

# Warum Nachhaltigkeitsbeurteilungen Alternativen zu Kosten-Nutzen-Analysen erfordern

Gertrude Hirsch Hadorn Gruppe Umweltphilosophie, Institut für Umweltentscheidungen, ETH Zürich (CH)\*  
Urs Allenspach Gruppe Umweltphilosophie, Institut für Umweltentscheidungen, ETH Zürich (CH)  
Georg Brun Gruppe Umweltphilosophie, Institut für Umweltentscheidungen, ETH Zürich (CH)

## Why alternatives to cost-benefit analysis in sustainability assessments are necessary

Policies for sustainable forest management aim at maintaining forest ecosystems for sustainable development. Sustainable development as a societal mission comprises a diversity of factors that are neither hierarchically ordered nor freely compensable. Policies must therefore be assessed by a multidimensional criterion. Cost-benefit analysis provides a clear recommendation for a rational choice of policy. However, from a sustainability perspective, cost-benefit analysis has disadvantages, due to its methodological basis. Monetization and aggregation of preferences leave the reasons for measured preferences intransparent; trade-offs can occur arbitrarily; and it is not registered, whether and how critical limits of life support systems are affected. Avoiding these problems calls for assessment methods without aggregation or synthesising across heterogeneous standards. Dynamic decision theory provides ideas on how rational decisions can be taken based on a plurality of standards. The crucial ideas are prevention, precommitment, and a memory of past decisions. These can already be found in practice.

**Keywords:** sustainable forest management, sustainable development, sustainable yield, cost-benefit analysis, ethics

**doi:** 10.31888./szf.2011.0412

\* Universitätstrasse 16, CH-8092 Zürich, E-Mail [hirsch@env.ethz.ch](mailto:hirsch@env.ethz.ch)

Die Grundidee der Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) geht auf den französischen Bauingenieur Arsène Jules-Etienne Juvénal Dupuit (1804–1866) zurück, der die Kosteneffizienz technischer Projekte zu bestimmen versuchte. Wichtig für die Entwicklung konkreter ökonomischer Methoden war ein Beschluss des US-Kongresses von 1936, in welchem es heisst: *The Federal Government should improve or participate in the improvement of navigable waters [...], if the benefits to whomsoever they may accrue are in excess of the estimated costs* (33 USC 701 – Sec. 701a<sup>1</sup>). Heute sind KNA auch ein Instrument zur Beurteilung von Politiken (policies) im Sinne von Handlungsstrategien. Sie bringen Handlungsalternativen in eine normative Rangfolge und unterstützen Entscheidungsträger bei der Wahl einer rationalen Handlungsalternative. Wichtige Anwendungsbereiche für KNA sind Umweltschutz und nachhaltige Entwicklung (Pearce et al 2006), zu denen sich die Schweiz in Artikel 2 und 73 beziehungsweise 74 der Bundesverfassung (SR 101) verpflichtet hat.

Im Folgenden wird anhand des Beispiels der Waldpolitik untersucht, ob mittels KNA beurteilt

werden kann, inwiefern Handlungsalternativen den Kriterien einer nachhaltigen Entwicklung genügen. Zunächst werden das Leitbild der Nachhaltigkeit und die Kriterien einer nachhaltigen Entwicklung begrifflich geklärt. Im zweiten Abschnitt wird gezeigt, wie KNA aufgrund ihrer methodischen Prinzipien mit den Kriterien einer nachhaltigen Entwicklung verfahren und welche Schwachstellen in der Literatur diesbezüglich diskutiert werden. Der dritte Abschnitt greift ein Problem heraus, das in Bezug auf die Handlungsstrategien für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung zentral ist. Er behandelt die Frage, wie die Diversität von Werten zu verstehen ist, die für eine nachhaltige Entwicklung relevant ist, und wie diese Diversität angemessen berücksichtigt werden kann. Die Synthese von Messwerten für verschiedene Nachhaltigkeitsdimensionen erweist sich dabei als Problem. Im vierten Teil schlagen wir vor, als Alternativen zur Synthetisierung Ideen aus der dynamischen Entscheidungstheorie weiter auszuarbeiten.

<sup>1</sup> <http://uscode.house.gov> (16.9.2011).

Abb 1 Am Anfang des Nachhaltigkeitsgedankens stand die Sicherstellung einer dauerhaften Holznutzung.

Foto: Brigitte Wolf



Abschliessend werden die Resultate zusammengefasst und in ihrer Bedeutung für die nachhaltige Waldbewirtschaftung diskutiert.

### Das Leitbild der Nachhaltigkeit

Der Ausdruck «nachhaltende Nutzung» wurde 1713 von Hanns Carl von Carlowitz eingeführt (von Carlowitz 2000, Kehr 1993). Sein Grundgedanke war, durch eine geeignete Holznutzung, Waldpflege und Aufforstung sicherzustellen, dass auch in Zukunft Holz genutzt werden kann. Zunächst ging es also um die Forderung, den Wald so zu bewirtschaften, dass er die Funktion der regionalen Holzlieferung fortgesetzt erfüllt und einen dauerhaften Ertrag (sustainable yield) abwirft. Später wurde die forstliche Nachhaltigkeit auf verschiedene Weise interpretiert und konkretisiert (Zürcher 1965). Im 20. Jahrhundert verschob sich der Akzent von den rein holzwirtschaftlichen Leistungen des Waldes (Abbildung 1) hin zu seinem Potenzial, zudem verschiedene Funktionen im Allgemeininteresse (Abbildung 2) zu erfüllen. Daher spricht man heute von der «nachhaltigen Waldbewirtschaftung» (sustainable forest management), welche zum Ziel hat, den Wald als Ökosystem zu erhalten, und zwar bezogen auf das umfassendere, global verstandene Ziel einer nachhaltigen Entwicklung. Ökologische Stabilität ist nicht mehr bloss eine Randbedingung für die Holzproduktion. Kübler et al (2001: 9) schreiben dazu: *Das Hauptziel ist die Erhaltung des Ökosystems Wald, die allenfalls durch die Lieferung von Holz und anderen forstlichen Dienstleistungen beschränkt ist.*

Das Ziel, das Ökosystem Wald mit seinen vielfältigen Funktionen für eine nachhaltige Entwicklung zu erhalten, entspricht dem Leitgedanken der Weltnaturschutzstrategie (IUCN et al 1980), der gemeinhin die Einführung des Begriffes «nachhaltige Entwicklung» (sustainable development) zugeschrie-

ben wird. Gemäss Weltnaturschutzstrategie ergibt sich die Forderung, natürliche Ressourcen zu erhalten, aus der Forderung nach nachhaltiger Entwicklung, da Entwicklung – verstanden als Befriedigung menschlicher Bedürfnisse und Verbesserung der Lebensqualität – an die Nutzung natürlicher Ressourcen gebunden ist. Unter «nachhaltig» versteht die Weltnaturschutzstrategie ein multidimensionales Beurteilungskriterium zum Vergleich von Entwicklungsstrategien, das die Erhaltung von Ökosystemen in Bezug zur ökonomischen und gesellschaftlichen Entwicklung setzt (IUCN et al 1980). Zu einem zentralen Begriff in Politik und Wissenschaft wurde «nachhaltige Entwicklung» mit dem sogenannten Brundtland-Bericht (WCED 1987) und der Konferenz für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen im Jahr 1992 in Rio de Janeiro. Der Begriff soll die konzeptionelle Grundlage für eine Strategie zur gleichzeitigen Lösung von Umwelt- und Entwicklungsproblemen bilden (WCED 1987).

