

## Wissen nutzbar machen für das Management von Waldökosystemen

Von Hans Pretzsch, Weihenstephan

Das Management von Ökosystemen, insbesondere ihre Planung, wird angesichts von globalen Veränderungen und Risiken immer schwieriger. Das erhöht aber den Bedarf an innovativen Planungsmethoden und darf nicht zum Rückzug in die Grundlagenforschung führen. Modelle können Einzelerkenntnisse zu einem Ganzen zusammenführen und auf eine praxisrelevante Ebene übertragen. Szenarioanalysen anhand von Modellen ermöglichen am ehesten, das noch immer weitgehend normativ geprägte Ökosystemmanagement auf eine berechenbare Grundlage zu stellen.

### Gewissheit und Bedeutung forstwissenschaftlicher Erkenntnisse

Wenn die Forstwissenschaft sich allein auf die Erklärung von Prozessen auf Zell-, Organ-, Organismus- oder Bestandesebene ausrichtet, forscht sie an der Lebenswelt des Menschen vorbei. Erst wenn die Erkenntnisse auch für höhere räumliche oder zeitliche Größenordnungen, etwa für die Bestandes-, Betriebs- oder Regionalebene bedeutsam sind, können und müssen sie für das Ökosystemmanagement nutzbar gemacht werden. Beispielsweise erhalten selbst die spannendsten Entdeckungen von Konkurrenzstrategien im Mischbestand für das Ökosystemmanagement erst dann Bedeutung, wenn die Prozesse bis zur Bestandesebene verfolgt und mit Blick auf die Bestandesdynamik, die flächenbezogene Produktion und Wertleistung quantifiziert werden können. Werden derartige Erkenntnisse in Wachstumsmodellen integriert, die das Systemverhalten auf mehreren Ebenen abbilden, so können sie in den Planungsprozess eingebracht werden. Voraussetzung ist, dass die im Modell enthaltenen Einzelerkenntnisse so integriert werden, dass sie sich als Einflussfaktor auf übergeordnete, praxisrelevante Ebenen, wie Bestand-, Betriebs-, Landschaftsebene, hochrechnen lassen.

### Ökosystemmanagement mit Modellen

Gehen wir von einem bestimmten Istzustand des Systems aus, z.B. von einem gleichaltrigen Fichtenreinbestand. Dann

*Prof. Dr. H. Pretzsch leitet den Lehrstuhl für Waldwachstumskunde an der Technischen Universität München. Kurzfassung des Beitrages anlässlich der Forstwissenschaftlichen Tagung 2006 in Dresden/Tharandt. Die Vortragsreihe „Vom Baum zur Landschaft“ berichtet über Ergebnisse der FONA-Projekte CSWH, ENFORCHANGE, SILVISIO und OSTALB, die dankenswerterweise vom BMBF gefördert werden.*

besteht Ökosystemmanagement in der Entwicklung eines Soll- oder Zielzustandes und in der Überführung des Ist- in den Sollzustand. Der Sollzustand, im hiesigen Beispiel ein ungleichaltriger Fichten-Buchen-Mischbestand, ist das Ergebnis eines Aushandlungsprozesses zwischen Interessenvertretern (in Abb. 1 durch den „Runden Tisch“ symbolisiert). Dieser Aushandlungsprozess wird nun viel mehr von normativen Wertentscheidungen als von wissenschaftlichen Erkenntnissen bestimmt: Meinungen wie „Buchenwald ist schön, stabil und natürlich – Fichtenwald ist künstlich, schadanfällig und unökologisch“ haben in solchen Aushandlungsrunden mehr Gewicht als Fachwissen. Anliegen der Forstwissenschaft muss es aber sein, geprüftes Wissen möglichst wirkungsvoll in die Entscheidung über die Zielsetzung einzubringen.

