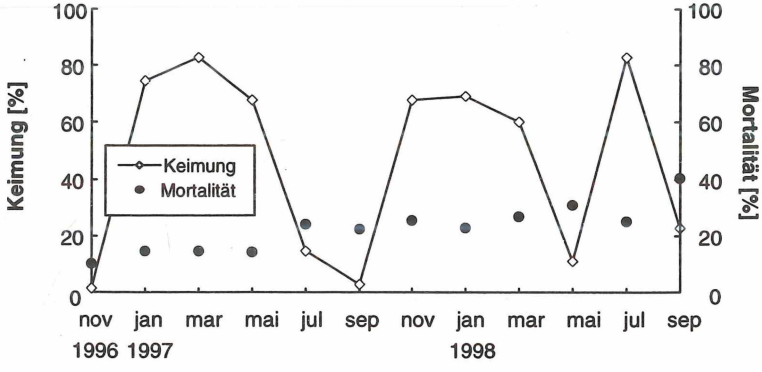

Abb. 6: Ergebnisse eines Vergrabungsexperimentes von *Viola palustris*-Samen: Verlauf der Keimungsprozentsätze (Keimungsbedingungen: Licht; 5 °C Nacht-, 15 °C Tag-Temperatur) sowie Entwicklung der Mortalität in der zweijährigen Untersuchungsperiode.

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

grund der vorliegenden Ergebnisse kann prognostiziert werden, daß ein (geringer) Anteil der Samen von *V. palustris* auch nach mehreren Jahren noch keimfähig ist, der Samenbank-Typ folglich als langfristig-persistent eingeschätzt werden kann (vgl. THOMPSON et al. 1997).

Schlußfolgerungen für den Naturschutz

Der Rückgang zahlreicher Pflanzen- und Tierarten in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft als Folge veränderter Landnutzungsformen wurde im Laufe der letzten Jahrzehnte wiederholt dokumentiert (z.B. EKSTAM & FORSHED 1992, BEINLICH 1995). Erst die Kenntnis der Populationsbiologie der betroffenen Arten erlaubt Aussagen über die dem Rückgang zugrunde liegenden Mechanismen und eröffnet die Möglichkeit, auf ökologischem Wissen basierende, effektive Schutzstrategien für gefährdete Arten zu entwickeln. Da die Durchführung populationsbiologischer Untersuchungen vergleichsweise (zeit-)aufwendig ist und nicht an allen Zielarten des Naturschutzes durchgeführt werden kann, kommt der Auswahl der Untersuchungsobjekte besondere Bedeutung zu.

Für *V. palustris* konnte gezeigt werden, daß der Rückgang der Art auf Feuchtgrünland-Brachen sowohl auf eine abnehmende Vitalität adulter Individuen durch zunehmende Licht-Konkurrenz als auch auf eine Behinderung von Keimung und Etablierung durch die während der Bracheentwicklung entstehende Streuauflage zurückgeführt werden kann. *V. palustris* verfügt über einen komplexen Lebenszyklus. Die Art ist ausdauernd und kann sich sowohl vegetativ über Ausläufer als auch generativ fortpflanzen. Da *V. palustris* chasmogame und cleistogame Blüten entwickeln kann, verhält sich die Art auch bei der generativen Fortpflanzung in hohem Maße plastisch. Somit können für die Populationserhaltung in unterschiedlichen Habitaten einzelne Phasen des Lebenszyklusses besondere Bedeutung erlangen (vergl. SILVERTOWN et al. 1996): Während in genutzten Feuchtgrünland-Beständen durch eine hohe Anzahl gebildeter Rameten und Samen die Produktion von Nachkommen besondere Bedeutung erlangt, ist die Fortpflanzung in brachliegenden Beständen durch die ausgeprägte Lichtkonkurrenz stark herabgesetzt. Zur Erhaltung der Populationen in Brachen ist ein starkes Verharrungsvermögen bereits etablierter, adulter Individuen erforderlich: *V. palustris* produziert in diesen Beständen nur wenige, dafür aber große Blätter. Kommt es im Laufe der Sukzession auf Feuchtgrünland-Brachen zum lokalen Auslöschen der in der aktuellen Vegetation des Bestandes vorhandenen Population, so verfügt *V. palustris* über vergleichsweise langlebige Samen im Boden, mit deren Hilfe zumindest mittelfristig eine Überdauerung ungünstiger Lebensbedingungen möglich ist.

Landschaftsökologische Zusammenhänge: von der Analyse zum Modell

Wie das Beispiel von *Viola palustris* gezeigt hat, sind Reservate in der Kulturlandschaft Wechselbeziehungen mit intensiv genutzten und bewirtschafteten Bereichen ausgesetzt. Folglich liegt es nahe, sich für Fragen der Landschaftsentlastung verstärkt mit solchen Flächen auseinanderzusetzen, von denen Belastungen und Gefährdungssituationen ausgehen können. Das wissenschaftliche Vorgehen ist zunächst der klassische Ansatz einer Ökosystemanalyse: Erarbeitung eines theoretischen Erklärungsmodells für denkbare Wirkungszusammenhänge in einem Untersuchungsgebiet, Entwicklung eines problemadäquaten Untersuchungs- und Meßdesigns sowie Messung umweltrelevanter Zustandsvariabler in einer der jeweiligen Frage angemessener räumlichen und zeitlichen Auflösung.

