


Assessing Ecosystem Services across Scales

From methodological linkages to implementation

Doctoral Thesis

Author(s):

Rabe, Sven-Erik 

Publication date:

2020

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000465024>

DISS. ETH NO. 27101

Assessing Ecosystem Services across Scales from methodological linkages to implementation

A thesis submitted to attain the degree of
DOCTOR OF SCIENCES of ETH ZURICH
(Dr. sc. ETH Zurich)

presented by

SVEN-ERIK RABE

M.Sc. in Environmental Planning and Engineering Ecology

Technical University of Munich

born 19.06.1982

citizen of Germany

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. Adrienne Grêt-Regamey, examiner
Prof. Dr. Benjamin Burkhard, co-examiner
Prof. Dr. Tobias Plieninger, co-examiner

2020

Summary

Human activities and technical innovation have led to an unprecedented level of economic prosperity in society. However, they are also increasingly affecting the functioning of ecosystems: biodiversity is declining, and natural resources, such as soil and groundwater, are overused. These activities impact areas beyond those directly used by the benefiting society. The global degradation of ecosystems means that they are no longer or are only partially able to provide the services that society depends on. Moreover, restoring damaged ecosystems is costly and often impossible, partly because of their complexity.

Ecosystems and the goods and services they provide—ecosystem services (ES)—are essential for human well-being as well as economic and social development. However, their importance is not sufficiently considered in planning. These services and goods are regarded as public goods that are freely available and do not require careful management or protection. The concept of ES aims to show the links between ecosystems and society and the contribution of ecosystems to human well-being. The value of these services (and thus the importance of functioning ecosystems) is insufficiently integrated into political decision-making processes, spatial planning considerations, and (local) management of natural resources.

The characteristics and spatial distribution of ES need to be assessed to enable such an integration in the future. The same is true for the use of services and the intensity of demand. To this end, the existing assessment approaches must be further developed and expanded into a comprehensive, systematic assessment. By adequately assessing ES, they can also be integrated into regulatory impact assessments, environmental assessments, and planning to be considered in trade-off procedures. The concept of ES offers the opportunity to enrich such instruments with an array of arguments for the sustainable management of ecosystems. Thus, considering various ES and other aspects relevant to planning, synergies and conflicting objectives can be identified, and interests can be comprehensively balanced.

The mapping and assessment of ES with the aim of integrating them into decision-making processes demand adequate methods to provide the required information in an appropriate manner. Many of the existing approaches meet these requirements to a limited extent only: they are not suitable for specific purposes, or their results are not directly usable for decision makers due to several reasons, including their complexity. The available methods and approaches

are often tailored to defined objectives and thus cannot be transferred to other issues.

The overall objective of this thesis is to improve the basis for the integration of the ES concept into spatial planning and decision-making. To this end, it is first of all necessary to gain knowledge about the suitability of methods for the respective purpose of use. In addition, methodological improvements must be achieved, particularly the linking of methods. Finally, it is necessary to develop concepts for the cross-scale application of methods for mapping and assessing ES.

This leads to the following research questions.

1. Are the approaches and methods used in current ES assessments appropriate for their respective objectives?
2. How can qualitative and quantitative ES assessment methods be linked to improve ES assessments?
3. How can an ES assessment be designed and operationalized to be applicable across scales?

These research questions were addressed through three articles that were submitted to and/or published in widely recognized scientific journals.

The first publication shows how ES assessments are methodologically implemented and the extent to which the different approaches are appropriate for their respective purposes. In particular, it examines at what level of complexity, at what spatial scale, and for which objective assessments are applied and which ES are assessed. The results show that, in most assessments, the approaches used are consistent with the objectives pursued. This leads to the conclusion that there is an awareness that each objective imposes specific requirements on the respective application of the methods. It also shows that skills and resources are generally available for the respective implementations. There are therefore good preconditions for further embedding the ES concept and for encouraging the hitherto weak integration of this concept into policies and planning practice. Furthermore, this publication shows that different methods can be used within an assessment, but that these methods are not linked to each other to cover different aspects of an ES.

