

## Anwendung einer multikriteriellen Entscheidungsanalyse:

# Integration von Ökosystemleistungen in forstliche Planungsprozesse

Britta Uhde

*Der multifunktionale Wald muss verschiedene Leistungen und Güter bereitstellen, um die vielfältigen Ansprüche der Gesellschaft zu erfüllen. Aus diesem Grund ist die Berücksichtigung von verschiedenen Umweltgütern und -leistungen in forstliche Planungsprozesse von großer Bedeutung. Viele dieser Ökosystemleistungen (engl. ecosystem services; ES) sind allerdings nur unzureichend in Geldeinheiten bewertbar. Dennoch müssen sie bei forstlichen Planungen berücksichtigt werden. Mithilfe der multikriteriellen Entscheidungsanalyse (engl. multi-criteria decision analysis; MCDA) kann prinzipiell jede waldbauliche Alternative anhand verschiedener Kriterien bewertet werden. Über die Auswahl und die Gewichtung der Kriterien kann man schließlich eine Rangordnung der verschiedenen Handlungsalternativen herleiten.*

Jeder Waldbesitzer bewirtschaftet seinen Wald nach ökologischen, sozialen und ökonomischen Zielen. Dazu muss aus einer Vielzahl waldbaulicher Behandlungsstrategien die bestmögliche ausgewählt werden [1]. Dieser Auswahlprozess ist sehr anspruchsvoll und mühselig: oft fehlen Informationen über die folgende Entwicklung. Auch das Wissen über Methoden zur Identifikation zielerreichender Alternativen ist rar. Das Verfahren der MCDA soll diese Lücke ein wenig schließen und das Bauchgefühl und die Intuition bei der Entscheidungsfindung zumindest ergänzen.

Im Gegensatz zu einer klassischen Kosten-Nutzen-Analyse muss bei der Bewertung der Alternativen mit MCDA-Methoden keine Monetarisierung der Kriterien erfolgen. Qualitative und quantitative Daten können gemeinsam untersucht werden. Unsichere Information können auf

diese Weise integriert werden, sodass eine Bewertung komplexer Entscheidungsprobleme möglich ist [5]. MCDA-Methoden sind sehr gut dazu geeignet, verschiedene Ökosystemleistungen bei der forstlichen Planung zu berücksichtigen. Außerdem ermöglichen sie die Gewichtung einzelner Bewertungskriterien und somit die Einbeziehung der Standpunkte von verschiedenen Interessengruppen.

Ein MCDA-Prozess lässt sich anhand einzelner Schritte erklären, die in Abb. 1 (nach [1]) veranschaulicht sind. Demnach beginnt der Prozess mit einer klaren Definition des Entscheidungsproblems, unter der Berücksichtigung von den Zielen, Werten und möglichen Handlungsalternativen. Dabei ist zu klären, wie viele Entscheidungsträger in den Prozess einbezogen werden und welche Rahmenbedingungen (z.B. Einschränkungen, Unsicherheiten) zu beachten sind. Die Problemstrukturierung dient der Spezifikation der Alternativen und der Festlegung von Präferenzen, die daraufhin modelliert werden. Das Modell wird dazu genutzt, Präferenzen und Gewichtungen zu vereinigen, um schließlich eine Entscheidung zu treffen. Eine MCDA eignet sich besonders gut für die Nachhaltigkeitsbewertung, da die Wertvorstellungen unterschiedlicher Interessenvertreter miteinander kombiniert werden können [6]. Im Folgenden wird ein Überblick über verschiedene MCDA-Methoden gegeben.

### MCDA-Methoden

Entscheidungsanalysen lassen sich in zwei Klassen unterteilen. Zum einen gibt es diskrete Methoden, bei denen eine endliche Zahl von Alternativen anhand von Rangordnungen oder Gewichtungen eingestuft werden. Kontinuierliche Methoden hingegen definieren eine unendliche Anzahl von Alternativen in der Form von mathematischen Funktionen [12]. Bei den meisten MCDA-Techniken handelt es sich um diskrete Methoden, mit der Ausnahme der Zielprogrammierung, die man zu den kontinuierlichen Methoden zählt. Im Folgenden werden drei ausgewählte Beispiele von MCDA-Techniken beschrieben, die in der forstlichen Planung am häufigsten angewandt werden.

