

Ökosystemleistungen in Flusslandschaften

Kerstin Böck

Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement

Abstract: Flusslandschaften dienen seit mehreren tausend Jahren als Siedlungs-, Infrastruktur- und Produktionsräume. Sie liefern Trink-, Kühl- und Bewässerungswasser, Fisch als Nahrungsmittel oder für die Sportfischerei, Flächen für den Hochwasserschutz und können einen kulturellen und ästhetischen Wert haben. Die zunehmende Intensivierung der Landnutzung und die damit verbundene Kanalisierung, Stauhaltung und andere radikale Veränderungen, z.B. durch den Betrieb von Wasserkraftwerken, führten zu einer Verlagerung der Funktionen und der damit verbundenen Dienstleistungen in Flusslandschaften. Um diesem Trend entgegenzuwirken, ist ein erster Schritt die Sensibilisierung der Öffentlichkeit für deren Bedeutung.

Key Words: Ökosystemleistungen, Bewertung, Flusslandschaftsmanagement

Das vorliegende Manuskript basiert auf:

Böck, R., Polt, R., Schülting, L. 2018. Ecosystem Services in River Landscapes in: Schmutz, S. & Sendzimir, J. (Hrsg.). Riverine Ecosystem Management – Science for Governing Towards a Sustainable Future. Aquatic Ecology Series, Springer.

1 Was sind Ökosystemleistungen?

Eine Möglichkeit, das Bewusstsein für die Bedeutung von unbeeinträchtigten Flusslandschaften für die Erbringung von Leistungen für den Menschen zu schärfen und diese in Entscheidungsprozessen leichter zu berücksichtigen, ist das Konzept der Ökosystemleistungen (ÖSL). Dieses Konzept verdeutlicht den Zusammenhang zwischen verschiedenen Einflüssen auf Ökosysteme und der Verfügbarkeit ihrer Funktionen und in weiterer Folge der Bereitstellung von Leistungen für den Menschen.

Ökosystemleistungen beziehen sich auf die Schnittstelle zwischen Ökosystemen und menschlichem Wohlbefinden und werden als der Nutzen beschrieben, den Ökosysteme für den Menschen bieten (MEA 2003). Das ursprünglich von Haines-Young und Potschin (2010) veröffentlichte Kaskadenmodell wird in vielen Studien, die sich mit dem ÖSL-Konzept befassen, als Grundlage verwendet. Es

unterscheidet zwischen ökologischen Strukturen, Prozessen und Nutzen, den der Mensch aus Ökosystemen zieht (Abbildung 1). Während Ökosystemfunktionen die Fähigkeit beschreiben, Güter oder Dienstleistungen für die menschliche Gesellschaft bereitzustellen, wird das Ausmaß der ÖSL und damit der Nutzen für den Menschen durch die tatsächliche Nachfrage bestimmt.

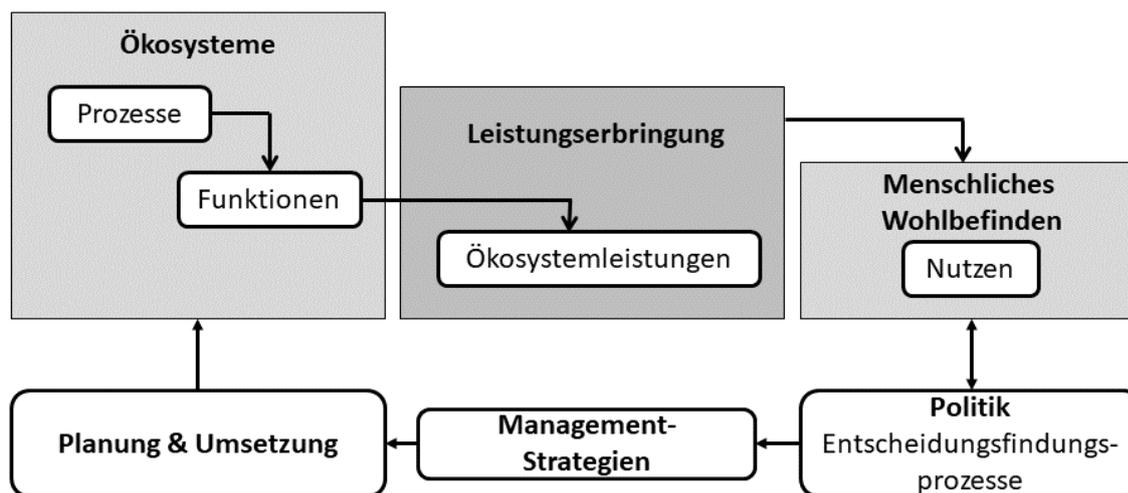


Abbildung 1: Kaskadenmodell, das den Zusammenhang zwischen ÖSL und menschlichem Wohlbefinden zeigt (Böck et al. 2015 basierend auf Haines-Young und Potschin 2010, De Groot et al. 2010 und Van Oudenhoven et al. 2012)