An Meßpunkten gesammelte Daten lassen sich zumindest teilweise über Kartierungen flächenhaft darstellen, die Kartierungen verschiedener Arbeitsgruppen mit Hilfe eines Geo-

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

graphischen Informationssystems (GIS) überlagern, um Meßpunkte räumlich zu verorten und Flächen gemeinsamer Geometrien als Grundlage für flächenhafte Modellierungen zu generieren.

Wenn gut auflösende Meßreihen vorliegen, so lassen sich aus einem vorhandenen Datenbestand auf der Basis von Differential- oder Differenzengleichungen dynamische Modelle entwickeln, mit deren Hilfe sich ihrerseits zeitliche Entwicklungen abbilden lassen. GIS-Modell-Koppelungen können dazu dienen, flächenbezogene Aussagen über Belastungen und Gefährdungssituationen abzuleiten. Die Eignung eines Modelltyps für die Beantwortung spezifischer Fragen hängt im wesentlichen ab vom Datenbestand, der Größe des zu betrachtenden Raumausschnittes sowie dem gewünschten Differenzierungsniveau.

Mit dem Methodenpaket 'DILAMO' (**Di**gitale **La**ndschaftsanalyse und -**mo**dellierung) bietet sich unter anderem die Möglichkeit, für Landschaftsausschnitte beziehungsweise Einzugsgebiete unterschiedlicher naturräumlicher Ausstattung und anthropogener Überformung die Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen Stoff-, Wasser- und Energieeinträgen zu zeigen (REICHE, MEYER & DIBBERN 1999). Kennzeichnen lassen sich zugleich die das System verlassenden Abflußmengen und Stofffrachten.

Das Methodenpaket bietet mit den Programmen BOSSA-SH, TOPNEW und TOPTRA Werkzeuge zur Aufarbeitung und Auswertung vorhandener flächenhafter Daten zu boden-, relief- und hydrologiebezogenen Gebietsanalysen (Tab. 2). Als Datenquelle werden die Geometrien des Amtlich Topographisch-Kartographischen Informationsystems (ATKIS), die Reliefinformationen eines Digitalen Höhenmodells, Profilbeschreibungen der Bodenschätzung sowie Biotop- und Nutzungskartierungen genutzt. Als Ergebnis werden neben einer statischen Gebietsanalyse die Eingangsdaten für das dynamische Wasser- und Stickstoffhaushaltsmodell WASMOD zur Verfügung gestellt.

Tab. 2: DILAMO - ein Methodenpaket zur Digitalen Landschaftsanalyse und Modellierung (aus REICHE et al. 1999)

Informationsebenen			
Boden	Relief	Gewässernetz und andere linienhafte Landschaftselemente	Flächennutzung und Vegetation
Datenquellen			
Kartierergebnisse, Profilbeschreibungen (Bodenschätzung).	Digitale Höhenmodelle (DGM 5; DGM 25).	ATKIS Geometrien und Attributinformationen, DGK-5, Aufzeichnungen der Wasser u. Bodenverbände.	Biotoptypenkartierung der Landesämter, Fernerkundung, Gemeinde- und Agrarstatistik.
Auswertungsmethoden und Modelle			
„BOSSA-SH" profilbezogene Ableitung relevanter Bodenkenngrößen, Bewertung der Bodenfunktionen.	„TOPNEW" Analyse der Reliefsi-tuation (Hang- u. Senken-identifikation, Abgrenzung topographischer Einzugsgebiete, Erosionsabschätzung).	„TOPTRA" Kalkulation von Grund-wassergleichen u. Analyse der Abflußsituation, flächenbezogene Oberflächen- u. Grund-wasserabflußzuordnung	„WASMOD" flächenhafte dynamische Modellierung von Stoff- u. Wasserflüssen in der Biosphäre, Pedosphäre u. Hydrosphäre.
Ergebnisse			
Bodenarten/typen-kennzeichnung, Zuordnung bodenphysikalischer Eigenschaften, Einordnung in ein funktionsbezogenes Bewertungsschema.	Rasterbezogene Angaben zur Hanglänge, -form und –neigung, Angaben zum mittleren jährlichen Bodenabtrag.	Mittlere Grundwasserstände, Kennzeichnung von Abflußbarrieren und Einzugsgebietsgrenzen.	Polygon- und vorfluterbezogene Berechnung von Wasser-, Kohlenstoff-, und Stickstoff-bilanzen.