### PROMETHEE

Bei der MCDA-Methode PROMETHEE (engl. preference ranking organization method for enrichment of evaluations) handelt es sich um ein so genanntes Outranking-Verfahren. Die Einstufung von Alternativen beruht dabei auf einem partiellen Vergleichbarkeitsgrundsatz, wobei paarweise Vergleiche der Alternativen hinsichtlich ihrer Kriterienausprägung durchgeführt werden [2]. Diese Anwendung zeigt also den Grad der Dominanz einer Alternative über einer anderen. Mit der Hilfe von PROMETHEE werden die Alternativen nach ihrer Bedeutung für die Entscheidungsträger geordnet. Auf diese Weise können z.B. Verjüngungsvarianten oder Holzernteverfahren miteinander verglichen werden.

### AHP

Der AHP (engl. analytic hierarchy process) nutzt paarweise Vergleiche und Expertenurteile, um qualitative und nicht greifbare Kriterien zu erfassen und Prioritäten abzuleiten. Diese Kriterien werden in eine hierarchische Struktur gebracht und umfassend analysiert [10]. Abb. 2 zeigt ein Beispiel einer solchen Struktur. Die Baumartenwahl (Ebene 0) ist in diesem Fall das Ziel der Entscheidungsanalyse. Es können

Dipl.-Forstwirtin (Univ.)  
 B. Uhde ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet für Waldinventur und nachhaltige Nutzung der Technischen Universität München (TUM).



Britta Uhde  
 uhde@forst.wzw.tum.de



Abb. 1: MCDA-Prozess (nach [1])

viele Kriterien und Unterkriterien (Ebene 1) berücksichtigt werden, von denen schließlich die Wahl der Alternative (Ebene 2) abhängt. Die Entscheidungsträger bestimmen ihre Prioritäten, indem sie die vier Kriterien Ökonomie, Naturnähe, Stabilität und Vielfalt paarweise miteinander vergleichen. Dafür erstellen sie eine Matrix und geben den Kriterien, je nach Priorität, Zahlenwerte von 1 bis 9. Die Gewichtung der Kriterien wird durch die Berechnung des Eigenvektors durchgeführt, da dieser die Präferenzen quantifizieren kann. Basierend auf der entstandenen Rangordnung der Präferenzen kann die Baumartenwahl getroffen werden. Mit der Unterstützung des AHP können auch unter äußerst komplexen, so-

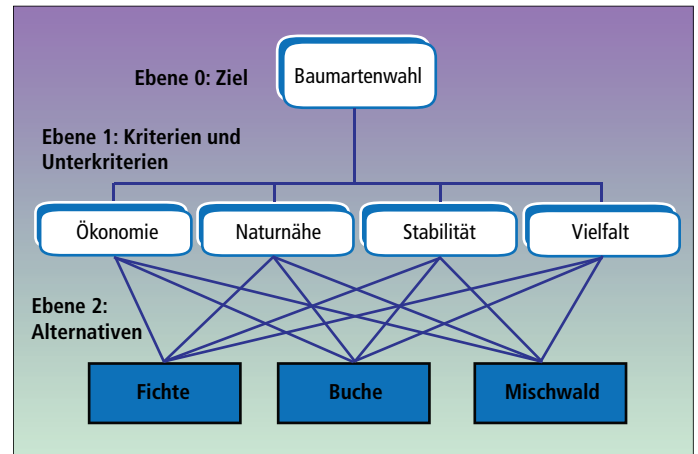


Abb. 2: Beispiel für die Struktur einer AHP-Hierarchie

zio-ökonomischen und ökologischen Bedingungen Entscheidungsprobleme gelöst werden. Daher wird die Methode häufig bei vielschichtigen Problemen in der multifunktionalen Waldbewirtschaftung angewandt, z.B. bei der Erstellung von Managementplänen oder der Entscheidungsfindung über mögliche Waldbehandlungsalternativen [3].