Aus den Erklärungen der Weltnaturschutzunion (International Union for Conservation of Nature, IUCN) und der World Commission on Environment and Development (WCED) lassen sich für eine nachhaltige, auf das gute Leben und moralisch richtige Handeln bezogene Entwicklung vier Kernkriterien herausarbeiten (Hirsch Hadorn & Brun 2007). Diese Kriterien bestehen aus inhaltlichen Zielen und methodischen Prinzipien zur Beurteilung der Nachhaltigkeit von Handlungsstrategien. Nachhaltige Entwicklung soll erstens der Befriedigung von Bedürfnissen dienen und zweitens dabei Gerechtigkeit walten lassen, wobei die Forderung nach Gerechtigkeit sowohl globale Verteilungsgerechtigkeit unter Einschluss künftiger Generationen als auch Verfahrensgerechtigkeit, verstanden als Beteiligung breiter Kreise an einem demokratischen Prozess, umfasst. Drittens gilt es, Grenzen der Nutzbarkeit der Natur (Grenzwerte, critical limits) zu beachten, weil die natürlichen Systeme als Lebens-



grundlage der Menschen gefährdet sind (IUCN et al 1980, WCED 1987). Viertens ist Nachhaltigkeit als ein multidimensionales Beurteilungskriterium für Handlungsalternativen zu verstehen, da die Ziele einer nachhaltigen Entwicklung vielfältig sind.

Daher sind die verschiedenen Konzepte, welche die Kernideen einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung konkretisieren, multidimensional: Die sechs Helsinki-Kriterien umfassen die Erhaltung von Waldressourcen, die Gesundheit, die Vitalität und biologische Vielfalt von Waldökosystemen, die produktiven Funktionen, die Schutzfunktionen und die sozioökonomischen Wirkungen des Waldes (MCPFE 2003), der Forest Stewardship Council (FSC) zählt zehn Prinzipien für die Zertifizierung einer nach-



Abb 2 Nach heutigem Verständnis umfasst die nachhaltige Waldbewirtschaftung auch soziale und ökologische Aspekte. Foto: Brigitte Wolf

haltigen Waldbewirtschaftung auf,<sup>2</sup> und das Konzept der Ökosystemleistungen unterscheidet unterstützende, bereitgestellte, regulierende und kulturelle Leistungen für das Wohlbefinden von Menschen (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Die Ausführungen in den entsprechenden Dokumenten lassen sich so verstehen, dass die verschiedenen Nachhaltigkeitsdimensionen nicht nach Wichtigkeit geordnet und weder aufeinander reduzierbar noch wechselseitig (beliebig) kompensierbar sind.

### Probleme mit den Nachhaltigkeitskriterien in der Kosten-Nutzen-Analyse

Zuerst fassen wir die Prinzipien von KNA zusammen und diskutieren dann, ob und wie KNA aufgrund dieser Prinzipien den vier Kernkriterien nachhaltiger Entwicklung Rechnung tragen können. KNA stehen in der Tradition von Konsequentialismus und Utilitarismus. Für die Beurteilung von

Waldpolitiken sind demnach zunächst die Auswirkungen von Handlungsstrategien auf den Wald und damit auf seine Eigenschaften und Funktionen als Ressource und Ökosystem mit verschiedenen sozioökonomischen Leistungen abzuschätzen (Konsequentialismus). Sodann ist das Ausmass an Nutzen, das mit den vielfältigen Auswirkungen verbunden ist, zu bestimmen (Utilitarismus).

Eine KNA geht von gegebenen Handlungsalternativen aus und umfasst die folgenden vier Schritte (Abbildung 3):

1. Auswirkungen (Folgen)  $f_1...f_n$  von Handlungsalternativen  $h_1...h_n$  spezifizieren,
2. Folgen  $f_1...f_n$  bewerten, wofür Präferenzen  $p_1...p_n$  erhoben und monetarisiert werden,
3. Bewertungen aggregieren und korrigieren bezüglich Unsicherheit, Diskontierung und Grenznutzen (siehe unten),
4. Handlungsalternativen  $h_1...h_n$  nach ihrem Nettonutzen beurteilen, was in einer Rangordnung der Handlungsalternativen  $h_1...h_n$  resultiert.

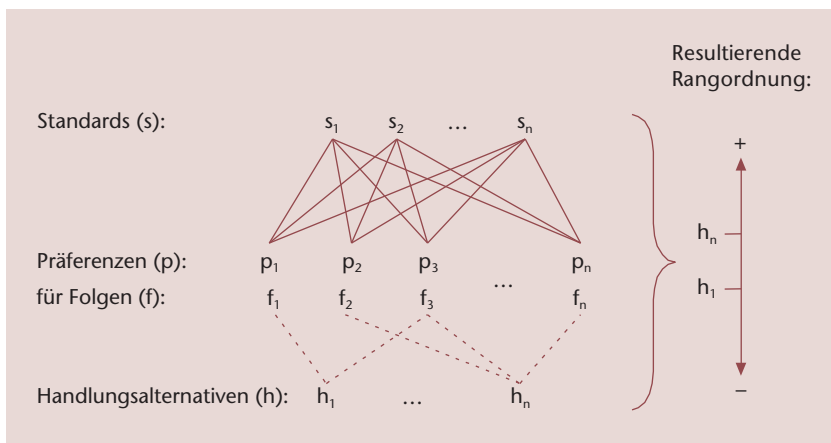
Bei Schritt 2 werden meist nachfrageorientierte (subjektive) Methoden eingesetzt. Sie bestimmen Präferenzen von Konsumenten oder Produzenten zum Beispiel anhand ihrer Bereitschaft, dafür zu zahlen (willingness to pay) oder Verschlechterungen in Kauf zu nehmen (willingness to accept). Damit wird der Beitrag an Nutzen nicht marktfähiger Güter, zu denen viele Waldexternalitäten gehören, bestimmt. Es gibt auch kostenbezogene (objektive) Ansätze, welche die Kosten für die Vermeidung, Reparatur oder Kompensation von Schäden abschätzen (Pearce et al 2006, Revesz & Stavins 2007).