Das in den 1970er Jahren entstandene ÖSL-Konzept wurde in den 1990er Jahren zu einem Thema in der internationalen Umweltdiskussion. Seitdem hat sein Einfluss weiter zugenommen. Ein wichtiger Meilenstein war die Veröffentlichung von Robert Costanza über den Wert des weltweiten Naturkapitals, die den Gesamtwert der weltweiten ÖSL mit 16 bis 54 Billionen Dollar pro Jahr berechnete (Costanza et al. 1997). Neuere Schätzungen im Jahr 2011 gehen von 125 Billionen Dollar pro Jahr aus (Costanza et al. 2014). Weitere wichtige Schritte waren das Millennium Ecosystem Assessment (MEA 2003), das die Folgen des Ökosystemwandels für das menschliche Wohlergehen bewertete, die TEEB-Initiative (TEEB 2010), die den globalen wirtschaftlichen Nutzen der Biodiversität hervorhob, und die Einrichtung der Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES 2015), die als Schnittstelle zwischen Wissenschaftlern und politischen Entscheidungsträgern fungiert. Darüber hinaus hat das Übereinkommen über die biologische Vielfalt (CBD 2010) einen starken Fokus auf ÖSL und behandelt dieses Thema als eines seiner strategischen Ziele.

Je nach Forschungsfrage und Kontext gibt es verschiedene Möglichkeiten, ÖSL zu kategorisieren. Einen Überblick über diese verschiedenen Klassifikationen

geben z.B. Häyhä und Franzese (2014). Die am häufigsten verwendete Klassifikation wurde im Rahmen des Millennium Ecosystem Assessment (MEA 2003) entwickelt, das die ÖSL in vier Kategorien unterteilt: unterstützende, versorgende, regulierende und kulturelle Dienstleistungen. Im Folgenden sind einige Beispiele für den Süßwasser-Kontext aufgeführt (basierend auf Aylward et al. 2005):

- Unterstützende Dienstleistungen - werden als Grundlage für fast alle anderen Dienstleistungen benötigt. Ökosysteme bieten Lebensräume für Pflanzen und Tiere und unterstützen deren Erhaltung. Beispiele für den Süßwasserkontext sind:
 - Rolle im Nährstoffkreislauf - Erhaltung der Fruchtbarkeit der Auen
 - Primärproduktion
- Bereitstellende Dienstleistungen - materielle/"greifbare" Ergebnisse von Ökosystemen, einschließlich Nahrung, Wasser und anderer Ressourcen, z.B:
 - Wasser für den Verbrauch - Trinkwasser, Haushaltsnutzung, Landwirtschaft und industrielle Nutzung
 - Wasser für den nicht-konsumtiven Gebrauch - Energieerzeugung, Transport, Schifffahrt
 - Aquatische Organismen - Lebensmittel und Medikamente
- Regulierende Dienstleistungen - Dienstleistungen, die Ökosysteme auf der Grundlage ihrer Regulierungskapazität erbringen, z.B:
 - Erhaltung der Wasserqualität - natürliche Filterung und Wasseraufbereitung
 - Pufferung von Hochwasserströmen, Erosionsschutz durch Wasser/Land-Interaktionen und Hochwasserschutzinfrastruktur
- Kulturelle Dienstleistungen - nicht-materieller Nutzen, den Menschen aus Ökosystemen ziehen, einschließlich ästhetischen, spirituellen und psychologischen Nutzens, z.B:
 - Erholung - Rafting, Kajakfahren, Wandern, Fischen
 - Tourismus – Flussbeobachtung
 - Existenzwerte - persönliche Zufriedenheit aus frei fließenden Flüssen