### Zielprogrammierung

Bei der Zielprogrammierung (engl. goal programming) soll eine möglichst große Annäherung an verschiedene Ziele der Entscheidungsträger erreicht werden. Komplexe Entscheidungen werden sachlich und flexibel getroffen, indem die Summe aller Abweichungen zum Ziel nach oben oder nach unten minimiert wird [11]. Anstatt den Kapitalwert oder das Holzvolumen zu maximieren, wie es bei forstlichen Optimierungen normalerweise üblich ist, können bei der Zielprogrammierung zahlreiche Ziele wie Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen berücksichtigt werden. Dabei ist es möglich, verschiedene Interessengruppen zu beteiligen.

### Partizipation von Interessengruppen

Die Nutzung des Waldes wird durch viele unterschiedliche Interessen bestimmt. Um den Planungsprozess zu verbessern, wird eine Partizipation von Interessengruppen an Planungs- und Entscheidungsprozessen ermöglicht. MCDA-Methoden können in der Forstplanung genutzt werden, um diesen kommunikativen und partizipatorischen Ansatz zu unterstützen [13].

In der deutschen Forstwirtschaft gibt es verschiedene Beispiele, die eine Kooperation (z. B. Waldbesitzer, Naturschützer, Erholungssuchende) ermöglichen. Dazu gehören u. a. Bürgerpartizipation in der Forstplanung von Kommunalwäldern, Zertifizierung, Vertragsnaturschutz, die lokale Agenda 21 (kommunales Handlungsprogramm) und Vermittlungsprozesse bei Landnutzungskonflikten [8]. Die Partizipation von Interessengruppen in Forstbetrieben gewinnt zunehmend an Bedeutung. So hat z. B. der Landesbetrieb ForstBW auf dem Kongress „Effizienter Staat 2013“ in Berlin einen Publikumspreis für die Online-Beteiligung der Bevölkerung am Waldnaturschutz erhalten [7]. Die Beteiligung von Akteuren in forstliche Planungsprozesse kann zu besseren Entscheidungen sowie zu einer Konfliktreduzierung führen.

### Praktische Anforderungen

Von den Entscheidungsträgern werden einige Anforderungen an MCDA-Methoden gestellt, die bestmöglich erfüllt werden sollten, um eine praxisorientierte Anwendung zu ermöglichen. Diese beinhalten:



Abb. 3: Biodiversität kann durch den Erhalt von Totholz im Wald gefördert werden. Inwieweit verschiedene Ökosystemleistungen in waldbauliche Handlungsstrategien integriert werden können, lässt sich mithilfe einer MCDA ermitteln.

- die Verständlichkeit der Methode,
- die Fähigkeit, eine große Anzahl von Entscheidungsträger einzubeziehen,
- das Vermögen, viele Kriterien und Alternativen zu behandeln sowie unsichere Informationen zu berücksichtigen,
- ein geringer Zeit- und Kostenaufwand [9].

Natürlich ist es schwierig, mit nur einer Anwendung alle Anforderungen zu erfüllen. Die Berücksichtigung vieler Akteure, Alternativen und Kriterien ist in forstlichen Planungsentscheidungen jedoch erforderlich, um eine multifunktionale Waldbewirtschaftung zu gewährleisten. Viele MCDA-Methoden stehen zur Auswahl, die stetig weiterentwickelt werden. Es ist z.B. möglich, MCDA mit Waldwachstumsmodellen zu kombinieren. Der Nutzer kann dabei Standorte, Behandlungsprogramme und Kosten miteinander verknüpfen, um Entscheidungsalternativen, unter Berücksichtigung der eigenen Präferenzen, zu bewerten [4]. Ökosystemleistungen können auf diese Weise in das Modell integriert werden.