Das numerische Modellsystem WASMOD (**WA**ter and **S**ubstance Simulation **MOD**el; REICHE 1991, 1994, 1996) bildet die wesentlichen Transformationen und Speichergrößen im Wasser- und Stickstoffhaushalt ab. Die Stickstoffdynamik wird dabei einem Ansatz von HAN-

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

SEN et al. (1990) folgend an die Kohlenstoffdynamik gekoppelt. Jedes Bodenprofil wird in 15 Bodenkompartimente unterteilt, wobei die Mächtigkeit des untersten bei grundwasserfernen Standorten mit der Grundwasseroberfläche variiert. Im Wasserhaushalt werden die Interzeption durch die Vegetation, die Evapotranspiration nach TURC-WENDLING und die Bodenwasserdynamik auf der Grundlage der RICHARDS-Gleichung beschrieben. Als Eingangsdaten dienen Tageswerte für Niederschlagsmengen, Maxima- und Minima-Temperaturen und die aus der Sonnenscheindauer berechnete Globalstrahlung. Im Stickstoffhaushalt werden die Prozesse N-Aufnahme durch die Vegetation, N-Mineralisierung, Nitrifizierung, N-Immobilisierung, Denitrifikation und Ammoniakvolatilisation beschrieben. Die Stickstoffaufnahme der Vegetation erfolgt in Abhängigkeit von der zeitlich variablen Durchwurzelungstiefe kompartimentbezogen unter Berücksichtigung vegetationsspezifischer Nährstoffaufnahmekapazitäten. Als Ergebnis liefert das Modellsystem WASMOD auf der Einzelstandortsebene Wasser- und Stickstoffbilanzen sowie Zeitreihen für Stickstoffkonzentrationen und Umsetzungsraten. Bei flächenhaften Anwendungen werden für jedes Polygon die jährlichen Bilanzgrößen im Wasser- und Stickstoffhaushalt sowie die Vorräte im Boden und der Vegetation ausgegeben.

In der Landschaftsplanung lassen sich mit dem Simulationsmodell WASMOD unter anderem Auswirkungen von Landnutzungsänderungen auf den Wasser- und Stickstoffhaushalt räumlich und zeitlich hoch aufgelöst quantitativ darstellen. Vor dem Hintergrund, daß in der heutigen Kulturlandschaft eine Vielzahl von Arten und Biozönosen durch landwirtschaftliche Bearbeitung und Eutrophierung gefährdet sind (z. B. KORNECK et al. 1998), ist die Reduzierung von Stoffverlusten aus der Landwirtschaft mit dem Ziel, die Stoffeinträge in Böden, Grund- und Oberflächenwasser sowie die Atmosphäre zu minimieren, eine vorrangige Aufgabe auf dem Weg zu einer dauerhaft umweltgerechten Landnutzung. Mit Hilfe von Modellen wie WASMOD können die komplexen Interaktionen zwischen Wasser-, Stoffhaushalt, Vegetation und Landbewirtschaftung analysiert und den jeweiligen Zielen entsprechend optimiert werden. Die Anbindung an ein Geographisches Informationssystem erlaubt es, räumliche Interaktionen zwischen Polygonen, wie Interflow oder Oberflächenabfluß, zu berücksichtigen. Dadurch wird eine räumlich differenzierte Darstellung der Simulationsergebnisse im Wasser- und Stickstoffhaushalt möglich.

Wasser- und Stoffhaushaltsmodelle werden in der ökologischen Forschung aus unterschiedlichen Gründen eingesetzt (vgl. REICHE & MÜLLER 1994). Sie werden unter anderem dazu verwendet, das komplexe Verhalten von Systemen zu beschreiben und vorherzusagen. Dabei können die Ergebnisse unter theoretischen Aspekten zur Überprüfung von Hypothesen dienen. In der angewandten Landschaftsplanung sind erfolgreich evaluierte Modellsysteme ein Werkzeug, um die Reaktion von Systemen auf Veränderungen zu prognostizieren. Mit dem Modellpaket DILAMO können durch den Vergleich der Simulationsergebnisse des aktuellen Zustandes sowie verschiedener Planungsvorstellungen für Raumausschnitte, wie z. B. Teileinzugsgebiete, die Veränderung der Wasser- und Stickstoffflüsse aufgezeigt und entsprechend den Zielen optimiert werden. Am Beispiel des Verlandungsmoores Pohnsdorfer Stauung bei Preetz, Schleswig-Holstein, läßt sich das prinzipielle Vorgehen erläutern.

