

Ökosystemleistungen und forstliche Optimierungen

Zahlreiche Ökosystemleistungen sind für jedermann zugänglich, wie z. B. die Möglichkeit zur Erholung im Wald. Andere Ökosystemleistungen entstehen als Nebeneffekt, beispielsweise die Klimaschutzwirkungen der Waldwirtschaft. Damit zeichnet sich eine Reihe von Ökosystemleistungen als öffentliche Güter bzw. externe Effekte aus, für die es (zunächst) keine Marktpreise gibt. Das kann die Übernutzung bzw. eine zu geringe Bereitstellung von Ökosystemleistungen zur Folge haben [7].

Bezugsjahr	Bewertungsobjekt	Jährlicher Wert (in Milliarden US\$)	Verlust in Prozent des Bruttosozialproduktes	Höhe des betrachteten Bruttosozialproduktes (in Milliarden US\$)	Quelle
1997	Biodiversität	2.928			Pimentel et al. [12]
1997	Ökosystemgüter und Dienstleistungen	33.000 [1994 US\$]		18.000 [1994 US\$]	Costanza et al. [3]
2008	Kosten durch Verlust von Ökosystemleistungen	6.600	11%	63.344	PRI Association and UNEP Finance Initiative [13]
2011	Ökosystemleistungen	125.000 [2007 US\$]			
	Kosten durch Verlust von Ökosystemleistungen	4.300 bis 20.200	6 – 27 %	75.200 [2007 US\$]	Costanza et al. [4]
2016	Baumartendiversität	166 – 490 [2015 US\$]			Liang et al. [9]

Tab. 1: Kalkulationen des weltweiten ökonomischen Wertes von Ökosystemleistungen bzw. der Biodiversität

Thomas Knoke

Ökosystemleistungen umfassen alle Aspekte von Ökosystemen, die zum menschlichen Wohlergehen beitragen [6]. Der Begriff Ökosystemleistungen [15] wird zunehmend anstelle des älteren

Begriffes Ökosystemdienstleistungen verwendet. Dennoch sind Ökosystemleistungen gleichermaßen auf das Wohlergehen des Menschen bezogen, auch wenn ihnen der Zusatz „dienst“ fehlt. Und: Ökosystemleistungen ohne Markt können sehr wohl einen hohen ökonomischen Wert besitzen.

Dass Marktpreise fehlen, sagt nichts über den ökonomischen Wert von Ökosystemleistungen aus. So berechneten beispielsweise Wolf et al. [17] für die Wälder um Remscheid einen jährlichen Wert aller Ökosystemleistungen von 11.785 € pro Hektar. Hiervon machte die eigentliche Holzproduktion lediglich 3 % aus. Diese Analyse steht in krassm Widerspruch zu den tatsächlich meist verschwindend geringen Zahlungsflüssen für Ökosystemleistungen in Forstbetrieben.

Dies wirft zum einen die Frage auf, wie solche Betrachtungen zum ökonomischen Wert von Ökosystemleistungen zu interpretieren sind. Zum anderen wird deutlich, dass alle Ökosystemleistungen dringend in forstlichen Optimierungen berücksichtigt werden sollten, da sie eine große und zunehmende Bedeutung haben.

Ähnliche Betrachtungen wie die von Wolf et al. [17] liegen für die globale Ebene schon seit einiger Zeit vor (Tab. 1). Demnach übersteigt der ökonomische Wert der Güter und Dienstleistungen der Ökosysteme unseres Planeten regelmäßig das Bruttosozialprodukt. Auch bei den in Tab. 1 aufgelisteten internationalen Studien fällt auf, dass die marktfähigen Güter kaum zum ökonomischen Wert der Ökosysteme beitragen. So beträgt der Anteil der Rohstoff- und Nahrungsmittelproduktion am Gesamtwert aller Güter und Leistungen bei Costanza et al. [3] lediglich 6 %. Nun sind aber Nahrungsmittel offenkundig lebenswichtig und müssten damit deutlich höher bewertet werden. Dies wäre automatisch der Fall, wenn dieselben Bewertungsmethoden wie für die nicht marktfähigen Güter und Dienstleistungen auch auf Rohstoffe und Nahrungsmittel angewandt würden.

