

FORSCHUNGSPROJEKT ZUR ERARBEITUNG EINES KONZEPTEES EINER NACHHALTSGERECHTEN WALDBEWIRTSCHAFTUNG AUF DER GRUNDLAGE VON ZWEIPHASIGER INVENTUR UND ÖKONOMISCHER BEWERTUNG

Beschreiben den Forschungsprojekt "DNISTER", die die Untersuchungen zu forstlichen, agrarischen und hydrologischen Aspekten der Landnutzung verbindet, welche in eine integrative Landnutzungsplanung münden sollen. Dabei finden neben ökologischen Belangen vor allem auch die ökonomischen und sozialen Interessen der lokalen Bevölkerung Berücksichtigung.

*Жені Постлер – Інститут лісової економіки і
лісовпорядкування ТУ Дрезден (Німеччина)*

Дослідницький проект з опрацювання концепції сталого розвитку лісового господарства на основі двофазової інвентаризації та економічної оцінки

Описано дослідницький проект "ДНІСТЕР", який поєднує лісівничі, аграрні і гідрологічні дослідження в аспекті землекористування. Крім цього поряд із економічними чинниками взято до уваги екологічні та соціальні інтереси населення регіону.

Das Projekt ist eingegliedert in das Verbundforschungsprojekt "Entwicklung von Landnutzungskonzepten für die Region des Oberen Dnister". Innerhalb dieses Verbundes finden Untersuchungen zu forstlichen, agrarischen und hydrologischen Aspekten der Landnutzung statt, welche in eine integrative Landnutzungsplanung münden sollen. Dabei finden neben ökologischen Belangen vor allem auch die ökonomischen und sozialen Interessen der lokalen Bevölkerung Berücksichtigung. Finanziert werden die Untersuchungen durch die UNESCO und das Bundesministerium für Bildung und Forschung der BR Deutschland. Die Untersuchungen beziehen sich innerhalb der Region des Oberen Dnister auf drei Modellräume, in denen jeweils zwei Modellgemeinden einer intensiven Betrachtung unterzogen werden.

Das Projekt soll durch eine zielgerichtete Kombination von zweiphasiger Inventur, typenorientierter Planung und monetärer Evaluierung ein Konzept für eine multifunktional ausgerichtete Waldbewirtschaftung in der Dnister-Region aufzeigen. Aus diesem Oberziel ergeben sich die nachfolgend beschriebenen Teilziele:

1. Am Beginn der Arbeiten steht die Durchführung einer zweiphasigen Inventur als Kombination von Luftbildauswertung und stratifizierter terrestrischer Stichprobenerhebung zur Beschreibung der Bestockung in den Modellregionen.
2. Darauf aufbauend erfolgt eine Ableitung von Bestandestypen und Bestandesentwicklungsmodellen, die eine differenzierte Charakterisierung flächenrepräsentativer Bestockungsteile hinsichtlich Baumartenanteile, vertikaler und horizontaler Mischungsstruktur, Durchmesserverteilung, Holzmasse und Wert erlauben.

3. Als Basis für eine Evaluierung möglicher Entwicklungsszenarien schließt sich der Entwurf unterschiedlicher Soll-Typen an. Diese werden aufbauend auf einem bereits bestehenden Versuchflächenkonzept in Kooperation mit ukrainischen und deutschen Projektpartnern als Bestockungsziele abgeleitet. Die Soll-Typen dienen als Entwicklungsziele zur Sicherung verschiedenster Nutzungsansprüche der Waldbewirtschaftler und der Gesellschaft.
4. Hieran anknüpfend soll eine ökonomische Bewertung differenzierter Entwicklungsverläufe von Ist- zu Soll-Typen unter Annahme alternativer Bewirtschaftungsverfahren und betriebsorganisatorischer Grundlagen vorgenommen werden.
5. Die Übertragung der aus der Inventur hergeleiteten naturalen Informationen und der Ergebnisse einer ökonomischen Bewertung auf die Waldfläche der Modellräume bilden die Grundlage für die Erarbeitung von Waldentwicklungsstrategien und eine Unterstützung langfristig bedeutsamer forstbetrieblicher Entscheidungen in den Modellräumen.
6. Weiterhin wird durch das Forschungsprojekt der Aufbau einer umfassenden GIS-Datenbank als Voraussetzung für eine integrative Landnutzungsplanung unterstützt.