Pohnsdorfer Stauung

Die Pohnsdorfer Stauung ist ein für die weichsel-eiszeitlich geprägte Moränenlandschaft im Naturraum 'Östliches Hügelland' typisches Verlandungsmoor. Es liegt etwa 10 km südsüdöstlich Kiels im Einzugsgebiet der Neuwührener Au kurz vor ihrem Zufluß in den hypertrophen Postsee. Das Gebiet wurde 1953 durch den Bau eines Schöpfwerkes und die Eindeichung der Neuwührener Au für eine landwirtschaftliche Grünlandnutzung kultiviert. Unmittelbar nach der Installation des Schöpfwerkes sackte die Mooroberfläche infolge des Auftriebsverlustes und der Schrumpfung des Torfkörpers stellenweise um bis zu 1.8 m. In der

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Folgezeit bis 1992 verringerte sich die Moorbodenmächtigkeit im Mittel um weitere 40 cm durch Mineralisierung der Torfe, wie eine erneute Höhenaufnahme ergab. Aktuell liegen weite Teile der Pohnsdorfer Stauung unter dem mittleren Wasserspiegel des hydrologisch benachbarten Postsees, so daß eine landwirtschaftliche Nutzung nur bei entsprechender Entwässerung durch das Schöpfwerk möglich ist. Mit dem Methodenpaket DILAMO wurde das Gebiet für eine Modellierung mit dem System WASMOD aufgearbeitet, um die Auswirkung einer Nutzungsextensivierung sowie ein Anheben der Wasserstände auf die Wasser- und Stoffdynamik zu prognostizieren. Dabei steht die Frage im Vordergrund, welche Grundwasserstände sich innerhalb der Stauung bei Einstellung des Schöpfwerkbetriebes im Mittel einstellen und in wieweit durch diese Maßnahmen der oxidative Torfschwund und damit der Nährstoffaustrag reduziert werden kann.

Nach den Ergebnissen der statischen Gebietsanalyse werden die knapp 100 ha Niedermoorböden der Pohnsdorfer Stauung zur Hälfte als Grünland landwirtschaftlich genutzt. Etwa ein Drittel der Fläche liegt brach. Hier haben sich in Abhängigkeit von den hydrologischen Verhältnissen im Laufe der Sukzession *Phragmites-, Phalaris-* und *Urtica*-Bestände entwickelt. Auf den verbleibenden 10 % Fläche stockt ein Erlen(bruch)wald. Die Mineralböden im Einflußbereich des Schöpfwerkes werden zur Hälfte forstwirtschaftlich genutzt, überwiegend als Buchenlaubwald. Unter den gegenwärtigen Bedingungen ist die Landnutzung im Einflußbereich trotz der Entwässerung durch ein Schöpfwerk aufgrund des hohen Wald- und Röhrichtanteils als extensiv zu bewerten. Das Grünland wird aktuell ebenfalls mit niedrigen Nutzugsintensitäten, in der Regel ohne Stickstoffdüngung, als Mähweide genutzt.

Mit dem Simulationsmodell WASMOD wurden für das Gebiet der Pohnsdorfer Stauung 2 Szenarien gerechnet. In der **aktuellen** Variante entspricht die Nutzung den gegenwärtigen Verhältnissen. Die Hydrologie wird durch das Schöpfwerk geprägt. Demgegenüber wird in der **naturnahen** Variante die Landnutzung in der Simulation für Mineralböden auf Buchenwald und für Niedermoorböden auf Röhricht gesetzt. Die entwässernde Wirkung des Schöpwerkes wird abgestellt. Stattdessen wird mit den sich einstellenden, anthropogen unbeeinflußten Gewässerhöhen gerechnet. In der Simulation wird nach einem mehrjährigen Vorlauf zur Einstellung von Wasser- und Stoffgleichgewichten ein Klimadatensatz der nahegelegenen Station Ruhwinkel für den Zeitraum Oktober 1988 bis September 1997 verwendet. In den Ergebnissen werden nur diese neun Jahre ausgewertet.

Auswirkung der Vernässung auf die Wasserstände

Die Veränderung der Landnutzung und der Gewässerhöhen haben in der Simulation der naturnahen Variante im Vergleich zur aktuellen im allgemeinen zu einer Anhebung der mittleren Wasserstände geführt. Die Simulationsergebnisse geben ein räumlich differenziertes Bild der Auswirkung dieser Maßnahmen wieder (Abb. 7). Die Erhöhung der Gewässerhöhen hat vor allem in den tiefer liegenden Bereichen der Pohnsdorfer Stauung eine Anhebung der mittleren Wasserstände um mehr als einen halben Meter bewirkt. In den 'gepunkteten Flächen' haben sich die mittleren Wasserstände nur geringfügig um ± 10 cm verändert. Auf diesen Flächen wird zum Teil das Anheben der Wasserstände durch Evapotranspirationsverluste aufgrund einer ebenfalls veränderten Vegetationsstruktur im Mittel ausgeglichen. Dies kann in den Randbereichen der Niedermoorböden aufgrund erhöhter Evapotranspiration der Buchenwälder zu einer Abnahme der Zuflüsse und damit der Wasserstände benachbarter Flächen führen.

Die flächenhaft differenzierte Auswirkung von Managmentmaßnahmen in den Simulationsergebnissen belegt die komplexen Interaktionen zwischen Vegetationsstruktur, Landnutzung und Relief für den Wasserhaushalt. Durch die Anwendung des Simulationsmodells

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

WASMOD können diese Wechselwirkungen aufgrund der dynamischen Betrachtungsweise in Form von Szenarien bereits bei der Planung von Naturschutzmaßnahmen berücksichtigt werden.