Will man die Nachhaltigkeit von Waldpolitiken mittels KNA beurteilen, muss die Rangordnung der Handlungsalternativen, welche anhand der monetarisierten Präferenzen erstellt wurde, die Handlungsalternativen bezüglich ihrer Nachhaltigkeit ordnen. Das ist aber nur dann der Fall, wenn KNA-Methoden eine Beurteilung von Handlungsalternativen ermöglichen, die den Kriterien einer nachhaltigen Entwicklung gerecht wird. Wir gehen zuerst kurz darauf ein, inwiefern KNA der Befriedigung von Bedürfnissen (Kriterium 1) und der Forderung nach Gerechtigkeit (Kriterium 2) Rechnung tragen können. Unser Schwerpunkt liegt dann aber auf den Anforderungen, die Diversität von Werten (Kriterium 4) zu berücksichtigen und die Grenzwerte (Kriterium 3) zu beachten (Hirsch Hadorn & Brun 2007).

### Bedürfnisse befriedigen

Indem sich KNA auf Präferenzen abstützen, beziehen sie sich auf Äusserungen oder Verhalten von Personen, die unter anderem als Ausdruck ihrer Bedürfnisse interpretiert werden. Umstritten sind allerdings die Rationalität dieser Präferenzen und

2 [www.fsc-schweiz.ch/de/die-standards/wald-standards](http://www.fsc-schweiz.ch/de/die-standards/wald-standards) (26.9.2011).



**Abb 3** Grundstruktur einer Kosten-Nutzen-Analyse als Bewertungsverfahren. ----- = Für jede Handlungsalternative werden alle Folgen bewertet und aggregiert, wobei die aggregierten Werte die Wertbeziehungen zwischen den Handlungsalternativen bestimmen. — = Jede Folge wird mit Bezug auf beliebige Standards bewertet, wobei die Bewertung durch die Messung von Präferenzen erfolgt. Aus: Hirsch Hadorn & Brun (2007), verändert.

ihre Rolle als Äusserungen von Bedürfnissen. Es können zum Beispiel kognitive Überforderungen oder Framing-Effekte auftreten (Lichtenstein & Slovic 2006, Brun 2009). Diese Probleme sind Gegenstand methodischer Weiterentwicklungen, zu denen Choice-Experimente zählen (Pearce et al 2006), die zum Beispiel für die Ermittlung der Zahlungsbereitschaften für Lawinenschutzmassnahmen (Olschewski et al 2011, dieses Heft) und zur Bewertung der Biodiversitätsleistungen der Waldbewirtschaftung (Bade et al 2011, dieses Heft) eingesetzt worden sind.

### Gerechtigkeitsforderungen

Die Forderung nach Verfahrensgerechtigkeit ist insofern berücksichtigt, als KNA von individuellen Präferenzen ausgehen und die Befragten ihre Präferenzen selbst bestimmen können (Sunstein 2005). Dagegen wird eingewendet, dass Selbstbestimmung nicht einfach im Ausdruck individueller Präferenzen besteht, sondern vielmehr in der demokratischen Beteiligung an einem gemeinsamen Lernprozess, in welchem sich die Beteiligten explizit als Bürgerinnen und Bürger verstehen und damit bestrebt sind, sich mit Blick auf das Gemeinwohl über ihre unterschiedlichen Standpunkte argumentativ zu verständigen (MacLean 1998, Jacobs 2001). Verteilungsgerechtigkeit erfordert gerechten Tausch. Da unterschiedliche Güter ausgetauscht werden, bemisst sich Tauschgerechtigkeit am Verhältnis der Stärke der jeweiligen Bedürfnisse, wie dies bereits in der Antike Aristoteles in seiner Nikomachischen Ethik beschrieben hat (Aristoteles 2006). Mit der Monetarisierung von Tauschwerten soll die Stärke von Präferenzen für unterschiedliche Güter bestimmt werden. Eine KNA berücksichtigt also auch Aspekte, die für die intra- und intergenerationelle Verteilungsgerechtigkeit relevant sind, obwohl die Verteilungsgerechtigkeit selbst nicht als Teil von KNA aufgefasst wird. Allerdings ist fraglich, ob sich mittels Moneta-

risierung tatsächlich proportionale Gleichheit von Bedürfnissen bestimmen lässt (Copp 1987). Ein Grund dafür ist die Kontextabhängigkeit des Grenznutzens. So sind für arme Menschen 100 zusätzliche Franken eine deutliche Zunahme an Nutzen, für Millionäre nicht. Ein weiterer Grund sind Fragen der Diskontierung zukünftiger Kosten und Nutzen, das heisst der Annahme, dass künftig anfallende Kosten und Nutzen gegenwärtig einen geringeren Tauschwert haben. Solche Probleme des Grenznutzens und der Diskontierung sind ebenfalls Gegenstand methodischer Weiterentwicklungen (Pearce et al 2006).

### Diversität von Werten berücksichtigen und Grenzwerte beachten

«Diversität von Werten» kann dreierlei bedeuten. Erstens kann man im Fall von Waldpolitiken die Eigenschaften und Leistungen des Waldes als Werte verstehen, weil sie Nutzen erbringen. Werte sind in diesem Fall Güter oder «Wertträger». KNA-Methoden messen Präferenzen für marktfähige und nicht marktfähige Güter und können so eine Diversität von Wertträgern erfassen. Zweitens kann man auch den Nutzen selbst als «Wert» bezeichnen, da der Nutzen ein Grund ist, um Eigenschaften und Leistungen des Waldes wie zum Beispiel seine Biodiversität für wertvoll zu erachten. «Werte» im Sinne von Gründen, etwas für wertvoll und damit als Wertträger zu verstehen, nennen wir «Standards», manchmal auch «Kriterien». Zwar lässt die Monetarisierung als Messverfahren im Rahmen der KNA seitens der Befragten beliebige Gründe für ihre Präferenzen zu, beispielsweise kann die Zahlungsbereitschaft für eine Waldbewirtschaftungspraxis gross sein, weil damit seltene Arten erhalten werden, weil die Boden- oder Gewässerschutzfunktion verbessert wird oder weil ein persönlicher Bezug zum Wald besteht. Um welche Gründe es sich dabei handelt, ist für eine KNA aber nicht relevant, weil die Präferenzen der methodischen Grundidee zufolge als Messwerte des Standards «abstrakter Tauschwert» verstanden werden müssen. Nur in dieser Interpretation ist eine Aggregation der Messwerte für Präferenzen zulässig, da nur Messwerte für denselben Standard aggregiert werden können. Mit dem Begriff «Messwert» liegt eine dritte Verwendung von «Wert» vor.