Es existieren also sicherlich noch einige methodische Schwächen im Rahmen der Bewertung von Ökosystemleistungen [16]. Die neueren Studien haben jedoch ohne Zweifel eine sehr hohe Qualität, wie beispielsweise Bösch et al. [2].

Schneller Überblick

- Ökosystemleistungen sind alle Aspekte von Ökosystemen, die dem menschlichen Wohlergehen dienen
- Auch ohne Marktpreise können Ökosystemleistungen einen hohen ökonomischen Wert haben, denn die theoretische Zahlungsbereitschaft für Ökosystemleistungen ist sehr groß
- Hieraus müsste sich ein entsprechender Geldfluss für die Forstbetriebe entwickeln lassen, wenn die theoretischen Beträge ernst genommen werden sollen
- Ökosystemleistungen sollten in forstlichen Optimierungen berücksichtigt werden

Auch für die Europäische Union (EU) wurden schon Abschätzungen des Wertes von Naturschutzleistungen mithilfe der Bewertung von Ökosystemleistungen vorgenommen. So wird beispielsweise der ökonomische Nutzen von Natura-2000-Gebieten in der EU auf jährlich 200 bis 300 Milliarden Euro eingeschätzt [5]. Dies entspricht rund 2.500 bis 3.800 € pro Jahr und Hektar an ökonomischer Wertleistung, wenn man einen Anteil der Natura-2000-Flächen an der Gesamtfläche der EU von 18 % annimmt. Auch diese Bewertungen zeigen im Vergleich zu gängigen forstlichen Deckungsbeiträgen sehr hohe Beträge der Ökosystemleistungen auf.

Den meisten ökonomischen Bewertungen liegt zugrunde, dass die potenzielle Zahlungsbereitschaft oder vermiedene bzw. in Kauf genommene Kosten für bestimmte Ökosystemleistungen abgeschätzt werden, um zu einem den Präferenzen der Menschen entsprechenden Wertansatz zu gelangen. Aufgrund der beispielhaft dargestellten enormen Höhe der potenziellen Zahlungsbereitschaft bzw. von Einsparpotenzialen durch Ökosystemleistungen sollte sich den Forstbetrieben eigentlich ein neues und lukratives Geschäftsfeld im Bereich der Ökosystemleistungen eröffnen. Die offenbar sehr hohe ökonomische Wertschätzung der Leistungen des Waldes und seiner Biodiversität müsste sich, zumindest teilweise, in Zahlungen umsetzen lassen, die ein aktives Angebot zusätzlicher Ökosystemleistungen oder von Biodiversität für Forstbetriebe interessant werden lassen.

Gelingt dies nicht, verliert die ökonomische Argumentation von der Nützlichkeit des Naturschutzes und der Biodiversität an Glaubwürdigkeit. Hypothetisch bleibende Zahlungsbereitschaften können auf Dauer die Entscheidungsträger nicht vom hohen ökonomischen Wert des Naturschutzes überzeugen.

Integration von Ökosystemleistungen in forstliche Optimierungen

Unabhängig von den etwas kritischeren Worten zuvor sollte die Forstplanung die allgemein sehr hohe Zustimmung zum Konzept der Ökosystemleistungen aufgreifen und Möglichkeiten zu deren

Ökosystemleistung	Veränderung des ökonomischen Wertes durch Landnutzungsoptimierung unter Berücksichtigung von Ökosystemleistungen im Vergleich zu einer Optimierung ohne Ökosystemleistungen [Referenzjahr 2060 in Millionen £]	
	Ohne Biodiversitätsanforderungen	Betrachtung B: Mit Biodiversitätsanforderungen
Landwirtschaftliche Produktion	-1,419	-1,426
Treibhausgasemissionen	+1,408	+42
Erholung	+11,304	+10,135
Städtische Grünbereiche	+7,203	+6,872
Summe monetärer Werte	+18,714	+17,200

Tab. 2: Veränderungen des jährlichen Wertes von Ökosystemleistungen nach einer Landnutzungsoptimierung unter Berücksichtigung von Ökosystemleistungen für Großbritannien [1]