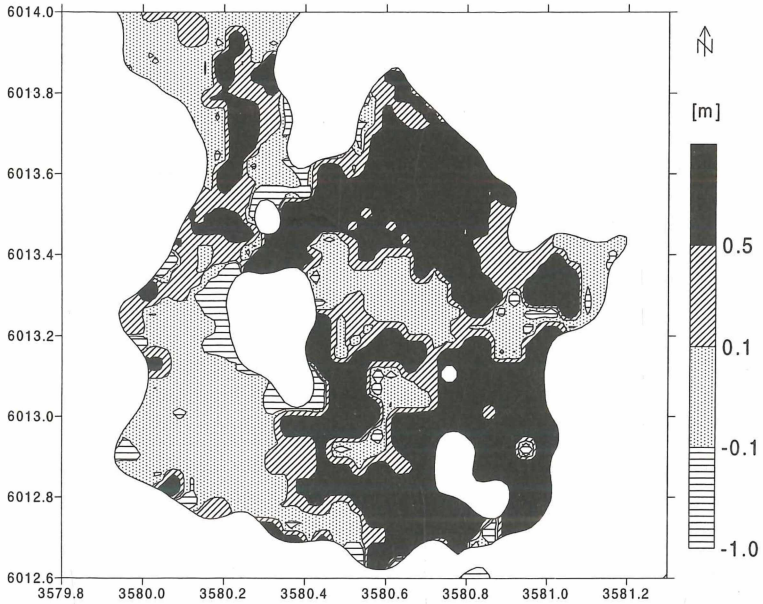

Abb. 7: Veränderung der mittleren Wasserstände in [m] zwischen der aktuellen und naturnahen Variante.

Einfluß der Landnutzung und Wasserwirtschaft auf die Stickstoffbilanz

Die Wechselbeziehungen werden noch komplexer, wenn in die Analyse der Nährstoffhaushalt mit einbezogen wird. In der Stickstoffbilanz stehen Einträgen über Düngung und atmosphärische Deposition Austräge über Ernteentzüge, Denitrifikation, Auswaschung und Voltalisation gegenüber. Durch interne Prozesse wie die Mineralisation werden zusätzliche Stickstoffmengen freigesetzt. Dabei wird die Intensität mikrobieller Prozesse im Stickstoffhaushalt vom pH-Wert, der Temperatur sowie der Bodenfeuchte beeinflußt. In der aktuellen Variante ist die Stickstoffbilanz im überwiegenden Bereich der Pohnsdorfer Stauung negativ (Abb. 8 a). Auf diesen Flächen wird den Niedermoorböden mehr Stickstoff entzogen, als ihnen zugeführt wird. Vor allem die westlich gelegenen, als Grünland genutzten Flächen der Pohnsdorfer Stauung weisen mit mittleren Defiziten zwischen 25 und 50 kg N ha^{-1} a^{-1} auf einen kontinuierlichen Abbau der Stoffvorräte im Torf hin. Neben den Ernteentzügen wird Stickstoff überwiegend über Denitrifikationsprozesse aus dem System ausgetragen. Die Stickstoffausträge mit dem Sickerwasser variieren nach den Simulationsergebnissen zwischen 0 und 50 kg N ha^{-1} a^{-1}. Der Stickstoffaustrag mit dem Sickerwasser wird neben den witterungsabhängigen Sickerwassermengen durch den Eintrag von Stickstoffdüngern beeinflußt (TREPEL & SCHRAUTZER 1999). Bei einem Düngemitteleintrag nach den Empfehlungen der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein zwischen 140 und 180 kg N ha^{-1} a^{-1} beträgt der mittlere Stickstoffaustrag mit dem Sickerwasser zwischen 25 und 30 kg N ha^{-1} a^{-1}. Bei extensiv genutzten Niedermoorflächen variiert der Stickstoffaustrag mit dem Sickerwasser dagegen zwischen 6 und 12 kg N ha^{-1} a^{-1}.

Vernässung und Änderung der Landnutzung wirken sich auf die Intensität der mikrobiellen Prozesse aus. In der Fläche haben sich die Bereiche mit einer positiven Stickstoffbilanz

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

etwas ausgebreitet (Abb. 8 b). Im Vergleich zur aktuellen Variante haben sich in der naturnahen die Defizite in weiten Bereichen der Pohnsdorfer Stauung verringert. Durch die simulierten Maßnahmen wird der Abbau der Stickstoffvorräte allerdings nicht gestoppt, sondern nur reduziert.