Aufbauend auf den im Rahmen des MEA entwickelten Kategorien wurde 2013 die CICES-Klassifikation veröffentlicht. Die Abkürzung „CICES“ steht für „Common International Classification of Ecosystem Services“. Ein wesentlicher Unterschied zu MEA ist die nunmehrige Gruppierung von ÖSL in nur noch drei Gruppen („Sections“). Unterstützende Basisleistungen werden hier nicht berücksichtigt, da sie als grundlegende Eigenschaften von Ökosystemen die ÖSL zwar hervorrufen, aber selbst keine direkten und finalen Leistungen sind, die vom Menschen genutzt werden. Auch Doppelzählungen sollten so vermieden werden (Haines-Young und Potschin 2013).

In der wissenschaftlichen Debatte wird auch ein anderer Begriff - die so genannten "Ecosystem Disservices" - diskutiert. Dieser beschreibt die negativen Werte von Ökosystemen wie Krankheiten, Parasiten, Raubtiere oder bestimmte Insekten, die bei der Bewertung von ÖSL oft übersehen werden (Dunn 2010). Im Kontext des Flusslandschaftsmanagements ist das „Ecosystem Disservice“ "Überflutung" von besonderer Bedeutung. Wenngleich Hochwässer auch wertvolle Dienste leisten, wie z.B. bei Fischzuchtanlagen oder der Wasserspeicherung in Überschwemmungsgebieten, werden sie meist als negative Auswirkungen des Ökosystems angesehen, insbesondere in Gebieten, in denen Menschen zu nahe an Gewässern oder in früheren Überschwemmungsgebieten siedelten oder bauten (Nedkov und Burkhard 2012). Allerdings ist man sich oft nicht bewusst, dass viele dieser Missstände überhaupt erst durch menschliche Aktivitäten verursacht wurden.

Obwohl das ÖSL-Konzept in der Wissenschaft sehr populär ist und in unzähligen Forschungsartikeln und Strategiepapieren diskutiert wird, hinkt seine Anwendung in der Praxis hinterher (Portman 2013; Hauck et al. 2013; Albert et al. 2014). Ein Grund für diese Lücke zwischen Forschung und Praxis wird darin gesehen, dass den politischen Entscheidungsträgern jegliche Anleitung fehlt, um ÖSL zu definieren, zu messen und zu bewerten und sie in Politik und Verwaltung zu integrieren (Bouma und van Beukering 2015). Hier wäre eine bessere Kommunikation zwischen Wissenschaft, Interessenvertretern und der Öffentlichkeit wünschenswert (Neßhöver et al. 2013; de Groot et al. 2010).

Das ÖSL-Konzept bietet viele potenzielle Anwendungsbereiche. Dazu gehören 1) die Sensibilisierung für die Bedeutung des Erhalts von Ökosystemen und ihrer Biodiversität;

2) das Verständnis ihrer Bedeutung in Bezug auf menschliche Aktivitäten und Wohlbefinden;

3) die Bereitstellung eines neuen Kommunikationsrahmens zwischen Politikern, Wissenschaftern und der Öffentlichkeit über die Zusammenhänge zwischen Natur und Gesellschaft;

4) die Förderung des Bewusstseins, dass die Erhaltung des natürlichen Kapitals dazu beiträgt, die Bereitstellung von ÖSL aufrechtzuerhalten (Wallis et al. 2011). Auch im Zuge der Bewertung von Restaurierungsprojekten kann das Konzept hilfreich sein, um die Auswirkungen auf die Biodiversität und folglich die Bereitstellung von ÖSL zu untersuchen (Rey Benayas et al. 2009).

2 Bewertungsansätze für gewässerbezogene Ökosystemleistungen

Der zunehmende Verbrauch natürlicher Ressourcen und der damit verbundene Verlust an biologischer Vielfalt werden oft als Argument für die Bewertung von ÖSL verwendet. Dadurch können ihre Sichtbarkeit und ihre Berücksichtigung in politischen und wirtschaftlichen Entscheidungsprozessen verbessert werden (Schwaiger et al. 2015). Es wurden mehrere quantitative und qualitative, monetäre und nicht-monetäre Bewertungsmethoden und -techniken entwickelt, um die Vielzahl der ÖSL und die Bedeutung der Biodiversität systematisch zu bewerten (Schröter-Schlaack et al. 2014). Zusätzlich zu diesen neu entwickelten Ansätzen werden auch bereits bestehende Methoden zur Datenerhebung und -bewertung für Studien zu ÖSL verwendet. Dazu gehören Kartierungs- und Monitoring-Aktivitäten, (Experten-)Interviews oder statistische Analysen (Grunewald und Bastian 2013).