Eine funktionenorientierte Landnutzungsplanung benötigt sowohl Informationen über die gegenwärtige Landnutzung als auch über die zukünftig möglichen, nachfragegerechten Entwicklungsoptionen als Entscheidungsgrundlage. Die für die Landnutzungsform Wald neben Standortdaten vorrangig benötigten Bestockungsinformationen werden in periodischen Inventuren nach unterschiedlichsten Verfahren erhoben (v. GADOW u. STÜBER, 1994). Traditionelle, bestandesweisen Taxationen liefern flächenbezogene Bestandesdaten, wobei jedoch Strukturinformationen, die insbesondere bei der Beurteilung von Mischbeständen von Bedeutung sind, nur im begrenzten Umfang zur Verfügung gestellt werden. Dynamische Größen, zum Beispiel der Zuwachs, die die zeitlichen Veränderungen des Waldes charakterisieren, lassen sich mit diesen Inventurverfahren nur mit einer vergleichsweise geringen Genauigkeit erfassen.

Stichprobeninventuren ermöglichen demgegenüber eine differenzierte Erfassung der Bestockungsstrukturen und nach Wiederholungsinventuren auch eine objektive Beurteilung der Bestockungsdynamik für größere Befundeinheiten, wie z.B. Forstbetriebe, Reviere und Bestandestypen (JACOB, 1994). Ein weiterer Vorteil dieser Verfahren liegt in der mathematisch-statistischen Absicherung der Ergebnisse (DIETZE, 1994). In der Regel ist es jedoch nicht möglich, die Informationen aus diesen Stichprobeninventuren auf konkrete Bestände zu beziehen. Die Verfügbarkeit flächenbezogener Bestockungskennziffern ist aber eine Grundvoraussetzung für die forstliche Maßnahmenplanung (BRABÄNDER, 1990; BITTER, 1998a).

Deshalb werden bei neueren Forsteinrichtungsverfahren Stichprobeninventur und Bestandesansprache miteinander kombiniert. (BÖCKMANN et al., 1998). BITTER u. MERREM (1998a) stellen eine typenorientierte Kontrollstichprobe als Basis der mittelfristigen Planung vor. Hauptbestandteil dieses Verfahrens ist eine permanente, systematische Stichprobeninventur. Durch eine integrierte Bestandesansprache nach typenrelevanten Kriterien sowie die Nutzung von Luftbildern und

anderen flächenbezogenen Datenquellen und deren Integration in ein GIS wird eine variable Typenbildung ermöglicht. Für die definierten Typen können typenweise Behandlungsmodelle abgeleitet werden (BITTER, 1998b).

Zur Rationalisierung der Inventur empfiehlt sich in zunehmendem Maße auch die Einbindung von Luftbildinterpretation und photogrammetrischen Verfahren (AKCA et al., 1995). Solche zweiphasigen Inventurverfahren zur Ermittlung von Vorrat und Zuwachs bilden vor allem bei großräumigen Untersuchungen mit vergleichsweise homogenen Teilgebieten ein wirkungsvolles Instrument (BEISCH u. EILERMANN, 1996). Im Fall ungleichaltriger, gemischter Bestände sind Luftbilder vor allem zur Beschreibung von horizontalen Bestandesstrukturen und als räumliche Orientierungshilfe geeignet.

Neben differenzierten Inventurdaten sind für eine Waldentwicklungsplanung angepaßte naturale wie ökonomische Zielvorstellungen und betrieblich ausgerichtete Entwicklungsalternativen vom Ist-Zustand zum angestrebten Soll-Zustand abzuleiten (BITTER u. EILERMANN, 1998). Auf der Grundlage von EDV-gestützten Planungs- und Bewertungsmodellen lassen sich entsprechende Maßnahmenprogramme, die zur waldbaulichen Entwicklungssteuerung geeignet sind, mit umfassenden Kennzahlen für kurz-, mittel- und langfristige Zeiträume charakterisieren (BITTER, 1998b; DURSKY, 1999; MÖHRING, 1994). Angesichts der zentralen Bedeutung des Waldes für das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung sind bei der forstlichen Planung stets die vielfältigen Auswirkungen auf die Holzproduktions- als auch die Infrastrukturleistungen der Wälder zu beachten (BITTER u. MERREM, 1998b; v. GADOW u. PUUMALAINEN, 1998; SCHNELL u. BITTER, 1997).