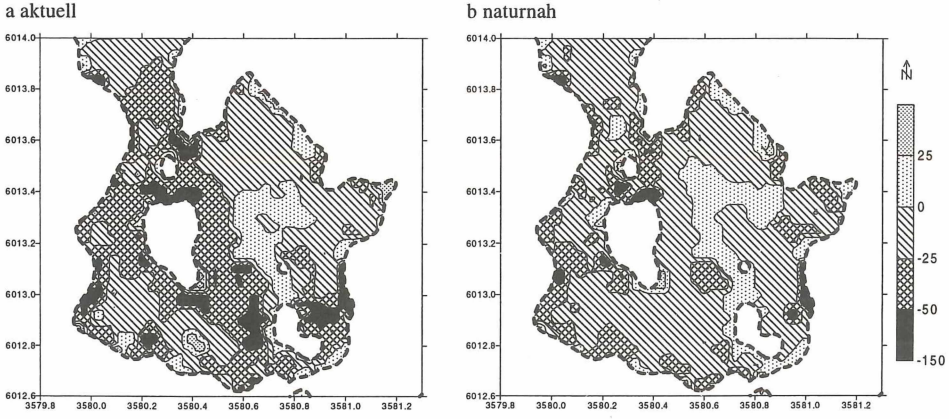

Abb. 8: Stickstoffbilanz für die Niedermoorböden der Pohnsdorfer Stauung; a in der aktuellen und b in der naturnahen Variante. Dargestellt ist der Mittelwert in [kg N ha^{-1} a^{-1}] aus dem Simulationszeitraum 10.'88 bis 9.'97.

Aus der Kombination der flächenhaften Simulationsergebnisse zum Wasser- und Stickstoffhaushalt lassen sich Potentiale für mögliche Entwicklungsrichtungen ableiten. Im vorliegenden Beispiel bieten die östlich gelegenen Bereiche der Pohnsdorfer Stauung aufgrund ihrer hohen Wasserstände gute Voraussetzungen für die Initiierung eines erneuten Torfwachstums durch Schilfröhrichte und Seggenrieder. Die westlich gelegenen Bereiche sind nach den Simulationsergebnissen nicht ganzjährig vernässbar. Dennoch kann durch erhöhte Wasserstände die Torfmineralisation reduziert werden, wobei eine extensive Bewirtschaftung der Flächen weiterhin möglich ist. Darüber hinaus werden durch eine solche Nutzungsweise potentielle Standorte für teilweise gefährdete Molinietalia-Arten geschaffen.

Ausblick

Naturschutz ist Planungstätigkeit beziehungsweise Umsetzung von Planung in der Kulturlandschaft. Die in jüngerer Zeit angestiegene Fülle an Aufgaben sowie die Diversifizierung von Zielen bei pluralistisch biegsam gewordenen Wertmaßstäben machen eine Kommunikation sowohl zwischen Fachvertretern unterschiedlicher Teildisziplinen als auch zwischen Naturschützern, Wissenschaftlern und Öffentlichkeit nicht leicht.

Geobotanik soll unser Verständnis von der Wechselbeziehung zwischen Vegetation und Standort fördern. In der Umweltforschung geht es um die sinnvolle Verknüpfung von Wissen und Handeln. Spezialwissen hilft Teilfragen lösen. Die Bewältigung komplexer Zusammenhänge bedarf darüber hinausgehend verstärkter Transdisziplinarität und Kooperation. Für die Zukunft zeichnen sich die folgenden Perspektiven ab:

- Ein Zugewinn an Verständnis durch verstärkte Transdisziplinarität anstelle von beziehungsweise in Ergänzung zu wachsendem Spezialwissen. Komponenten sind unter anderem Populationsbiologie, Populationsgenetik, (Öko-)Physiologie, Vegetations- und Standortkunde; Hydrologie, Bodenkunde, Landwirtschaft, Landschaftsökologie, Modellierung, Landschaftsplanung, Landschaftsgeschichte, Soziologie, Ökonomie, Ökosystemforschung, Landschaftsökologie, Soziologie.

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

- Ferner gilt es, ein besseres Verständnis für schleichend ablaufende und nicht direkt aus der Vegetationszusammensetzung erkennbare Prozesse zu entwickeln. Im Kieler Ökologie-Zentrum wurden in jüngerer Zeit bereits robuste und vergleichsweise einfach zu nutzende Auswertungsmethoden zur Ableitung ökologischer Potentiale und Standortempfindlichkeiten entwickelt. Einige davon werden bereits in Behörden und Planungsbüros eingesetzt.
- Außerdem ist es erforderlich, ästhetisch-emotionale Aspekte ebenso angemessen einzubeziehen wie sozioökonomische Aspekte (Problemkomplex 'Nachhaltige Entwicklung' und Biodiversität).
- Angesichts globaler Probleme gilt es zudem, den regionalen 'Tellerrand' richtig einschätzen zu lernen; Naturschutz ist auch ein Skalenproblem.
- Schließlich bleibt als konsequente Forderung an die Politiker, zielgerichtet inhaltlich-gesellschaftliche Aufgaben zu forcieren, also etwa, das Nachhaltigkeits-Paradigma inhaltlich auszugestalten.