Werden Kosten und Nutzen, wo immer sie anfallen, nur als Mengen eines abstrakten Tauscherts verstanden, gelten sie als immer kompensierbar. Zielkonflikte lassen sich dann durch sogenannte Trade-offs (Ausgleich von Nachteilen durch andere Vorteile) auflösen. Deshalb sind beim Erstellen einer Reihenfolge von Handlungsalternativen mittels KNA beliebige Trade-offs zulässig, und welche Trade-offs eine Handlungsalternative mit sich bringen, bleibt intransparent. Ob beispielsweise die Erhaltung der Gesundheit und Vitalität von Waldökosystemen zu Lasten der Erhaltung der sozioökonomischen Wir-

kungen des Waldes geht, ist kein Problem, weil im Sinne von Tauschwerten Verluste durch entsprechende Gewinne, wo immer sie anfallen, kompensierbar sind. «Nachhaltige Entwicklung» wird dann im Sinne der sogenannten schwachen Nachhaltigkeit verstanden. Sie ist lediglich eine Ausweitung der Wohlfahrtsökonomie auf Umwelt- und weitere nicht marktfähige Güter und eigentlich kein neues Konzept (Beckermann 1994). Vom Standpunkt der starken Nachhaltigkeit (Costanza et al 1998) aus betrachtet, kommt es hingegen darauf an, wo welche Vor- und Nachteile anfallen, sind diese doch nur begrenzt substituierbar. So vertritt beispielsweise Pro Natura (2011) in der Debatte um die Parlamentarische Initiative «Flexibilisierung der Waldflächenpolitik» aus ökologischen Gründen (Wald als Lebensraum für fast die Hälfte der Tier- und Pflanzenarten in der Schweiz) und aus sozioökonomischen Gründen (Wald als Erholungsraum und Lieferant von Waldprodukten) den Standpunkt, dass Waldrodungen im Mittelland weiterhin durch Ersatzaufforstungen zu kompensieren sind.

Auch unsere Untersuchung des Leitbildes der nachhaltigen Entwicklung hat ergeben, dass sich eine Nachhaltigkeitsbeurteilung nicht nur auf eine Diversität von Wertträgern (vielfältige Folgen) erstrecken soll, sondern auch eine Diversität von Standards (ein multidimensionales Kriterium) zu berücksichtigen hat, da es – unter Beachtung der Grenzen der Nutzbarkeit der Natur – um die Befriedigung von Bedürfnissen aller geht. Damit wird ein Bewertungsverfahren benötigt, das der Diversität von Standards transparent Rechnung trägt und in nachvollziehbarer Weise aufzeigt, welche Trade-offs vorliegen und ob Grenzwerte eingehalten werden. Diese Anforderungen gelten auch für die Anwendung der Helsinki-Kriterien oder des Konzeptes der Ökosystemleistungen in der Waldbewirtschaftung, doch ist dieses Problem in der Praxis noch weitgehend ungeklärt (Kübler et al 2001). Es zeigt sich, dass das Wissen über Trade-offs wichtig ist, wenn es um die Akzeptanz und Umsetzung von Empfehlungen aus KNA geht. Deshalb werden in jüngerer Zeit ergänzend zu KNA auch die Gründe für die Präferenzen erfragt (Lienhoop & Hansjürgens 2010, Bade et al 2011, dieses Heft). Doch ist damit das methodische Problem noch nicht gelöst, wie den verschiedenen Gründen bei der vergleichenden Bewertung von Handlungsalternativen zum Zweck der Handlungsempfehlung besser Rechnung getragen werden kann.

### **Multikriterielle Entscheidungsanalyse als Ausweg?**

Eine Alternative zur Monetarisierung von Präferenzen und zur KNA sind Verfahren der multikriteriellen Analyse (MCDA). Sie arbeiten bei der

Bewertung der Folgen von Handlungsalternativen (Wertträgern) mit mehreren Standards (Munda 1995, Rauschmayer 2001). Die für die verschiedenen Standards auf entsprechenden Skalen ermittelten Messwerte werden standardisiert, gewichtet und transformiert, um eine Rangfolge von Handlungsalternativen zu erstellen. Diese Rangfolge ist in der Regel ordinal und manchmal auch unvollständig.

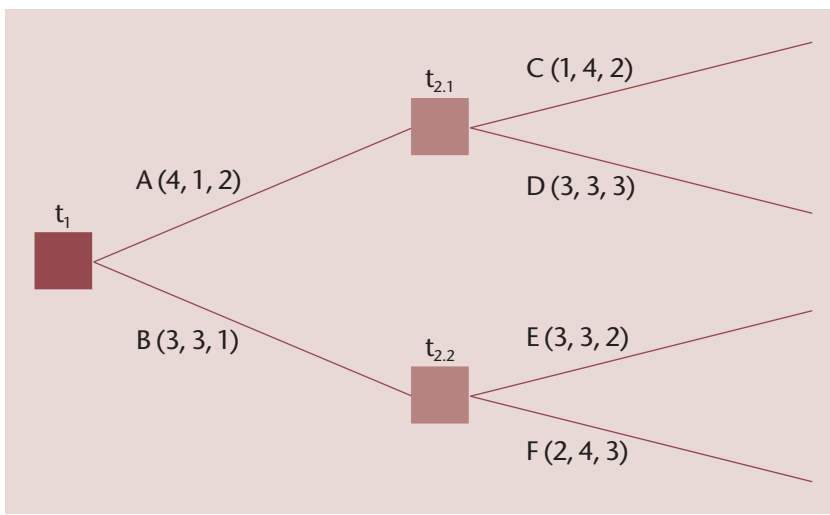
Als Verfahren zur Beurteilung der Nachhaltigkeit von Alternativen in der Waldbewirtschaftung ist eine solche Synthetisierung jedoch mit schwerwiegenden Problemen verbunden. Zunächst stellt sich die Frage, mit welchem Gewicht die einzelnen Standards in der Synthese berücksichtigt werden sollen. Soll bei der Bewertung von Alternativen in der Waldbewirtschaftung beispielsweise die Erhaltung beziehungsweise Förderung der Biodiversität in Waldökosystemen gleich, halb oder doppelt so wichtig sein wie die Klimaschutzfunktion des Waldes? Da die relative Gewichtung von Standards nicht allgemein vorgegeben ist, müssen diesbezügliche Entscheidungen getroffen werden. Solche Entscheidungen werden in der MCDA-Literatur ausführlich diskutiert. Es handelt sich um Ermessensfragen, für welche Experten und Stakeholder konsultiert werden.