Integration in forstliche Optimierungen anbieten. Hier wollen wir aus den vielfältigen Möglichkeiten exemplarisch die Ansätze zur Produktionsplanung aufgreifen. Die Produktionsplanung umfasst beispielsweise die Planung der künftigen Baumartenzusammensetzung in einem Forstbetrieb. Hierfür können Portfolio-Modelle zum Einsatz kommen [10]. In solche Planungen ließen sich monetäre Koeffizienten für Ökosystemleistungen durchaus integrieren. Eine entsprechende Berücksichtigung von Ökosystemleistungen kann einen erheblichen Einfluss auf das Planungsergebnis haben. Dies wird beispielsweise in einer Studie zur Landnutzungsplanung in Großbritannien deutlich [1], vergleiche Tab. 2. Eine Berücksichtigung von Ökosystemleistungen im Rahmen einer Landnutzungsoptimierung führte in Großbritannien demnach zu einem Rückgang des landwirtschaftlichen Produktionswertes in Höhe von rund 1,4 Milliarden Pfund, während allein der Wert der verbesserten Erholungsmöglichkeiten um 10 bzw. 11 Milliarden Pfund anstieg. Ob Biodiversitätsanforderungen berücksichtigt wurden oder nicht, spielte dagegen eine nur untergeordnete Rolle.

Ähnliche Optimierungen gibt es für den forstlichen Bereich kaum. Bisher sind die Eigenschaften, die einen Wald zu einem besseren Erholungs-, Klimaschutz-, Wasserschutz- oder Bodenschutzwald bzw. zu einem besseren Habitat werden lassen, zu wenig in die Analysen der ökonomischen Präferenzen für Wald-Ökosystemleistungen eingeflossen. So kann beispielsweise ein pauschaler „Erholungswert“ des Waldes eine Optimierung nur wenig unterstützen.

Bösch et al. [2] konnten jedoch kürzlich zeigen, dass Erholungssuchende für die

spätere Nutzung von Altbäumen bereit wären, Zahlungen in bestimmter Höhe zu tätigen. Solche an bestimmte Waldstrukturen bzw. Maßnahmen geknüpfte, ökonomische Koeffizienten wären wertvoll für eine zielgerichtete Berücksichtigung von Ökosystemleistungen im Rahmen einer ökonomischen Optimierung.

Nun stellt die Berücksichtigung monetärer Koeffizienten im Rahmen forstlicher Optimierungen nicht die einzige Möglichkeit zur Integration von Ökosystemleistungen dar. Multikriterielle Entscheidungsmethoden können bei der angemessenen Bewertung der Beiträge der Natur zum menschlichen Dasein sehr hilfreich sein [11]. Diese Methoden ermöglichen die Integration vielfältigster und auf andere Weise nur schwer vergleichbarer quantitativer bzw. qualitativer Informationen über Ökosystemleistungen. Sie können auch auf Expertenmeinungen aufsetzen. Eine Möglichkeit besteht darin, Ökosystemleistungen in Form von Indikatoren in eine Portfolio-Optimierung zu integrieren und hierbei auch deren Unsicherheiten zu berücksichtigen. Das kann mithilfe einer Zielprogrammierung (Goal Programming) in der Form einer Minimierung maximaler Abstände der erreichten Indikatoren von vordefinierten Optimalwerten (Chebyshev-Ansatz) umgesetzt werden [14]. Dies haben Knoke et al. [8] an einem hypothetischen forstlichen Beispiel demonstriert (Abb. 1).

In unserem Beispiel führt die Berücksichtigung mehrerer (zusätzlicher) Ökosystemleistungen zu einer stärkeren Diversifizierung der Baumarten/Bestandstypen im forstlichen Portfolio. Auch das ökonomisch optimierte Forst-Portfolio (Abb. 1 unten) erbringt zwar wichtige Ökosystemleistungen neben

der Holzproduktion, z. B. die Kohlenstoffspeicherung. Wenige Baumarten bzw. Bestandestypen können allerdings nicht alle Ökosystemleistungen gleichzeitig in hohem Maße erfüllen, sodass eine stärkere Diversifizierung des Portfolios für zusätzliche Ökosystemleistungen erforderlich wird.