Zusammenfassung

Naturschutz ist nicht erkenntnis-, sondern vielmehr planungsorientiert. Naturschutzziele betreffen die Erhaltung und Förderung von Schutzgütern: Arten, Lebensgemeinschaften, Lebensräumen, Umweltmedien (Boden, Wasser, Luft), ökosystemaren Funktionen ('Naturhaushalt') und Landschaftsausschnitten ('Ästhetik', Landschaftsgeschichte, Erholung des Menschen). Das neuerdings umwelt- und entwicklungspolitisch international stärker in den Vordergrund rückende Paradigma einer 'nachhaltigen Entwicklung' ('Sustainability') erfordert eine bewußte Integration sozialer, ökonomischer und ökologischer Belange, um sich den weltweiten Problemen der Überbevölkerung, sozialen Gerechtigkeit und sorgsamen Nutzung natürlicher Ressourcen verantwortungsvoll zu stellen. Vor diesem Hintergrund erwächst Naturschützern ein deutlich erweiterter Aufgabenkomplex, für den neue Konzepte und Strategien entwickelt werden müssen.

Vegetationskundler tun sich in Deutschland schwer, ihre Inhalte und Ziele zu definieren. Modernere Lehrbücher und Übersichten firmieren unter den Begriffen Pflanzensoziologie, ökologische Pflanzensoziologie, Geobotanik, Vegetationsökologie oder Pflanzengeographie - mit partieller Überlappung und individuell gestalteter inhaltlicher Abgrenzung. Die Beschreibung und Analyse der räumlichen und zeitlichen Skalen von Vegetationsmustern sowie das Verstehen struktureller wie funktionaler Wechselbeziehungen zwischen Vegetation, Standort, Entwicklungs- und Nutzungsgeschichte sowie Dynamik setzt indessen eine stete inhaltliche Kooperation mit Nachbardisziplinen voraus (Ökosytemforschung, theoretische Ökologie, Ökophysiologie, Populationsbiologie, Hydrologie, Klimatologie, Bodenkunde, Ur- und Frühgeschichte u.a.m.), um nicht in disziplinärer Spezialisierung zu 'versäulen', wie etwa Glotz das Risiko der Einzementierung wissenschaftlicher Fachrichtungen umschreibt. Die Erweiterung des Arbeitsfeldes wird an einem populationsbiologischen Beispiel sowie einer Fallstudien zur Koppelung eines Geographischen Informationssystems mit einem Wasser- und Stofffluß-Modell erläutert.

Zwischen Realität und Möglichkeiten der Kooperation von Vegetationskundlern und Naturschützern klaffen derzeit beträchtliche Hohlformen. Die Qualität einer künftigen Zusammenarbeit dürfte stark davon abhängen, inwieweit sich die jeweiligen Partner als kooperationsfähig und zu transdisziplinärer Zusammenarbeit bereit erweisen. Ein wesentliches Problem für Vegetationskundler wird es sein, zur Integration naturwissenschaftlicher Basisdaten für die Umweltbeurteilung auf unterschiedlichen räumlichen wie zeitlichen Skalen einen für die Anwender nachvollzieh- und umsetzbaren Beitrag zu leisten. Eine operatio-

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

nalisierte Vegetations- und Standortbeurteilung mithilfe von Expertensystemen könnte dafür ein Hilfsmittel sein. Für Naturschützer wird es vor allem darauf ankommen, sich aus der weltanschaulichen, mitunter fundamentalistischen Isolation zu lösen und Natur- und Umweltschutz verstärkt als gesamtgesellschaftliche Aufgabe zu vermitteln. Dafür bildet eine verbesserte Auseinandersetzung mit dem Naturverständnis der (noch) Nichtnaturschützer eine notwendige Voraussetzung.

Quellen

AARSSEN, L.W. (1997): On the progress of ecology.- Oikos **80**: 177-178.

BEATTY, A. J., LYONS, N. (1975): Seed Dispersal in *Viola* (Violaceae): Adaptations and Strategies.- Amer. J. Bot. **62**(2): 714-722.

BEINLICH, B. (1995): Veränderungen der Wirbellosen-Zönose auf Kalkmagerrasen im Verlauf der Sukzession. In: BEINLICH, B., PLACHTER, H. (Hrsg.): Schutz und Entwicklung der Kalkmagerrasen der Schwäbischen Alb.- Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.: 283-310.

CRAWLEY, M.J. (1987): Plant ecology defended.- Trends Ecol. Evol. **2**: 252-254.

DIEMONT, W.H., SISSINGH, S., WESTHOFF, V. (1954): Die Bedeutung der Pflanzensoziologie für den Naturschutz.- Vegetatio **5/6**: 586-594.

EKSTAM, U., FORSHED, N. (1992): Om hävden upphör. Kärlväxter som indikatorarter i ängs- och hagmarker. (If grassland management ceases. Vascular plants as indicator species in meadows and pastures). Naturvardsverket, Solna.

ELDREDGE, N., GOULD, S. (1972): Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism.- In: SCHOPF, Th. (ed.), Models in Paleobiology, 82-115, San Francisco.

GRUBB, P. (1977): The maintenance of species richness - plant communities: the importance of the regeneration niche.- Biol. Rev. **52**: 107-145.