Die Entscheidung über die am besten geeignete Bewertungsmethode hängt von der Forschungsfrage und dem Bewertungsziel ab.

Von der gesamten Bandbreite der ÖSL kann ein großer Teil qualitativ, ein kleinerer Teil quantitativ und noch kleinere Teile monetär bewertet werden. Insbesondere kulturelle ÖSL werden bei quantitativen und monetären Bewertungen oft weniger berücksichtigt, da ihre Klassifizierung und Messung schwierig ist (Satz et al. 2013). Um ein repräsentatives Bild zu gewährleisten, müssen monetäre mit anderen quantitativen und qualitativen Bewertungen kombiniert werden (ten Brink und Bräuer 2008). Daher schlagen Häyhä und Franzese (2014) interdisziplinäre Ansätze für ÖSL-Bewertungen vor, um ein Missmanagement der natürlichen Ressourcen zu vermeiden. Auch Kumar und Kumar (2008) und Gómez-Baggethun et al. (2014) weisen auf die Notwendigkeit integrierter Bewertungsansätze hin, die auch die sozialen und ökologischen Aspekte der Werte von Ökosystemdienstleistungen beachten. Diese

Notwendigkeit wurde bereits von mehreren neueren Initiativen wie dem MEA, der TEEB-Initiative oder dem IPBES-Rahmenwerk berücksichtigt (Kelemen et al. 2014).

Mehrere Forscher weisen auf die Notwendigkeit hin, nicht nur den Nutzwert von Ökosystemen für den Menschen zu berücksichtigen, sondern auch zu bedenken, dass Ökosysteme intrinsische Werte haben können, unabhängig von ihrem Nutzen für das menschliche Wohlbefinden (MEA 2005). Bereits in der Vergangenheit stellten mehrere Forscher in Frage, ob eine auf den Menschen ausgerichtete utilitaristische Perspektive ausreicht, um die Umwelt zu schützen, oder ob es notwendig ist, die Bedürfnisse der Umwelt neben ihrem Nutzen für den Menschen zu berücksichtigen (Seligman 1989). Giddings et al. (2002) warfen beispielsweise die Frage auf, wie Geld einen Baum für den sauren Regen oder ein Tier für den Verlust seines Lebensraums entschädigen kann.

2.1 Monetäre ÖSL-Bewertungsansätze

Die monetäre Bewertung von ÖSL wird von verschiedenen Autoren besonders kritisch gesehen (z.B. de Groot et al. 2010; Kosoy und Corbera 2010; Spash 2008). Sie weisen auf technische Schwierigkeiten und ethische Implikationen hin. Norgaard (2010) beispielsweise argumentiert, dass "die Metapher der Natur als ein Bestand, der Dienstleistungen bietet", nicht ausreicht, um den heutigen Herausforderungen zu begegnen, sondern nur als Teil einer größeren Lösung funktionieren kann. Auch ein großer Teil der in einer Studie von Böck et al. (2015) befragten Interessenvertreter hatte eine negative Einstellung zu einer monetären ÖSL-Bewertung und äußerte die Angst vor einer Kommodifizierung der Natur.

Trotz dieser Einschränkungen werden in der Naturschutzpraxis immer häufiger ökonomische Argumente verwendet. Ein prominentes Ergebnis dieses sich abzeichnenden Trends ist die internationale TEEB-Initiative (TEEB 2010), die mehrere Folgeprojekte auf nationaler Ebene initiiert hat (Schröter-Schlaack et al. 2014). Eine ökonomische Sichtweise kann die Sichtbarkeit der Funktionen und Leistungen der Natur verbessern und die damit verbundenen Werte gegenüber kritischen Entscheidungsgremien, wie z.B. der Weltbank, die derzeit den Grundsätzen der neoliberalen Ökonomie folgen, betonen. Sie versucht, Entscheidungsprozesse zu unterstützen, indem sie in monetärer Hinsicht den Nutzen des Schutzes und die Folgen der Nutzung der Natur aufzeigt (Schröter-Schlaack et al. 2014). Van Beukering et al. (2015) schlagen vier Hauptgründe für eine ökonomische Bewertung von ÖSL vor:

- (1) Nutzung der ökonomischen Bewertung von ÖSL zur Förderung der wirtschaftlichen Bedeutung der Umwelt
- (2) Unterstützung von Entscheidungsträgern, um besser informierte Entscheidungen zu treffen
- (3) Bewertung der nach der Schädigung eines Ökosystems erforderlichen Entschädigung
- (4) Festlegung von Steuern, Gebühren oder Abgaben für die Nutzung von ÖSL

Es gibt eine große Anzahl verschiedener Bewertungsmethoden, um den Wert der verschiedenen ÖSL zu schätzen. Dies liegt daran, dass keine einzige wirtschaftliche Bewertungsmethode auf alle ÖSL anwendbar ist, sondern die Methoden je nach den Merkmalen und der Datenverfügbarkeit der ÖSL variieren (DEFRA 2007).

Es wird grundsätzlich zwischen marktbasierten und nicht marktbasierten Bewertungsmethoden unterschieden. Bei der ersten Methode werden wirtschaftliche Werte aus Marktpreisen abgeleitet, während im zweiten Fall die ÖSL indirekt über die "revealed preference"-Methoden bewertet werden. Die am häufigsten angewandten (indirekten) Marktbewertungsmethoden sind die hedonische Preisgestaltung und die Reisekostenmethode. Bei der hedonischen Preismethode werden die Verkaufspreise von zwei Waren (in der Regel Häuser) verglichen. Die Waren müssen in den meisten Punkten identisch sein, außer in Bezug auf ein bestimmtes Umweltmerkmal (z.B. Verkehrslärm). Die Differenz der Verkaufspreise der Waren kann dann als eine offensichtliche "Zahlungsbereitschaft" für die ÖSL interpretiert werden, was zu einem Preis für sie führt. Die Reisekostenmethode berücksichtigt die Reisekosten (z.B. Fahrtkosten, Zeit, Eintrittsgelder) von Personen, die z.B. eine Freizeitanlage besuchen, die implizit den wirtschaftlichen Wert der Anlage darstellen (Koetse et al. 2015). Wenn kein Marktpreis verfügbar ist und die Anwendung von "revealed preference"-Methoden nicht möglich ist, werden nichtmarktbezogene Bewertungsmethoden (d.h. stated preference-Methoden) verwendet. Die wichtigsten Ansätze in diesem Zusammenhang sind die kontingente Bewertung und die Methode des Choice-Experiments. In diesem Fall werden Erhebungen verwendet, um Personen nach ihren Präferenzen für hypothetische Änderungen bei der Bereitstellung von ÖSL zu befragen. Dabei werden die Werte, die die Menschen ihnen zuschreiben, geschätzt (DEFRA 2007).

Zwei alternative Methoden sind die Meta-Analyse und der Werttransfer. Obwohl sie an sich keine Bewertungsmethoden sind, sind sie doch erwähnenswert, da sie häufig zur Ableitung von ÖSL-Werten verwendet werden.

Aufbauend auf den Arbeiten von Turner et al. (2004) und Young (2005) fassen Brouwer et al. (2009, S.35f) gängige monetäre Bewertungsmethoden für Wasserressourcen zusammen und differenzieren sie hinsichtlich des bewerteten Wasserverbrauchs. Alle Techniken haben bestimmte Schwächen und Stärken. Die Entscheidung, welches Verfahren eingesetzt wird, hängt von mehreren Faktoren ab (basierend auf Brouwer et al. 2009):

- Art der zu bewertenden Ökosystemleistung
- Art der Werte - Nutzungswerte können mit allen Bewertungstechniken geschätzt werden, während Nicht-Nutzungswerte nur mit der angegebenen Präferenzmethode geschätzt werden können.
- Zweck der Bewertung
- Verfügbarkeit von Daten
- Erforderliche Genauigkeit der Ergebnisse
- Verfügbare Ressourcen und Zeit