Für die Modellgemeinden wird eine Ausweisung der Waldflächen und deren Charakterisierung nach den für die Typenbildung wichtigen Kriterien vorgenommen. Die Abgrenzung der homogenen Bestockungseinheiten und die Zuweisung der Bestandeskriterien soll auf der Basis digitalisierter Luftbilder vorgenommen werden.

Parallel erfolgt die Ableitung eines angepaßten Designs einer stratifizierten, terrestrischen Stichprobenerhebung, die zu einer statistisch abgesicherten Beschreibung der Bestockung in den Testregionen und zu einer Differenzierung wirtschaftlich wie ökologisch relevanter Bestandestypen geeignet ist. Terrestrische Probenerhebungen in den wichtigsten Bestandestypen vermitteln eine Schätzung der Varianz des Holzvorrates bei den verschiedenen Bestandestypen und erlauben die Ableitung des notwendigen Stichprobenumfangs in den Testregionen.

Die Durchführung der stratifizierten Stichprobeninventur mit konzentrischen Probekreisen sowie einer Verjüngungs- und Vegetationsaufnahme ist in Zusammenarbeit mit ukrainischen Partnern geplant. Für die regionalen Befundeinheiten ist ein solcher Umfang an Probepunkten vorzusehen, wie er für die Ableitung statistisch abgesicherter Ergebnisse notwendig ist. Eine Staffelung von Probekreisradien und Kluppschwellen dient einer aufwandsminimalen Schätzung der Durchmessererverteilung für die verschiedenen Baumarten in den unterschiedlichen Bestandestypen.

Die nachfolgende Auswertung der Stichprobenerhebung mit Hilfe eines entsprechenden Evaluierungssystems folgt dem Ziel, für die Testregionen, die je-

weiligen Hauptbaumarten und die zugehörigen Bestandestypen differenzierte Bestockungskennziffern ausweisen zu können. Die Übertragung der Inventurergebnisse auf die kartographisch erfassten Bestockungseinheiten wird auf der Basis einer Poststratifizierung der erhobenen Bestandestypeninformationen vorgenommen. Auf dieser Grundlage ist eine Erweiterung der digitalen Bestockungskarte um angepaßte Bestandesdaten als Voraussetzung für die nachfolgende Entwicklungsplanung und monetäre Bewertung möglich.

Die Ableitung von Behandlungsalternativen für die relevanten Bestandestypen geschieht unter Berücksichtigung der von den naturschutzfachlichen und waldbaulichen Untersuchungsergebnissen von den deutschen und ukrainischen Projektpartnern aufgestellten Sollzustände und Entwicklungskonzepte. Die monetäre Bewertung der anstehenden forstlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen erfolgt unter Differenzierung der Bereiche Verjüngung, Bestandespflege, Durchforstung und Endnutzung. In diesem Zusammenhang sind je nach Zuweisung der Nutzungsrechte unterschiedliche Ansätze für Staatliche Forstbetriebe, Agrofirmen und kleinbäuerliche Bewirtschafter einzubeziehen.

Mit der zweiphasigen Inventur und der darauf aufbauenden monetären Bewertung wird ein fundierter Beitrag zur Erfassung, Beschreibung sowie auch Evaluierung der Wälder und forstlichen Nutzungsmöglichkeiten in den Modellgemeinden geleistet. Es ergeben sich flächenbezogene Daten zur natürlichen wie ökonomischen Bedeutung der Landnutzungsform Wald, die im Mosaik der verschiedenen Landnutzungsformen eine entscheidende Rolle spielt.

Dieses gilt sowohl in den Karparten, die durch einen hohen Waldanteil gekennzeichnet sind und in denen der Wald dementsprechend einen wichtigen Wirtschaftsfaktor bilden kann, als auch im Gebiet der podolischen Platte. In den dort ansonsten oft ausgeräumten Agrarsteppen bilden vor allem die fließbegleitenden Bestockungen das "ökologische Rückgrat" der Landschaft.