Die ideale Zusammensetzung der Bestandestypen zur Erfüllung zusätzlicher Ökosystemleistungen (Abb. 1 oben) ist deutlich laubholzreicher und enthält auch erhebliche Anteile eines ertragsschwachen Nadelholztyps. Die als Deckungsbeitragsäquivalente zu interpretierenden Annuitäten dieses Portfolios liegen daher knapp 200 Euro pro Jahr und Hektar unter denen des ökonomisch optimierten Portfolios. Dies wäre aus forstbetrieblicher Sicht als eine absolute Preisuntergrenze für die Bereitstellung der vielfältigen Ökosystemleistungen zu werten. Letztlich müssten aber auch die Unsicherheiten berücksichtigt werden, welche den Waldbesitzern durch die Bereitstellung der Ökosystemleistungen entstehen: So können beispielsweise Optionen durch eventuell günstige Holzpreise für Nadelholz nicht mehr im selben Maße ausgenutzt werden wie im ökonomisch optimierten Portfolio. Sollen diese Unsicherheiten abgesichert werden, wäre ein Betrag von über 400 € pro Jahr und Hektar als fairer Preis anzusetzen.

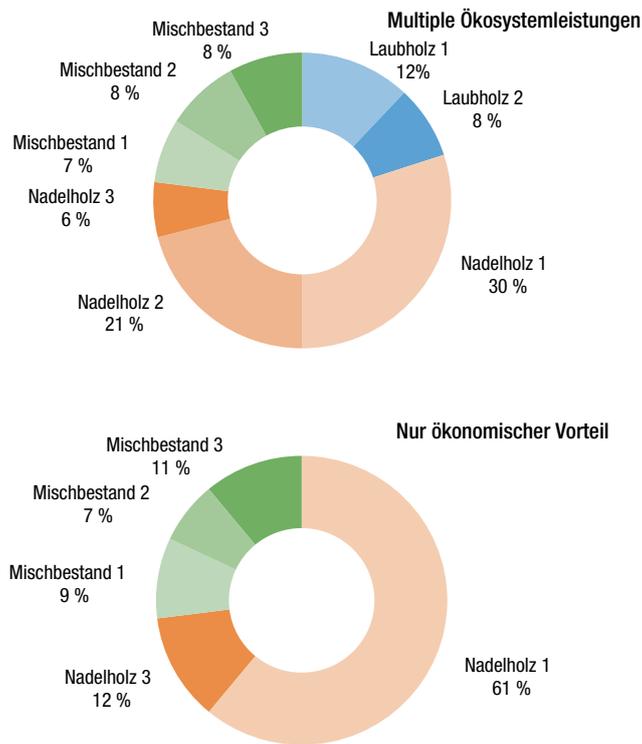


Abb. 1: Schematische Darstellung der Baumarten-/Bestandestypenstruktur bei rein ökonomischer robuster Optimierung (unten) im Vergleich zu einer robusten Optimierung mit mehreren Zielsetzungen (oben): Ökonomische Effizienz (Annuität bei 1,5 % Zinssatz), durchschnittlicher Gesamtzuwachs, Kohlenstoffspeicherung in holziger oberirdischer Biomasse, durchschnittliche (über eine Umtriebszeit) und maximale Totholz mengen wurden als Indikatoren verwendet (verändert nach Knoke et al. [8])

Dieser würde die Opportunitätskosten eines Waldbesitzers, der Ökosystemleistungen anbietet, mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % abdecken.

Gemessen an den üblicherweise durch Waldwirtschaft erzielbaren Deckungsbeiträgen sind die genannten Preisvorstellungen zur Bereitstellung zusätzlicher Ökosystemleistungen sicherlich hoch. Vor dem Hintergrund des ökonomischen

Wertes der Ökosystemleistungen der Wälder um Remscheid von über 11.000 € pro Jahr und Hektar und auch gemessen an der publizierten Wertleistung von Natura-2000-Flächen in Höhe von 2.500 bis 3.800 € pro Hektar und Jahr sind selbst diese aus forstlicher Sicht hohen Zahlungen überschaubar.