Das wirkungsvollste Werkzeug, Fachinformationen und Systemwissen in den Entscheidungsprozess einzubringen, bilden seit Beginn der Forstwissenschaft Modelle: zunächst Erfahrungstabellen und Ertragstafeln mit verschiedenen Handlungsoptionen und dann immer mechanistischer konzipierte Simulationsmodelle für die Nachbildung von Ökosystemen. Modelle ermöglichen Wenn-Dann-Aussagen: Was würde eintreten, wenn ich so oder anders entscheiden würde [1]? Der Vergleich verschiedener Szenarien kann die Entwicklung des Sollzustandes auf eine messbare Grundlage stellen und zweifelhafte normative Bewertungen relativieren (Abb. 2). Ist der Sollzustand schließlich definiert, so ermöglicht Umsetzungsweisen, z. B. in Form von waldbaulichen Bewirtschaftungsregeln, die kontinuierliche Überführung des Ist- in den Zielzustand.

### Paradigmen ändern sich

Die Zielvorstellungen des Ökosystemmanagements verändern sich u.a. mit den Vorlieben der Gesellschaft, der Wirt-

schaftslage und den Umweltbedingungen. Es lassen sich fünf Paradigmen des Ökosystemmanagements unterscheiden (YAFFEE, 1999), die von anthropozentrischen über biozentrische bis hin zu ökozentrischen Ansätzen reichen. Für jeden dieser Ansätze stehen Modelle als Planungshilfe im Sinne des vorhergehenden Abschnittes zur Verfügung.

- Die erste frühe Phase bis ins 17. Jahrhundert kann als jene der **multiplen Nutzung** charakterisiert werden: Jagd, Bienenhaltung im Wald, Waldweide, Holznutzung und Rodung existierten oder konkurrierten nebeneinander. **Modelle:** Karten und Erfahrungstabellen, die zeigen wo und wie viel zu nutzen ist.
- Der Merkantilismus des 17. Jahrhunderts mit großem Bedarf an Holz zum Wiederaufbau nach dem 30-jährigen Krieg, zum Verfeuern für den täglichen Bedarf, Erzverhüttung und Salzsieden führte zu dem Paradigma der **dominierenden Holznutzung**. **Modelle:** das Normalwaldmodell oder auch die Faustmann-Formel.
- Um die Holzversorgung und ebenso andere Leistungen des Waldes, wie z.B. Trinkwasserversorgung, Erholungsfunktion, sicherzustellen, wurde im zurückliegenden Jahrhundert zur **umweltsensitiven multiplen Nutzung** übergegangen. **Modelle:** Waldwachstumssimulatoren unterstützen diesen Ansatz, indem sie ein breites Spektrum von Optionen ausprobieren und solche Szenarien herausarbeiten, die vorgegebene Bedingungen nicht verletzen und besonders gut abschneiden.

Diesen drei Paradigmen multiple Nutzung, dominierende Holznutzung und umweltsensitive multiple Nutzung liegt eine eher anthropozentrische Perspektive zugrunde. Sie zielen auf eine bestmögliche Nutzung der Natur durch den Menschen.

- Der Ökosystem-Ansatz geht von einer biozentrischen Perspektive aus: Im Vordergrund steht der behutsame Umgang mit der Schöpfung. Ihr Schutz, ihre Bewahrung oder die nachhaltige Nutzung werden als Wert an sich angesehen. Die Verwundbarkeit von Ökosystemen durch Nährstoffexporte, sauren Regen oder Klimaveränderung haben den ökosystemaren Ansatz weit voran gebracht. **Modelle:** Biogeochemische und andere Prozessmodelle sind leistungsstarke Werkzeuge, um das Systemverhalten unter Gleichgewichts- (steady-state-) Bedingungen, aber auch bei Klimaänderungen, Nährstoffexporten oder Schadstoffeinträgen zu analysieren und gegensteuernde Maßnahmen zu planen.
- Der Ökoregion-Ansatz erweitert die Perspektive vom Bestand mit gegebenem

# Vom Baum zur Landschaft

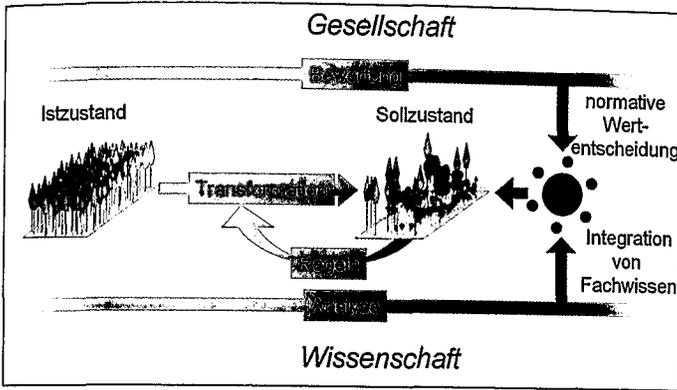


Abb. 1: Konzept für das Management von Waldökosystemen. Ausgehend von einem Istzustand soll ein System in einen Sollzustand transformiert werden. Die Gesellschaft mit ihrer normativen Bewertung und die Wissenschaft mit ihren Erkenntnissen entwickeln den Sollzustand.