Die im Projekt zu ermittelnden Flächen-, Vorrats-, und Strukturinformationen dienen als Ergänzung der vorrangig auf Versuchsbestände und Intensivmeßflächen bezogenen naturwissenschaftlichen, naturschutzfachlichen und waldbaulichen Forschungsergebnisse. Die im Projekt angestrebte Charakterisierung der Wälder auf der Maßstabebene 1:10.000 schafft also eine Verbindung zwischen den intensiven, kleinmaßstäbigen Untersuchungen auf der einen Seite und der Landnutzungsplanung für die Ebene der Modellgemeinden auf der anderen Seite.

Die differenzierten Inventurergebnisse und die nachfolgend abgeleiteten Entwicklungsszenarien informieren über die Nutzfunktion der Wälder und beschreiben gleichzeitig deren Sozialfunktionen, die für eine gleichermaßen ökologisch stabile wie nachhaltiggerechte Landschaftsentwicklung wichtig sind. Dies bedeutet, daß sowohl hinsichtlich der Bestockungsstruktur und -dynamik als auch in Bezug auf die Evaluierung der Nutzungs- und Einkommenspotentiale aus der Waldbewirtschaftung grundlegende Beiträge zur Landnutzungsplanung geleistet werden.

Literatur

1. Akca, A., Trevino Garza, E.J., v. Werder U. u. A. Pahl (1995): Einsatz von Fernerkundungs- und Geo-Informationssystemen und terrestrischen Datenerhebungen zur großräumigen Erfassung von Landnutzungen. GTZ Wald-Info, Nr. 18, S. 11-16.

2. **Beisch, Th. u. F. Eilermann** (1996): CIR-Luftbilder aus Hochbefliegungen zur Vorrats- und Zuwachsschätzung. Forstarchiv, 67. Jg., S. 3-7.

3. **Bitter, A.W. u. F. Eilermann**, 1998: Entscheidungshilfen für einen ökologisch begründeten Waldumbau. In: Untersuchungen von Waldökosystemen im Erzgebirge als Grundlage für einen ökologisch begründeten Waldumbau – Abschlußbericht des BMBF-Verbundprojekts "Erz", Tharandt, 10 S.

4. **Bitter, A.W.** (1998a): Nachhaltigkeitsgerechte Inventur und Planung im multifunktionalen Forstbetrieb. Forstw. Cbl, 117 Jg., S. 224-230.

5. **Bitter, A.W.** (1998b): Von der typenorientierten Kontrollstichprobe zur Budgetherleitung – ein Verfahrenskonzept. In: Tagungsbericht der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung, Arbeitskreis Zustandserfassung und Planung, Kloster Banz/Bayern, S. 31-47.

6. **Bitter, A.W. u. M. Merrem** (1998a): Typenorientierte Kontrollstichprobe. Konzept und Verfahrensweise. Allgemeine Forstzeitschrift 52 (23), S. 1414-1417.

7. **Bitter, A.W. u. M. Merrem** (1998b): Bewertung der ökonomischen Auswirkungen naturschutzorientierter Waldbewirtschaftungsvarianten auf den Forstbetrieb. In: Umfang und Form einer nachhaltigen Landnutzung durch Land-, Forst- und Teichwirtschaft im Biosphärenreservat Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft. Abschlußbericht an das Sächsische Landesamt für Umwelt und Geologie, 18 S.

8. **Böckmann, Th., Spellmann, H. u. F. Hüsing** (1998): Neukonzeption und Weiterentwicklung der Forsteinrichtung in Niedersachsen. Forst und Holz, Nr. 10, S. 298-302.

9. **Brabänder, H.D.**, 1990: Inventurgestützte betriebliche Angebotsplanung. In: Villa, W.: Die Verflechtung von Betriebswirtschaft und Forsteinrichtungsplanung im Forstbetrieb; IUFRO S 4.04-02, S. 105-116.

10. **Dietze, D.** (1994): Untersuchungen zur permanenten Stichprobeninventur im Forstamt Tharandt. Diplomarbeit, TU Dresden.

11. **Dursky, J.** (1999): Zur Verwendung von Rasterstichproben für die Fortschreibung, Nutzungsplanung und Behandlungsverbesserung in einem Forstbetrieb. Forstw. Cbl. 118. Jg., S. 314-325.

12. **v. Gadow, K. u. V. Stüber**, 1994: Die Inventuren der Forsteinrichtung. Forst u. Holz 49. Jg., S. 129-131.