Ferner wird mit der Synthetisierung von standardisierten, gewichteten und transformierten Messwerten zu einer (gegebenenfalls unvollständigen) Rangfolge der Handlungsalternativen diejenige Information verdeckt, auf die es bei der Entscheidung ankommt. Es bleibt unklar, wo welche Vor- und Nachteile anfallen und ob Grenzwerte verletzt werden. Deshalb können Empfehlungen für Handlungsalternativen nicht einfach mit einer Rangfolge begründet werden, sondern müssten sich im Prinzip auf die nicht synthetisierten Messwerte für die verschiedenen Standards aufgrund der Bewertung der Folgen stützen. Wenn aber auf eine Synthetisierung von Messwerten verzichtet werden soll, stellt sich die Frage, ob überhaupt eine Rangfolge der Handlungsalternativen erstellt werden kann, die eine rationale Entscheidung ermöglicht. Welche Eigenschaften kann diese aufweisen, und was heisst das für die Entscheidungsfindung?

### **Lösungsansätze aus der dynamischen Entscheidungstheorie**

Die traditionelle Entscheidungstheorie arbeitet mit einem einzigen Standard, weil nur damit garantiert ist, dass die zur Auswahl stehenden Handlungsalternativen untereinander vollständig vergleichbar sind und damit mindestens eine Handlungsalternative besser als oder gleich gut wie die anderen ist. Rational ist dann, solche «besten» Handlungsalternativen zu implementieren. Will man hingegen die zur Auswahl stehenden Handlungsalter-





**Abb 4** Idealisierte multidimensionale Entscheidungssequenzen.  $t$  = Zeitpunkt. A–F = Handlungsalternativen. Die Zahlen in Klammern geben die unterschiedliche Qualität der Handlungsalternativen hinsichtlich dreier Standards an.

nativen bezüglich mehrerer Standards vergleichen, können kaum je beste Handlungsalternativen bestimmt werden (Keeny & Raiffa 1993), weil beispielsweise die ökologisch gesehen besten Handlungsalternativen nicht auch die ökonomisch besten sind.

Verzichtet man auf vollständige Vergleichbarkeit, kann ein multidimensionaler Ansatz mit einer schwachen Vergleichbarkeitsrelation – etwa der sogenannten Produkt- oder Pareto-Ordnung – angewendet werden (Sen 1997). Dabei bleiben alle Standards erhalten, und jede von keiner anderen dominierte Handlungsalternative gilt erst mal als implementierbar (Allenspach 2009). Eine Handlungsalternative ist dann im Pareto-Sinn nicht dominiert, wenn es keine Handlungsalternative gibt, welche ihr bezüglich aller Standards mindestens ebenbürtig und bezüglich eines Standards gar überlegen ist. Die Nachhaltigkeit einer Handlungsalternative bemisst sich unter diesen Bedingungen nicht an einer Zahl auf einer einzigen Skala, sondern an einem Vektor mit einzeln zu interpretierenden Komponenten.

Es ist sinnvoll, den Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung als Entscheidungsprozess in mehreren Schritten zu verstehen und auch in der Beurteilung von Politiken Entscheidungssequenzen zu betrachten. Für die Beurteilung von Politiken ist relevant, welche weiteren Entscheidungssituationen die Wahl einer Handlungsalternative impliziert. Sequenzen von Entscheidungen bringen, wenn nicht vollständige Vergleichbarkeit vorliegt, paradoxerweise selbst dann Risiken mit sich, wenn jede einzelne Entscheidung unter Sicherheit gefällt wird. Das zeigt bereits eine im Interesse der Verständlichkeit stark vereinfachte Entscheidungssequenz mit zwei Schritten, wie sie in Abbildung 4 dargestellt ist. In beiden Entscheidungen ist je zwischen zwei Handlungsalternativen zu wählen, die durch einen dreistelligen Vektor bewertet sind, der die Qualität jeder Handlungsalter-

native hinsichtlich dreier Standards misst, also die Handlungsalternativen zum Beispiel je mit einem ökonomischem, ökologischen und sozialen Kriterium beurteilt. Zum Zeitpunkt  $t_1$  hat der Entscheidungsträger die Wahl zwischen den Handlungsalternativen A und B. Wählt er A, steht zum Zeitpunkt  $t_{2.1}$  die Entscheidung zwischen C und D an, wählt er B, folgt zum Zeitpunkt  $t_{2.2}$  die Entscheidung zwischen E und F. Zum Zeitpunkt  $t_1$  ist völlig unbekannt, wer die Entscheidungen später treffen wird.

Ein Risiko gibt es insofern, als zu  $t_1$  ungewiss ist, ob C oder D (bzw. E oder F) gewählt werden wird. Versehen wir nämlich die traditionelle Entscheidungstheorie unter Sicherheit mit einer Pareto-Ordnung, kann zu  $t_{2.1}$  (bzw.  $t_{2.2}$ ) rationalerweise C oder D (bzw. E oder F) gewählt werden, da beide Paare je Pareto-unvergleichbar sind.

Behandelt man eine solche Unsicherheit mit dem klassischen Ansatz der Erwartungswerttheorie, werden Risikoentscheide mit einer Wahrscheinlichkeitsverteilung versehen und Erwartungswerte EW rückwärts summiert. Da von  $t_1$  aus betrachtet offen ist, was zu  $t_{2.1}$  oder  $t_{2.2}$  entschieden werden wird, ist eine 50%-zu-50%-Verteilung plausibel. Als Erwartungswerte resultieren:

$$EW(A) = (4, 1, 2) + 0.5 \times (1, 4, 2) + 0.5 \times (3, 3, 3) = (6, 4.5, 4.5) \quad (1)$$

$$EW(B) = (3, 3, 1) + 0.5 \times (3, 3, 2) + 0.5 \times (2, 4, 3) = (5.5, 6.5, 3.5) \quad (2)$$

Weil  $EW(A)$  und  $EW(B)$  Pareto-unvergleichbar sind, sind gemäss Erwartungswerttheorie sowohl die Wahl von A wie die Wahl von B rational. Dieses Resultat ist ungünstig. Fällt die Wahl zu  $t_1$  auf A und zu  $t_{2.1}$  auf C (die Erwartungswerte von C und D sind auch Pareto-unvergleichbar), so resultiert als Summe  $(5, 5, 4)$ . Das ist zwar Pareto-unvergleichbar mit den Summen der Sequenzen (A und D) oder (B und E), aber Pareto-schlechter als die mit (B und F) erzielbare Summe  $(5, 7, 4)$ . Obwohl alle Entscheide unter Sicherheit gefällt werden, erzielen die Entscheidungsträger einer Institution, im Rahmen derer sie handeln, mit der Erwartungswerttheorie also ein Ergebnis, das über die Zeit betrachtet schlechter ausfällt als für die Institution nötig. Das Ergebnis ist mit anderen Worten dynamisch irrational (McClennen 1990). Wir prüfen im Folgenden drei Möglichkeiten, um in Entscheidungssequenzen dynamische Irrationalität zu verhindern.