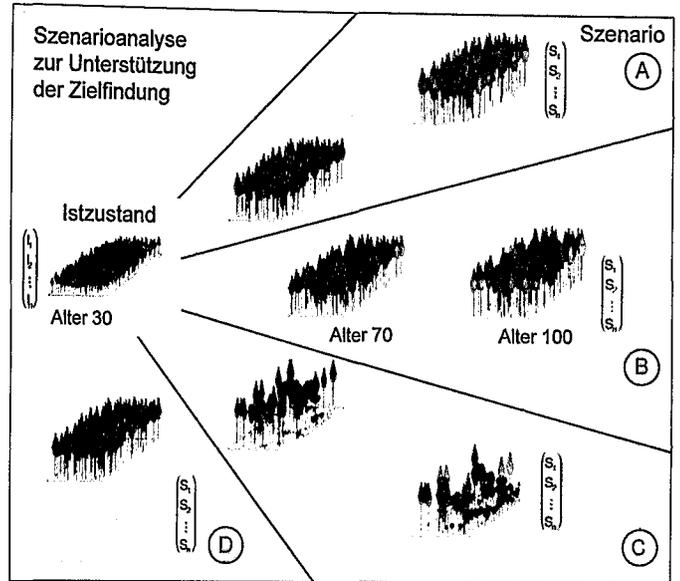


Abb. 2: Szenarioanalyse zur Unterstützung der Zielfindung: Ausgehend vom Istzustand ermöglichen Modelle für ein breites Spektrum von Handlungsalternativen Szenariorechnungen, welche die Konsequenzen der Alternativen transparent machen und den Sollzustand entwickeln.

Standort, seiner Flora und Fauna auf die regionale Ebene: Bei diesem Ansatz werden Wald-, Grünland-, Acker Systeme und Gewässer sowohl für sich als auch in ihren Interaktionen betrachtet. Sie zwingen die Forstwissenschaft zum Verlassen ihrer grünen Insel, erfordern Anbindung an Landnutzungs- und Stadtplanung. **Modelle:** Landschaftsentwicklungs-Modelle kombinieren Teilmodelle u.a. für Wald-, Grasland, Ackerland, urbane Regionen und Gewässer. Die Teilmodelle stehen über gemeinsame Atmosphären- und Hydrosphärenmodelle und direkte räumliche und zeitliche Interaktionen miteinander in Verbindung.

Diese fünf Paradigmen folgen nicht streng zeitlich aufeinander, sondern repräsentieren Zustände entlang eines ständigen Wandels: Waldökosystemmanagement bewegt sich vorwärts und auch rückwärts auf dieser Achse; in Mitteleuropa zeichnet sich nach stark biozentrisch geprägten Ansätzen der letzten Jahrzehnte eine Verschiebung zurück zu anthropozentrisch und an der Holznutzung orientierten Ansätzen ab. Entwicklungsländer strengen einen Übergang vom Paradigma der dominierenden Holznutzung zur umweltsensitiven multiplen Nutzung an.

## Konsequenzen für Wissenschaft und Praxis

Wenn Systemwissen nach dem auf Abb. 1 skizzierten Schema am wirkungsvollsten über Modelle in den Planungsprozess eingebracht werden kann, dann besteht eine erste Konsequenz darin, Einzelkenntnisse so weit wie möglich in eine Gesamtvorstellung vom System zu bringen, auf Relevanz zu prüfen und bei Relevanz für übergeordnete Skalenebenen algorithmisch in Modelle zu integrieren. Diese Forderung richtet sich nun keinesfalls gegen rein „zweckfreie“ Grundlagenforschung; allerdings wird ein großer Gewinn darin gesehen, wenn bei Einzelkenntnissen stets nach einer Relevanz für die übergeordneten zeitlichen und

räumlichen Systemebenen gefragt wird. Auf diese Weise würden die skizzierten Modellansätze konsequent weiterentwickelt und an den aktuellen Wissensstand angepasst.