## Fazit

MCDA-Methoden eignen sich als ideale Entscheidungshilfe in der Forstplanung, da sie auch nicht-monetäre Kriterien in die Entscheidungsanalyse integrieren können. Auf diese Weise können bei ihrer Anwendung die verschiedenen Funktionen des Waldes sowie die eigenen Präferenzen für diese Funktionen besser berücksichtigt werden. MCDA-Methoden dienen zudem als Entscheidungshilfe für sehr komplexe Probleme. Einige Methoden können für die Entscheidungsträger allerdings kompliziert und

schwer nachvollziehbar sein, da die Entscheidungsanalyse oft auf komplexen Algorithmen basiert. Um die Anwendung von MCDA im Rahmen der regulären Forsteinrichtung zu vereinfachen, ist die Weiterentwicklung der Methoden von großer Bedeutung. Eine hohe Beteiligung von Experten und Entscheidungsträgern ist zudem erforderlich, um komplexe Probleme zu lösen und diese Lösungen dann umzusetzen.

## Literaturhinweise:

- [1] BELTON, V.; STEWART, T. (2002): Multiple criteria decision analysis: An integrated approach. Kluwer Academic Publishers, Boston. [2] BRANS, J.; MARESCHAL, B. (2005): PROMETHEE methods. In: Figueira, J.; Greco, S.; Ehrgott, M. (editors): Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys. Springer Verlag, Boston, Dordrecht, London, S. 163-196. [3] KHADKA, C.; VACIK, H. (2012): Use of multi-criteria analysis (MCA) for supporting community forest management. iForest; Vol. 5(2), S. 60-71. [4] LEXER, M.; VACIK, H.; PALMETZHOFER, D.; OITZINGER, G. (2005): A decision support tool to improve forestry extension services for small private landowners in southern Austria. Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 49(1), S. 81-102. [5] MENDOZA, G.; MACOUN, P.; PRABHU, R.; SUKADRI, D.; PURNOMO H.; HARTANTO, H. (1999): Guidelines for applying multi-criteria analysis to the assessment of criteria and indicators. Jakarta. [6] MENDOZA, G.; MARTINS, H. (2006): Multi-criteria decision analysis in natural resource management: A critical review of methods and new modelling paradigms. Forest Ecology and Management; Vol. 230(1-3), S. 1-22. [7] MLR (2013): ForstBW gewinnt Publikumspreis für Online-Partizipation 2013: Pressemitteilung 88/2013. www.mlr.baden-wuerttemberg.de/ForstBW\_gewinnt\_Publikumspreis\_fuer\_Online\_Partizipation/121931.html (Stand 15.8.2013). [8] OESTEN, G.; ROEDER, A. (2002): Management von Forstbetrieben, Band 1: Grundlagen und Betriebspolitik. Verlag Dr. Kessel, Remagen-Oberwinter. [9] POLATIDIS, H.; HARALAMBOPOULOS, D.; MUNDIA, G.; VREEKER, R. (2006): Selecting an appropriate multi-criteria decision analysis technique for renewable energy planning. Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy; Vol. 1(2), S. 181-193. [10] SAATY, T. (2005): The analytic hierarchy and analytic network processes for the measurement of intangible criteria and for decision-making. In: Figueira, J.; Greco, S.; Ehrgott, M. (editors): Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys. Springer Verlag, Boston, Dordrecht, London, S. 345-408. [11] TAMIZ, M.; JONES, D.; ROMERO, C. (1998): Goal programming for decision making: An overview of the current state-of-the-art. European Journal of Operational Research; Vol. 111(3), S. 569-581. [12] VASSILEV, V.; GENOVA K.; VASSILEVA, M. (2005): A brief survey of multicriteria decision making and software systems. Cybernetics and Information Technologies, Vol. 1, S. 3-13. [13] WOLFSLEHNER, B.; SEIDL, R. (2010): Harnessing ecosystem models and multi-criteria decision analysis for the support of forest management. Environmental Management, Vol. 46(6), S. 850-861.