HANSEN S., JENSEN, N.E., NIELSEN, N.E., SVENDSEN, H. (1990): DAISY - Soil Plant Atmosphere System Model. NPO-Research Report: **A10**; The national agency of environmental protection, Copenhagen, Denmark.

KORNECK, D., SCHNITTLER, M., KLINGENSTEIN, F., LUDWIG, G., TAKLA, M., BOHN, U., MAY, R. (1998): Warum verarmt unsere Flora? Auswertung der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands.- SchriftenR. Vegkde **29**: 299-444.

KRENOVA, Z., LEPS, J. (1996): Regeneration of a *Gentiana pneumonanthe* population in an oligotrophic meadow.- J. Veg. Sci. **7**(1): 107-112.

LARCHER, W. (1994): Ökophysiologie der Pflanzen.- 5. Aufl., 394 S., Ulmer, Stuttgart.

MEYER, C. (1997): Untersuchungen zum Einfluß der Vegetationsdichte sowie der Streuauflage auf die Vegetation von Feuchtgrünlandbrachen.- Unveröff. Diplomarbeit Bot. Inst. Univ. Kiel, 89S.

MIERWALD, U., BELLER, J. (1990): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Schleswig-Holsteins. Landesamt Natsch. Landschpfl. Schl.-H.: 1-64.

NEUHAUS, R. (1997): Sukzession von Pflanzengemeinschaften in eingedeichten Salzwiesen und Watten des Beltringharder Kooges.- Diss. Bot. Inst. Univ. Kiel, 120 S. + Anhang.

PETERS, R.H. (1991): A critique for ecology.- Cambridge Univ. Press.

REICHE, E.-W. (1991): Entwicklung, Validierung und Anwendung eines Modellsystems zur Beschreibung und flächenhaften Bilanzierung der Wasser- und Stoffdynamik in Böden. - Kieler Geographische Schriften **79**.

REICHE, E.-W. (1994): Modelling water and nitrogen dynamics on catchment cale. - Ecological Modelling **75/76**: 371-384.

REICHE, E.-W. (1996): WASMOD - Ein Modellsystem zur gebietsbezogenenSimulation von Wasser- und Stoffflüssen - Darstellung des aktuellen Entwicklungsstandes. - EcoSys **4**: 143-163.

REICHE, E.-W., MÜLLER, F. (1994): Regionalisierender Einsatz von Simulationsmodellen. In: SCHRÖDER, W., VETTER, L., FRÄNZLE, O. (eds.): Neuere statistische Verfahren in der Geoökologie. Braunschweig, Wiesbaden.

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

REICHE, E.-W., MEYER, M., DIBBERN, I. (1999): Modelle als Bestandteile von Umweltinformationssystemen dargestellt am Beispiel des Methodenpaketes „DILAMO". Beitrag zur AGITtagung in Salzburg 1998; in press.

SCHRAUTZER, J., JENSEN, K. (1999): Quantitative und qualitative Auswirkungen von Sukzessionsprozessen auf die Flora der Niedermoorstandorte Schleswig- Holsteins.- Z. Ökol. Natschutz **7**: 219-240.

SILVERTOWN, J., FRANCO, M., MENGES, E.S. (1996): Interpretation of Elasticity Matrices as an aid to the management of plant populations for conservation.- Cons. Biol. **10**(2): 591-597.

SIMBERLOFF, D. (1981): The sick science of ecology: symptoms, diagnosis, and prescription.- Eidema **1**: 49-54.

SPACKOVA, I., KOTOROVA, I., LEPS, J. (1998): Sensitivity of seedling recruitment to moss, litter and dominant removal in an oligotrophic wet meadow.- Folia Geobot. **33**: 17-30.

THOMPSON, K., BAKKER, J.P., BEKKER, R.M. (1997): The soil seed banks of North West Europe. Methodology, density and longevity. Cambridge University Press, Cambridge.

TREPEL, M., SCHRAUTZER, J. (1999): Bedeutung von Niedermoorböden für den flächendeckenden Gewässerschutz.- SchrR. Agrarwiss. Fak. Univ. Kiel **84**: 109-117.

TREPL, L. (1987): Geschichte der Ökologie - vom 17. Jahrhundert bis in die Gegenwart.- Frankfurt a. M.

VALSANGIACOMO, A. (1998): Die Natur der Ökologie. - 324 S., vdf Hochschulverlag AG, ETH Zürich.

VENEMA, H.J., DOING, I.H., ZONNEVELD, I.I.S. (1970): Vegetatiekunde als synthetische wetenschap.- Mededel. Bot. Tuinen Landbouwhogeschool Wageningen **12**: 159 S.

Anschrift der Verfasser:
Klaus Dierßen, Kai Jensen, Michael Trepel, Ökologie-Zentrum der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Schauenburger Str. 112, D 24118 Kiel

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: 11

Autor(en)/Author(s): Dierßen Klaus, Jensen Kai, Trepel Michael

Artikel/Article: Die Bedeutung der Vegetationskunde für den Naturschutz 331-352