#### Folgeentscheide präventiv umgehen

Die erste Idee, genannt «Prävention», schränkt die Erwartungswertmethode ein. Eine scheinbar rationale Handlungsalternative ist nur dann wählbar, wenn durch spätere Entscheidungen keine dominierte Summe resultieren kann. Damit entfällt Handlungsalternative A, weil A von C gefolgt sein könnte. Beispielsweise wird gegen den Bau eines

zweiten Tunnels am Gotthard, der während der Sanierung des bestehenden Tunnels den Autoverkehr ermöglichen soll, präventiv argumentiert, dass ein zweiter Tunnel später zusätzlich zum bisherigen verwendet werden könnte (Iniziativa da las alps 2011). Leider lässt die Präventionsregel im Allgemeinen keine Handlungsalternative als rational gelten, da oft alle späteren Entscheidungen zu dominierten Summen führen. Dennoch ist die Idee der Prävention im Nachhaltigkeitskontext wichtig. Es lohnt sich, vorausschauend zu prüfen, welche Möglichkeiten künftigen Entscheidungsträgern bleiben, einen in Gang gebrachten Prozess nachhaltiger Entwicklung zu einem nicht nachhaltigen Ende zu führen, und wie solche Möglichkeiten durch entsprechende Entscheidungen verhindert werden können. Im Beispiel von Abbildung 4 ist dies mit der Wahl von B möglich.

### Frühere Entscheidungen mitbedenken

Ein zweiter Ausweg verwendet, anders als die traditionelle Entscheidungstheorie, das sogenannte «Gedächtnis». Man erinnert sich zu  $t_{2,1}$ , was zu  $t_1$  geschehen ist, und hält diese frühere Entscheidung für relevant, anstatt sie als versunkene Kosten oder Erträge für unerheblich zu erklären. So verlangt der im schweizerischen Waldgesetz verankerte Schutz der Waldfläche ein Gedächtnis für vergangene Rodungen und Aufforstungen. Wie das Beispiel in Abbildung 4 zeigt, reicht ein Gedächtnis für die faktischen Entscheide aber nicht unbedingt: Selbst wenn sich der Entscheidungsträger zu  $t_{2,1}$  erinnert, dass zu  $t_1$  eine Handlungsalternative mit (4, 1, 2) implementiert worden ist, steht er vor der Wahl zwischen (A und C) oder (A und D), die zu den Pareto-unvergleichbaren Summen (5, 5, 4) und (7, 4, 5) führen, und kann so in eine dynamische Irrationalität geraten. Das wird erst ausgeschlossen, wenn das Gedächtnis auch kontrafaktische Entscheide berücksichtigt. Das heisst, der Entscheidungsträger muss zu  $t_{2,1}$  nicht nur wissen, was zu  $t_1$  entschieden, sondern auch, was damals verworfen wurde und womit noch zu rechnen gewesen wäre, hätte man sich zu  $t_1$  anders entschieden. Mit diesem Gedächtnis kann er die Handlungsalternative C zu  $t_{2,1}$  mit der Begründung verwerfen, dass dadurch ein Zustand erreicht würde, der einem Zustand unterlegen wäre, der ebenfalls hätte verwirklicht werden können.

Die Idee des «Gedächtnisses» soll verhindern, dass jede Nachhaltigkeitsentscheidung behandelt wird, als wären keine Entscheidungen vorhergegangen. Diese Idee ist praxisrelevant, wenn man verhindern will, dass gewisse Standards – zum Beispiel ökologische – nie zum Zug kommen (Ackermann & Heinzerling 2004). Zertifizierungsinstrumente wie das FSC-Label registrieren, wie viel für die einzelnen Standards schon geleistet wurde, und ermöglichen so, dass Grenzwerte eingehalten werden. Wird bei

Folgeentscheidungen auch berücksichtigt, welche Handlungsalternativen bei vorgängigen Entscheidungen nicht gewählt wurden, ermöglicht das nicht nur, Grenzwerte einzuhalten, sondern verhindert auch, am Ende schlechter als nötig dazustehen.

### Spätere Entscheidungsträger binden

Die letzte hier erwogene Idee ist die der «Vorwegnahme» (precommitment). Praktiziert ein Entscheidungsträger «Vorwegnahme», so fällt er nicht nur Entscheide, die unmittelbar anstehen, sondern nimmt Entscheide, die später gefällt werden könnten, durch geeignete Massnahmen vorweg (Elster 1979, 1990). Im Beispiel von Abbildung 4 hiesse dies, zu  $t_1$  nicht nur A zu wählen, sondern die Institution, im Rahmen deren man handelt, so bindend wie möglich zu verpflichten, zu  $t_{2,1}$  D zu wählen. Eine solche Idee der Verpflichtung liegt Massnahmenplänen zugrunde, die eine Reihenfolge von Massnahmen festlegen, beispielsweise zur Wiederaufforstung eines Gebietes oder zur nachhaltigen Entwicklung einer Region. Allerdings stellen solche Massnahmenpläne eine eher schwache Vorwegnahme dar.

### Diskussion und Schlussfolgerungen

Nachhaltige Entwicklung soll auf intra- und intergenerationell gerechte Weise der Befriedigung von Bedürfnissen dienen, wobei es die Grenzen der Nutzbarkeit der Natur zu beachten gilt. Aufgrund der Diversität der Werte im Leitbild der Nachhaltigkeit ist die Nachhaltigkeit ein multidimensionales Kriterium. Entsprechend charakterisiert Multidimensionalität auch die verschiedenen Konzepte einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung. Wir beschränken uns in der Diskussion und den Schlussfolgerungen auf die Anforderungen an die Anwendung eines multidimensionalen Kriteriums in der Beurteilung von Politiken sowie die Anforderung, das Einhalten von Grenzwerten transparent zu machen.

Was es heisst, ein multidimensionales Kriterium wie Nachhaltigkeit in der Beurteilung von Politiken anzuwenden, ist alles andere als klar. KNA lösen diese Aufgabe ihren methodischen Prinzipien folgend so, dass sie die Zahlungsbereitschaft als Ausdruck von Präferenzen für eine Diversität von Wertträgern (marktfähigen und nicht marktfähigen Gütern) erfassen und auf dieser Basis eine vollständige Rangfolge der Handlungsalternativen zum Zweck der Handlungsempfehlung erstellen. Weil KNA Waldpolitiken somit nur nach dem abstrakten Tauschwert ihrer Konsequenzen erfassen können, bleibt intransparent, ob und inwiefern Wertdimensionen wie ökologische oder moralische Standards, welche in den verschiedenen Konzepten einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung enthalten sind, bei Zahlungsbereitschaften eine Rolle spielen. Zudem lässt das

Verständnis von «Wert» als abstrakten Tauschwert beliebige Trade-offs zu und kann nicht aufzeigen, ob Grenzwerte verletzt werden.