The second publication demonstrates the linking of a model-based assessment approach with the user preferences of the public. The recreational suitability

of the riverine zone in the canton of Zurich is assessed as an example. A comparison of the results of an expert model with the preferences of the potential users shows a clear correlation of the findings from both approaches, which are methodologically different. This opens up the possibility of developing expert-based models with a proportionate use of resources and refining them with social empirical methods.

Finally, the third publication presents an approach to the development of a national ES assessment using indicators that can be applied at different scales and transferred to other countries. It is based on existing indicators and datasets and is compatible with international typologies of ES and their respective indicators. Suitable indicators for ES mapping are defined on the basis of an examination of the importance of various ES for Germany and an analysis of existing monitoring systems. The publication further shows how both the supply and demand for ES can be mapped with different indicators and datasets and how these indicators can be adapted for use at different scales. The following aspects are identified as key prerequisites for the implementation of such an assessment approach in spatial and landscape planning decision-making processes: (I) explicit consideration of synergies and trade-offs between ES in combination with consistent scalability for comparison at different planning levels, (II) spatially explicit information at the implementation level, and (III) consideration of supply, demand, and potential.

In summary, this thesis makes important methodological contributions to the further development, combination, and application of different approaches to mapping and assessing ES.

This thesis shows that, in many cases, especially for clearly defined issues, methodological approaches are already being used in a goal-oriented and appropriate manner, even though this is usually not done to develop comprehensive assessments of ES. Furthermore, it shows that approaches to assess ES can be combined with added value, as is particularly apparent in the case of cultural ES (CES). This thesis also shows that a comprehensive, cross-scale, cross-sectoral assessment is required to integrate ES appropriately into decision-making processes and that such an approach—built on existing datasets—is feasible and appropriate.

However, the analyses also clarify that further efforts are needed to successfully integrate ES into planning and management decisions and thus ensure the long-term well-being of society. In this context, holistic approaches such as landscape approaches, can benefit from the concept of ES. These approaches aim to provide conceptual support in addressing challenges arising from competing land use interests and different objectives of various actors. The integration of the ES concept can support these approaches in the development of landscapes and socio-ecological systems.

Zusammenfassung

Menschliche Aktivitäten und der technische Fortschritt führten zu einem bislang nie dagewesenen Wohlstand in unserer Gesellschaft. Doch sie beeinträchtigen seit langem und in zunehmendem Masse die Funktionsfähigkeit von Ökosystemen: Die biologische Vielfalt nimmt ab, natürliche Ressourcen wie Boden oder Grundwasser werden übernutzt. Dieses Handeln wirkt über den Raum hinaus, den die profitierende Gesellschaft unmittelbar nutzt. Die weltweite Schädigung von Ökosystemen hat zur Folge, dass diese die Leistungen, auf die unsere Gesellschaft angewiesen ist, nicht mehr oder nur noch eingeschränkt bereitstellen können. Eine Wiederherstellung geschädigter Ökosysteme ist unter anderem aufgrund ihrer Komplexität kostspielig und oft sogar unmöglich.

Ökosysteme und die von ihnen bereitgestellten Güter und Leistungen – Ökosystemleistungen – sind für das Wohlergehen des Menschen sowie für seine wirtschaftliche und soziale Entwicklung unverzichtbar. Ihre Bedeutung wurde in Planungen bislang unzureichend berücksichtigt. Die Leistungen und Güter wurden als frei verfügbares Allgemeingut angesehen, das keines sorgfältigen Managements oder Schutzes bedurfte. Das Konzept der Ökosystemleistungen zielt darauf ab, die Verbindungen zwischen Ökosystemen und Gesellschaft sowie den Beitrag der Ökosysteme zum menschlichen Wohlbefinden aufzuzeigen. Der Wert dieser Leistungen (und damit die Bedeutung der leistungsfähigen Ökosysteme) ist noch immer unzureichend in politische Entscheidungsprozesse, raumplanerische Interessenabwägungen und das (lokale) Management der natürlichen Ressourcen integriert.