Fazit

Die Forstbranche sollte die sich aus der hohen Wertschätzung von Ökosystemleistungen ergebenden Chancen besser nutzen und aktiver mit den wachsenden Ansprüchen an den Wald umgehen. Die veröffentlichten Informationen zu den hohen ökonomischen Werten von Ökosystemleistungen stellen Möglichkeiten in Aussicht, Forstbetriebe durch eine faire Preisgestaltung für eine zusätzliche Bereitstellung von Ökosystemleistungen zu gewinnen. Forstliche Optimierungsansätze können die Herleitung solch fairer Preise gut unterstützen.

In dieser Ausgabe der AFZ-DerWald soll anhand einiger laufender Arbeiten der Professur für Waldinventur und nachhaltige Nutzung der Technischen Universität München auf neuere Entwicklungen im Bereich der Forstplanung aufmerksam gemacht werden. Dabei wird die Optimierung multipler Ökosystemleistungen, aber auch die nicht stochastische Optimierung angesprochen. Aspekte der terrestrischen Inventur sowie die Potenziale der Fernerkundung für eine Verbesserung der Informationserfassung runden das Bild ab.

Literaturhinweise:

[1] BATEMAN, I. J. et al. (2013): Bringing ecosystem services into economic decision-making: land use in the United Kingdom. *Science*, 341, S. 45-50. [2] BÖSCH, M. et al. (2017): Costs and carbon sequestration potential of alternative forest management measures in Germany. *Forest Policy and Economics*, 78, S. 88-97. [3] COSTANZA, R. et al. (1997): The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, S. 253-260. [4] COSTANZA, R. et al. (2014): Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26, S. 152-158. [5] Europäische Union (2013): Der wirtschaftliche Nutzen von Natura 2000. <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/biolat/oekosystemleistungen/>. [6] FISHER, B.; TURNER, R. K.; MORLING, P. (2009): Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68, S. 643-653. [7] HELM, D.; HEPBURN, C. (2012): The economic analysis of biodiversity. *An assessment. Oxford Review of Economic Policy*, 28, S. 1-21. [8] KNOKE, T.; MESSERER, K.; PAUL, C. (2017): The Role of Economic Diversification in Forest Ecosystem Management. *Current Forestry Reports*, 2, S. 93-106. [9] LIANG, J. et al. (2016): Positive biodiversity-productivity relationship predominant in global forests. *Science*, 354, S. 196. [10] NEUNER, S.; BEINHOFER, B.; KNOKE, T. (2013): The optimal tree species composition for a private forest enterprise – applying the theory of portfolio selection. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 28, S. 38-48. [11] PASCUAL, U. et al. (2017): Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2017, 26, S. 7-16. [12] PIMENTEL, D. et al. (1997): Economic and Environmental Benefits of Biodiversity. *BioScience*, 47, S. 747-757. [13] PRI Association and UNEP Finance Initiative (2010): Universal Ownership – Why externalities matter to institutional investors. <http://www.unepfi.org/publications/investment-publications/universal-ownership-why-environmental-externalities-matter-to-institutional-investors/> (Zugriff 29.05.2017). [14] ROMERO, C. (2001): Extended lexicographic goal programming: a unifying approach. *Omega*, 29, S. 63-71. [15] TEEB Deutschland (ohne Jahr): http://www.naturkapital-teeb.de/glossar.html?tx_a21glossary%5Buid%5D=44&cHash=ebd1841ebd8c9c9aa43961ed0759bd6b (Zugriff am 24.07.2017). [16] TOMAN, M. (1998): Why not to calculate the value of the world's ecosystem services and natural capital? *Ecological Economics*, 25, S. 57-60. [17] WOLF, M.; SIEBERTH, L.; ASCHE, N. (2016): Ökosystemdienstleistungen von Wäldern. *AFZ-DerWald*, 71. Jg., Nr. 2, S. 25-27.



Prof. Dr. Thomas Knoke, knoke@tum.de, ist Leiter der Professur für Waldinventur und nachhaltige Nutzung an der Technischen Universität München.