13. **v. Gadow, K. u. J. Puumalainen** (1998): Neue Herausforderungen für die Waldökosystemplanung. AFZ/Der Wald, Nr. 20, S. 1248-1250.

14. **Jacob, T.** (1994): Möglichkeiten der Auswertung von Kontrollstichprobeninventuren im Mehrschichtwald – aufgezeigt am Beispiel der Gräfling Bernstorff'schen Forstverwaltung in Gartow. Diplomarbeit, TU Dresden.

15. **Kätsch, C.** (1998): Starkholzinventur mit Hilfe von Luftbildern. Forst und Holz, 53. Jg., S. 227-231.

16. **Möhring, B.** (1994): Über ökonomische Kalküle für forstliche Nutzungsentscheidungen: Ein Beitrag zur Förderung des entscheidungsorientierten Ansatzes der forstlichen Betriebswirtschaftslehre. Schriften zur Forstökonomie, Band 7. Frankfurt am Main: Sauerländer, 217 S.

17. **Schnell, C. u. A.W. Bitter** (1997): Erfassung und Bewertung der Infrastrukturleistungen des Waldes als Planungsgrundlage. Forschungsbericht an das Sächsische Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten. Tharandt.

УДК 681.3

Аспір. С. Катренко* – НУ "Львівська політехніка"

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

Розкрито зміст поняття керованої динамічної системи (КДС), подані основні методи аналізу цих систем, вказано сфери застосувань КДС. Також запропоновано використовувати імітаційне моделювання для виявлення залежності між вирубок лісу та паводками у Карпатах.

Ключові слова: еколого-економічна система, імітаційне моделювання.

* Наук. керівник Н.І. Андрейчук, д-р еког. наук, канд. філолог. наук, доцент – НУ "Львівська Політехніка"

Post-Graduate S. Katrenko – Lviv NU "Lvivs'ka politechnika"

Imitation modeling of ecological-economic systems

This article covers issues of the ecological-economic systems management, including main analysis methods and application fields. It is also proposed to use the imitation modeling in order to discover and describe relations between cutting down of wood and floods.

Keywords: ecological-economic system, imitation modeling.

Вступ

Протягом останніх років у природокористуванні поряд з економічними все більше важать екологічні критерії. Найперше це зумовлене погіршенням стану навколишнього середовища, адже антропогенний чинник має зазвичай негативне значення. Саме тому проблема управління еколого-економічними системами є надзвичайно актуальною.

Під час аналізу використання природних ресурсів важливими є такі цілі: вивчення динаміки природного середовища (збір і систематизація спостережень за процесами, які відбуваються у природному середовищі; побудова динамічних моделей природних процесів; моделювання еколого-економічних систем території), використання природних ресурсів території (моніторинг природних ресурсів; розробка технологій споживання ресурсів), контроль за станом природного середовища (діагноз стану природного середовища, прогнози зміни стану).

Поняття керованої динамічної системи та методи її аналізу

Динамічна система, якою керують, є системою, стан якої змінюється в часі та на яку впливають як зовнішні, так і внутрішні чинники. Математичну модель такої системи можна представити таким чином:

$$x(t + \Delta t) = x(t) + (\Delta t) f_i(x(t), u(t), \xi(t)), \quad (1)$$

$$x(0) = x_0, \quad t = 0, \quad \Delta t, \dots, T - \Delta t, \quad (2)$$

де $x(t) = (x_1(t), \dots, x_n(t))$ – вектор стану, складовими якого є значення показників, що характеризують стан системи у момент часу t . Вектори $u(t) = (u_1(t), \dots, u_m(t))$ та відповідно, $\xi(t) = (\xi_1(t), \dots, \xi_p(t))$ є векторами керованого та нецілеспрямованого впливу. Модель керованої динамічної системи можна відобразити таким чином [5]:

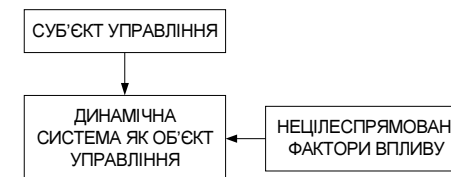


Рис. 1. Керована динамічна система

Концептуальна модель системи управління містить такі обов'язкові блоки: очікувані результати управління, концептуальна модель керованої системи, динамічна модель навколишнього середовища та інформаційно-вимірювальна система моніторингу показників стану природного комплексу.