Um künftig eine derartige Berücksichtigung zu ermöglichen, ist es erforderlich, Ökosystemleistungen in ihrer Ausprägung und räumlichen Verteilung zu erfassen. Dasselbe gilt für die Nutzung der Leistungen und die Intensität der Nachfrage. Dazu müssen die bestehenden Ansätze zur Erfassung weiterentwickelt und zu einem umfassenden, systematischen Assessment ausgebaut werden. Mittels einer angemessenen Erfassung der Ökosystemleistungen lassen sich diese auch in Gesetzesfolgenabschätzungen, Umweltprüfungen und Planungen integrieren, um Gegenstand von Abwägungsprozessen zu werden. Das Konzept der Ökosystemleistungen bietet die Möglichkeit, derartige Instrumente mit einem Argumentarium für das nachhaltige Management von Ökosystemen anzureichern. So können Synergien und Zielkonflikte unter Einbezug verschiedener Ökosystemleistungen und weiterer planungsrelevanter Aspekte ermittelt sowie Interessen umfassend abgewogen werden.

Eine Erfassung und Bewertung von Ökosystemleistungen mit dem Ziel der Integration in Entscheidungsprozesse erfordert adäquate Methoden, um die benötigten Informationen zweckmässig bereitstellen zu können. Viele der bestehenden Ansätze erfüllen diese Anforderungen nur eingeschränkt: Sie sind für einen bestimmten Zweck nicht geeignet oder ihre Ergebnisse sind z. B. aufgrund ihrer Komplexität für Entscheidungsträger nicht direkt nutzbar. Die verfügbaren Methoden und Ansätze sind oft auf definierte Ziele zugeschnitten und können nicht auf andere Fragestellungen übertragen werden.

Das übergeordnete Ziel dieser Arbeit ist es, die Grundlagen für die Integration des Ökosystemleistungskonzepts in die Raumplanung und Entscheidungsfindung zu verbessern. Dafür gilt es, zunächst Kenntnisse über die Zweckmässigkeit von Methoden bezüglich des jeweiligen Einsatzzwecks zu gewinnen. Darüber hinaus müssen methodische Verbesserungen entwickelt werden, worunter insbesondere die Verknüpfung von Methoden fallen. Und schliesslich ist es notwendig, Vorschläge dafür zu entwickeln, wie die Methoden massstabsübergreifend für ein Mapping und Assessment von Ökosystemleistungen angewandt werden können.

Daraus ergeben sich folgende Forschungsfragen:

1. Sind die in den bisherigen Bewertungen von Ökosystemleistungen verwendeten Ansätze und Methoden für ihre jeweiligen Ziele geeignet?
2. Wie können qualitative und quantitative Methoden zur Bewertung von Ökosystemleistungen miteinander verknüpft werden, um Assessments dieser Leistungen zu verbessern?
3. Wie kann ein Assessment von Ökosystemleistungen so gestaltet und operationalisiert werden, dass es skalenübergreifend anwendbar ist?

Die Forschungsfragen wurden in drei Artikeln abgehandelt, die bei anerkannten wissenschaftlichen Zeitschriften eingereicht bzw. publiziert wurden.

Die erste Publikation zeigt, wie Bewertungen von Ökosystemleistungen methodisch umgesetzt werden und inwiefern die verschiedenen Ansätze für den jeweiligen Zweck angemessen sind. Dazu wird insbesondere untersucht, auf welcher Komplexitätsstufe, auf welcher räumlichen Skala und zu welchem Zweck die Assessments angewandt und welche Ökosystemleistungen bewertet wurden. Die Resultate zeigen, dass in der

Mehrheit der Bewertungen die angewandten Ansätze mit den jeweils angestrebten Zielen vereinbar sind. Dies lässt den Schluss zu, dass ein Bewusstsein dafür vorhanden ist, dass jedes Ziel spezifische Anforderungen an die jeweilige Anwendung der Methoden stellt. Und dies zeigt, dass Fähigkeiten und Ressourcen für die entsprechenden Anwendungen in der Regel vorhanden sind. Es bestehen demnach gute Voraussetzungen, das Ökosystemleistungskonzept weiter zu verankern und die bisher schwache Integration des Konzepts in Politiken und Planungspraxis zu forcieren. Weiterhin wird aufgezeigt, dass innerhalb eines Assessments durchaus verschiedene Methoden zum Einsatz kommen können, diese jedoch nicht miteinander verknüpft werden, um verschiedene Aspekte einer Ökosystemleistung zu erfassen.