Um bei der Anwendung eines multidimensionalen Kriteriums diese beiden Anforderungen erfüllen zu können, sind Alternativen zu KNA nötig. Diese sollen erstens unterschiedliche Standards bei der Beurteilung der Konsequenzen von Handlungsalternativen verwenden, wie dies beim Verfahren der multikriteriellen Analyse geschieht. Zweitens ist auf eine Transformation der verschiedenen Standards zu verzichten. Zwar ist damit die Rangierung der Handlungsalternativen nicht mehr möglich, dafür werden Trade-offs und Grenzwerte nicht verdeckt. Zertifizierungsinstrumente wie das FSC-Label, welche die Einhaltung der Vielfalt von Standards prüfen, erfüllen beide Anforderungen.

Es fragt sich aber, ob Nachhaltigkeitsbeurteilungen auf die Einhaltung der Diversität von Standards beschränkt sind oder ob sie darüber hinaus auch beurteilen können, inwiefern sich gewisse Handlungsalternativen gegenüber anderen hinsichtlich Nachhaltigkeit auszeichnen. Möglichkeiten dazu eröffnet das Entscheidungsprinzip der Wahl einer nicht dominierten (anstatt der besten) Handlungsalternative. Dieses Entscheidungsprinzip schliesst allerdings im Fall von Entscheidungssequenzen nicht aus, dass jemand am Ende schlechter dasteht, als es möglich gewesen wäre. Um dies zu verhindern, sind in der dynamischen Entscheidungstheorie verschiedene Ideen wie diejenige der Prävention, der Vorwegnahme und des Gedächtnisses entwickelt worden. Um diese Ideen in der Praxis adäquat anwenden zu können, müssen sie verfeinert und auf ihre Voraussetzungen für die Anwendung hin untersucht werden. So ist das Problem der multidimensionalen Beurteilung, wie es sich in der Beurteilung von Politiken im Kontext einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung stellt, in der Skizze des entscheidungstheoretischen Ansatzes bislang stark vereinfacht abgebildet. Drei ernst zu nehmende Schwierigkeiten können mit folgenden Fragen charakterisiert werden: Kann der Differenziertheit beziehungsweise dem Spektrum von Standards Rechnung getragen werden? Dafür müssen Folgen von Handlungsalternativen abgeschätzt und Szenarien bewertet werden. Ist dies, angesichts der Unsicherheiten des Wissens, genügend verlässlich möglich? Wie ist die Abgrenzung von Entscheidungssequenzen zu begründen?

Praktikable Methoden für die Beurteilung von Politiken, welche der Diversität nicht nur von Wertträgern, sondern auch von Standards angemessen Rechnung tragen, sind nicht einfach zu haben. Würde man aber auf den Anspruch verzichten, der Diversität von Standards Rechnung zu tragen, gäbe man damit den Inhalt des Nachhaltigkeitsgedankens in der Waldbewirtschaftung preis. Will man diesen Anspruch nicht auf Zertifizierungsinstrumente be-

schränken, dann gilt es, sich zunächst einmal den angedeuteten methodischen und theoretischen Schwierigkeiten zu stellen.

Eingereicht: 15. Februar 2011, akzeptiert (mit Review): 6. Juni 2011

## Dank

Dieser Beitrag basiert auf Forschungen mit Unterstützung der COST-Aktion E45 (Projekt «Externalitäten des Waldes und der Forstwirtschaft in der Schweiz: Ethische Aspekte») sowie des Competence Center Environment and Sustainability (CCES) (Projekt «Climate Policy Making for Enhanced Technological and Institutional Innovations», ClimPol).

## Literatur

- ACKERMAN F, HEINZERLING L (2004) Priceless. On knowing the price of everything and the value of nothing. New York: New Press. 277 p.
- ALLENSPACH U (2009) (Ir-)rational würfeln. Stud Philosophic 68: 65–83.
- ARISTOTELES (2006) Nikomachische Ethik. Reinbek bH: Rowohlt. 384 p.
- BADE S, OTT W, VON GRÜNIGEN S (2011) Zahlungsbereitschaft für Massnahmen zur Förderung der Biodiversität im Wald. Schweiz Z Forstwes 162: 382–388. doi: 10.3188/szf/2011.0382
- BECKERMANN W (1994) Sustainable development: Is it a useful concept? Environ Values 3: 191–209.
- BRUN G (2009) Wer hat ein Problem mit irrationalen Präferenzen? Entscheidungstheorie und Überlegungsgleichgewicht. Stud Philosophic 68: 11–41.
- COSTANZA R, CUMBERLAND J, DALY H, GOODLAND R, NORGAARD R (1998) An introduction to ecological economics. CRC Press: Boca Raton. 279p.
- COPP D (1987) The justice and rationale of cost-benefit analysis. Theory Decis 23: 65–87.
- ELSTER, J (1979) Ulysses and the Sirens. Studies in rationality and irrationality. Cambridge: Cambridge Univ Press. 214 p.
- ELSTER, J (1990) Ulysses unbound. Studies in rationality, precommitment, and constraints. Cambridge: Cambridge Univ Press. 324 p.
- HIRSCH HADORN G, BRUN G (2007) Ethische Probleme Nachhaltiger Entwicklung. In: SAGW, editor. Nachhaltigkeitsforschung – Perspektiven der Sozial- und Geisteswissenschaften. Bern: Schweiz Akad Geistes- Sozialwissenschaften. pp. 235–253.
- INITIATIVA DA LAS ALPS (2011) Sanieren und verlagern, das ist die Lösung. Altdorf: Alpen-Initiative, Echo 110. pp. 1–3.
- IUCN, UNEP, WWF (1980) World conservation strategy. Living resource conservation for sustainable development. Gland: Internat Union Conservation Nature. 77 p.
- JACOBS M (2001) Environmental valuation, deliberative democracy and public decision making institutions. In: Foster J, editor. Valuing nature? Ethics, economics and the environment. London: Routledge. pp. 211–231.
- KEENY RL, RAIFFA H (1993) Decisions with multiple objectives, preferences and value tradeoffs. Cambridge: Cambridge Univ Press. 588 p.