Der dargestellte Wechsel der Paradigmen des Ökosystemmanagements unterstreicht zweitens, dass der angestrebte Wissenstransfer nicht durch ein einziges „Supermodell“ möglich ist. Vielmehr wird eine ganze Bibliothek von Modellen benötigt, die am jeweiligen Zweck und Paradigma des Ökosystemmanagements und den bereitstehenden Basisinformationen orientiert sind. Während die Entwicklung von Tafeln, Kartenwerken, GIS-Applikationen und Bestandessimulatoren schon große Fortschritte gemacht hat, besteht auf der Ebene der Ökosystem- und Landschaftsmodelle noch ein großer Entwicklungsbedarf. Wenn etwa Nachhaltigkeitskriterien und -indikatoren (z.B. Helsinki- und Montreal-Kriterien) in Szenariorechnungen Berücksichtigung finden und den Vergleich von Handlungsalternativen ermöglichen sollen, dann sind neben dendrometrischen Modellansätzen auf Bestandes- und Betriebsebene auch biogeochemische Ansätze auf Bestandes-, Betriebs- oder Regionalebene und darstellende Modelle zur Verdeutlichung der Zielzustände notwendig [4].

Drittens wird Bedarf an informationstechnischer Entwicklungsarbeit gesehen, um den Einsatz von Modellen zu vereinfachen: Bereitstellung von Startwerten für Prognoseläufe (z.B. Bestandes- und Standortinformationen), Erzeugung von Triebkraft-Zeitreihen für die Modellsteuerung (z.B. Zeitreihen für Temperatur,

Niederschlag, Nährstoffangebot), Quantifizierung und algorithmische Formulierung von bisher zumeist nur umschreibend vorliegenden Handlungsoptionen (z.B. Durchforstungs-, Endnutzungsalgorithmen), Entwicklung und Einrichtung von Datenbankstrukturen und Optimierungsalgorithmen für die Verwaltung und Weiterverarbeitung der Ergebnisse aus Szenarioanalysen.

Viertens sollte die Einführung von Modellen in die praktische Planung auf Betriebs- und Landschaftsebene vorangebracht werden. Während die Problemlösung mit Modellen im Bereich der Forschung seit langem Standard ist und in der Lehre bei den Studierenden gegenwärtig auf großes Interesse stößt, verläuft die Einführung in die Praxis schleppend, könnte aber gerade dort zur Transparenz und Effizienz der Planung beitragen.

### Literaturhinweise:

- [1] HANEWINKEL, M. (2001): Neuausrichtung der Forsteinrichtung als strategisches Managementinstrument. *Allg. Forst- und J.-Ztg.*, 172. Jg., H. 11, S. 203-211. [2] MATYSSEK, R.; AGERER, R.; ERNST, D.; MUNCH, J.-C.; OSSWALD, W.; PRETZSCH, H.; PRIESACK, E.; SCHNYDER, H.; TREUTTER, D. (2005): The plant's capacity in regulating resource demand. *Plant Biology*, 7, S.560-580. [3] PRETZSCH, H. (2001): Modellierung des Waldwachstums. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Wien, 341 S. [4] PRETZSCH, H. (2003): Strategische Planung der Nachhaltigkeit auf Forstbetriebssebene. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 122. Jg., S. 231-249. [5] SPELLMANN, H.; HILLEBRAND, K.; CORNELIUS, P. (2001): Konzept zur Erfassung und Sicherung der Nachhaltigkeit in multifunktional genutzten Wäldern. *Forst und Holz*, 56. Jg., S. 469-473. [6] ULRICH, B. (1999): Entwicklungsprognosen für Waldökosysteme aus der Sicht der Hierarchietheorie. *Forstw. Cbl.*, 118 Jg., S. 118-126. [7] YAFFEE, S. L. (1999): Three faces of ecosystem management. *Conservation Biology*, Vol. 13, No. 4, S. 713-725.