In der zweiten Publikation wird die Verknüpfung eines modellbasierten Bewertungsansatzes mit Nutzerpräferenzen der Bevölkerung demonstriert. Als Beispiel dient die Erfassung der Erholungseignung an Fließgewässern im Kanton Zürich. Ein Vergleich der Ergebnisse des Expertenmodells mit den Präferenzen der potenziellen Nutzer zeigt eine klare Korrelation der Resultate beider methodisch unterschiedlichen Ansätze. Dies eröffnet die Möglichkeit, expertenbasierte Modelle mit verhältnismässigem Einsatz von Ressourcen zu erarbeiten und mit sozialemethodischen Methoden zu verfeinern.

Die dritte Publikation schliesslich stellt einen Ansatz zur Entwicklung eines nationalen Ökosystemleistungs-Assessments mittels Indikatoren vor, der auf verschiedenen Skalen anwendbar und auf weitere Länder übertragbar ist. Er baut auf bestehenden Indikatoren und Datensätzen auf und ist mit internationalen Typologien von Ökosystemleistungen und deren jeweiligen Indikatoren kompatibel. Ausgehend von einer Bewertung der Bedeutung verschiedener Ökosystemleistungen für Deutschland und einer Analyse bestehender Monitoringsysteme, werden geeignete Indikatoren zur Erfassung von Ökosystemleistungen definiert. Die Publikation zeigt weiter auf, wie sowohl das Angebot von als auch die Nachfrage nach Ökosystemleistungen mit verschiedenen Indikatoren und Datensätzen abgebildet werden können und wie sich diese Indikatoren für die Nutzung auf unterschiedlichen Skalen anpassen lassen. Als elementare Voraussetzungen für die Implementierung eines derartigen Assessment-Ansatzes in raum- und landschaftsplanerische Entscheidungs-

prozesse werden verschiedene Aspekte identifiziert. Dies sind insbesondere (I) die explizite Berücksichtigung von Synergien und Trade-offs zwischen Ökosystemleistungen in Kombination mit der konsistenten Skalierbarkeit auf verschiedenen Ebenen zum Zwecke des Vergleichs auf unterschiedlichen Planungsebenen sowie (II) räumlich explizite Informationen auf der Implementierungsebene und (III) die Berücksichtigung von Angebot, Nachfrage und Potenzial.

Zusammengefasst leistet diese Doktorarbeit wichtige methodische Beiträge zur Weiterentwicklung, Kombination und Anwendung verschiedener Vorgehensweisen zum Mapping und Assessment von Ökosystemleistungen.

Die Arbeit zeigt, dass bereits heute in vielen Fällen – insbesondere für klar umrissene Fragestellungen – methodische Ansätze zielorientiert und zweckmässig eingesetzt werden, auch wenn dies meist nicht zum Zwecke eines umfassenden Assessments von Ökosystemleistungen geschieht. Weiter zeigt sie, dass sich Ansätze zur Erfassung von Ökosystemleistungen mit Mehrwert kombinieren lassen. Dieser wird vor allem bei den kulturellen Leistungen ersichtlich. Zudem zeigt die Arbeit auf, dass es ein umfassendes, skalen- und sektorübergreifendes Assessment erfordert, um Ökosystemleistungen angemessen in Entscheidungsprozesse zu integrieren, und dass ein solches Vorgehen aufbauend auf bestehenden Datensätzen machbar und zweckmässig ist.

Die Analysen verdeutlichen aber auch, dass es weiterer Anstrengungen bedarf, um Ökosystemleistungen erfolgreich in planerische Abwägungen und Managemententscheidungen zu integrieren und damit eine langfristige Sicherung des gesellschaftlichen Wohlergehens sicherzustellen. In diesem Zusammenhang wird betont, dass holistische Herangehensweisen wie Landschaftsansätze vom Konzept der Ökosystemleistungen profitieren können. Diese Ansätze zielen darauf ab, eine konzeptionelle Hilfestellung bei der Bewältigung von Herausforderungen zu geben, die sich aus konkurrierenden Landnutzungsinteressen und unterschiedlichen Zielsetzungen verschiedener Akteure ergeben. Die Einbindung des Ökosystemleistungskonzepts hat das Potenzial, diese Ansätze in der Entwicklung von Landschaften und sozio-ökologischen Systemen zu unterstützen.