- KEHR K (1993) Nachhaltig denken. Zum sprachgeschichtlichen Hintergrund und zur Bedeutungsentwicklung des forstlichen Begriffes der «Nachhaltigkeit». *Schweiz Z Forstwes* 144: 595–605.
- KÜBLER D, KISSLING-NÄF I, ZIMMERMANN W (2001) Wie nachhaltig ist die Schweizer Forstpolitik? Ein Beitrag zur Kriterien- und Indikatordiskussion. Basel: Helbing Lichtenhahn. 135 p.
- LICHTENSTEIN S, SLOVIC P, EDITORS (2006) *The construction of preference*. Cambridge: Cambridge Univ Press. 808 p.
- LIENHOOP N, HANSJÜRGENS B (2010) Vom Nutzen der ökonomischen Bewertung in der Umweltpolitik. Reaktion auf A Klie. 2010. Die Bewertung von Umweltgütern mittels Zahlungsbereitschaften. Woran Kosten-Nutzen-Analysen scheitern. *Gaia* 19: 255–259.
- MACLEAN D (1998) The ethics of cost-benefit analysis. Incommensurable, incompatible, and incomparable values. In: Carrow MM, Churchill RP, Cordes JJ, editors. *Democracy, social values, and public policy*. Westport: Praeger. pp. 107–122.
- MCCLENNEN EF (1990) *Rationality and dynamic choice*. Cambridge: Cambridge Univ Press. 328 p.
- MCPFE (2003) Improved pan-European indicators for sustainable forest management. Vienna: Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe. 6 p.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005) *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Washington D.C.: Island Press. 155 p.
- MUNDA, G (1995) *Multicriteria evaluation in a fuzzy environment*. Heidelberg: Physica. 255 p.
- OLSCHESKI R, BEBI P, TEICH M, WISSEN HAYEK U, GRËT-REGAMEY A (2011) Lawinenschutz durch Wälder – Methodik und Resultate einer Zahlungsbereitschaftsanalyse. *Schweiz Z Forstwes* 162: 389–395. doi: 10.3188.szf/2011.0389
- PEARCE D, ATKINSON G, MOURATO S (2006) *Cost-benefit analysis and the environment. Recent developments*. Paris: OECD. 315 p.
- PRO NATURA (2011) *Bevölkerung will Waldschutz nicht lockern*. Basel: Pro Natura, Magazin 3. p. 17.
- RAUSCHMAYER F (2001) Entscheidungshilfen im Umweltbereich. Von der mono-kriteriellen zur multikriteriellen Analyse. *Jahrbuch ökologische Ökonomik* 2: 221–241.
- REVESZ RL, STAVINS RN (2007) *Environmental law and policy*. In: Polinsky AM, Shavell S, editors. *Handbook of law and economics*. Vol. 1. Amsterdam: Elsevier. pp. 499–589.
- SEN A (1997) Maximization and the act of choice. *Econometrica* 65: 745–779.
- SUNSTEIN, CR (2005) Cost-benefit analysis and the environment. *Ethics* 115: 351–385.
- VON CARLOWITZ HC (2000) [1713] *Sylvicultura oeconomica oder hauswirthliche Nachricht und naturgemässige Anweisung zur wilden Baum-Zucht*. Leipzig: Braun. Reprint Freiberg: TU Bergakademie Freiberg. 432 p.
- WCED (1987) *Our common future*. Oxford: Oxford Univ Press. 400 p.
- ZÜRCHER U (1965) Die Idee der Nachhaltigkeit unter spezieller Berücksichtigung der Gesichtspunkte der Forsteinrichtung. Zürich: Eidg Techn Hochschule, Diss Nr. 3688. 128 p.

## Warum Nachhaltigkeitsbeurteilungen Alternativen zu Kosten-Nutzen-Analysen erfordern

Politiken für die nachhaltige Waldbewirtschaftung zielen darauf ab, das Ökosystem Wald für eine nachhaltige Entwicklung zu erhalten. Dabei beinhaltet das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung eine Diversität von Faktoren, die weder hierarchisch geordnet noch frei kompensierbar sind. Für die Beurteilung von Politiken resultiert daraus ein multidimensionales Kriterium. Ein Vorteil von Kosten-Nutzen-Analysen ist, dass sie eine Empfehlung für eine rationale Entscheidung bieten. Es wird jedoch aufgezeigt, dass Kosten-Nutzen-Analysen aufgrund ihrer methodischen Prinzipien grundlegende Anforderungen an eine multidimensionale Nachhaltigkeitsbeurteilung verletzen: Durch das Monetarisieren und Aggregieren von Präferenzen bleiben die den Präferenzen zugrunde liegenden Wertdimensionen intransparent, Trade-offs sind beliebig zugelassen, und es wird nicht aufgezeigt, inwiefern Grenzwerte verletzt werden. Um diese Probleme zu vermeiden, bedarf es Beurteilungsmethoden, die auf eine Aggregation oder Synthetisierung von Messwerten für unterschiedliche Wertdimensionen verzichten. Dass auch eine Vielfalt von Standards Empfehlungen für eine rationale Entscheidung erlaubt, wird anhand von Ideen aus der dynamischen Entscheidungstheorie gezeigt. Diese Ideen, zu denen der Präventionsgedanke, die Möglichkeit der Vorwegnahme von Entscheidungen und ein Gedächtnis für vergangene Entscheidungen gehören, finden sich bereits heute in der Nachhaltigkeitspraxis.

## Il faut des alternatives à l'analyse coûts-avantages dans l'appréciation de la gestion durable

Les politiques de gestion durable des forêts visent le maintien de l'écosystème forestier, afin d'assurer un développement durable. Le modèle de gestion durable est basé sur divers facteurs ni hiérarchisés ni compensables. De ce fait, il en résulte un critère multidimensionnel d'évaluation des politiques de gestion durable. Un avantage de l'analyse coûts-bénéfices pour évaluer des politiques environnementales est qu'elle propose des décisions rationnelles. Cependant, du point de vue de la gestion durable, ce type d'analyse présente plusieurs désavantages. Tout d'abord, les préférences sont monétarisées et agrégées, mais les motifs à la base de ces préférences restent obscurs. De plus, de quelconques «trade-offs» peuvent y figurer. Finalement, les analyses ne démontrent pas à quel point les limites critiques de systèmes indispensables sont violées. Si cette condition relative à la gestion durable doit être respectée, il est nécessaire d'établir des méthodes d'évaluation qui renoncent à l'agrégation ou à la synthèse des valeurs mesurées qui expriment des critères hétérogènes. A cet égard, la théorie décisionnelle dynamique permet de déduire des critères permettant une prise de décision rationnelle, tout en prenant en compte la multitude des standards. Pour la gestion durable, le principe de précaution, la possibilité d'anticipation et une mémoire pour les décisions précédentes sont indispensables. D'une manière révélatrice, ces idées se trouvent aussi dans la pratique de la gestion durable.