2.2 Nicht-monetäre Bewertungsansätze

Da nur ein kleiner Teil der Leistungen der Natur tatsächlich monetär bewertet werden kann, sind nicht-monetäre Bewertungsansätze notwendig, die auch die schwer zu quantifizierenden Leistungen berücksichtigen. Dies gilt insbesondere für kulturelle Dienstleistungen, die aufgrund der Herausforderung, ihnen einen monetären Wert zuzuordnen, nur schwer in die Entscheidungsfindung zu integrieren sind (Chan et al. 2012). Dies kann zu einem begrenzten Bewusstsein für die Vielfalt der Dienstleistungen führen, die von Ökosystemen erbracht werden, und kann eine Herausforderung für das Mainstreaming von ÖSL bei verschiedenen gesellschaftlichen Akteuren darstellen (Martín-López et al. 2012). Obwohl sie für verschiedene Interessengruppen eine hohe Bedeutung haben, werden sie nicht durch ökonomische Indikatoren reflektiert und daher oft aus ökonomischen oder ökologischen Gründen hintangestellt (Milcu et al. 2013; Chan et al. 2011).

Um diesen Leistungen Rechnung zu tragen, gewinnen soziokulturelle Bewertungsansätze zunehmend an Aufmerksamkeit (Chan et al. 2012; Chan et al. 2006). Diese Ansätze berücksichtigen Dienstleistungen, die mit Nicht-Nutzungswerten in Zusammenhang stehen, wie z.B. die lokale Identität oder den intrinsischen Wert von Ökosystemen, und die nicht mit ökonomischen Techniken bewertet werden können (Castro Martínez et al. 2013).

Oteros-Rozas et al. (2014) beschreiben beispielsweise einen soziokulturellen Bewertungsansatz für ÖSL, der die Wahrnehmung der Menschen über die

Bedeutung von ÖSL in einer Kulturlandschaft untersucht. García-Llorente et al. (2016) schlagen vor, die investierte Zeit für Aktivitäten zur Erhaltung der Biodiversität, zu berechnen. Kumar und Kumar (2008) weisen auf die Notwendigkeit hin, psychologische und soziologische Aspekte bei der Bewertung von Ökosystemdienstleistungen zu berücksichtigen.

2.3 Kartierung von ÖSL

Eine Alternative zur Bewertung, die immer beliebter geworden ist, ist die räumliche Darstellung von ÖSL. Dieser Ansatz wird häufig mit partizipativen Kartierungs- oder fotobasierten Methoden in Verbindung gebracht (Milcu et al. 2013; Raymond et al. 2009; Eder und Arnberger 2016) und auch häufig mit monetären und nicht-monetären Bewertungsmethoden kombiniert.

Die Kartierung von ÖSL hat in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Dieser Ansatz kann besonders hilfreich sein, um sehr wertvolle Gebiete für den Naturschutz, das Angebot und die Nachfrage von ÖSL in einem bestimmten Gebiet darzustellen und Abwägungen zwischen verschiedenen Dienstleistungen zu treffen (Chan et al. 2006, Häyhä und Franzese 2014). Die Kartierung von ÖSL kann die Auswirkungen verschiedener Managementstrategien auf ihre Verfügbarkeit visualisieren und ist daher ein möglicher Ausgangspunkt für die Entwicklung von Management- und Erhaltungsstrategien (Naidoo et al. 2008). Sie ist auch im Hinblick auf Kommunikations- und Visualisierungszwecke sehr nützlich und kann damit Entscheidungsprozesse unterstützen (Alkemade et al. 2014).

Verhagen et al. (2015) identifizierten drei Hauptanwendungen von ÖSL-Karten, nämlich (1) die Identifizierung von Gebieten, die vor Veränderungen geschützt werden müssen, um die ÖSL-Verfügbarkeit sicherzustellen, (2) die Visualisierung von Konflikten und Synergien zwischen ÖSL und (3) das aktive Management von Landschaften zur "Optimierung der Verfügbarkeit von ÖSL".

Verschiedene Autoren haben eine Vielzahl von Ansätzen zur Kartierung von ÖSL vorgeschlagen, einschließlich der Verwendung biophysikalischer Metriken oder monetärer Bewertungen (Häyhä und Franzese 2014). Martínez-Harms und Balvanera (2012) klassifizieren ÖSL-Kartierungsansätze in drei Hauptansätze: (1) Bewertung von ÖSL durch Nutzentransfer (Übertragung des monetären Wertes einer ähnlichen früheren Studie auf die aktuelle Landbedeckungskarte), (2) Methoden, die auf Umfragen basierende Ortswahrnehmungen mit biophysikalischen Daten kombinieren, und

(3) verschiedene sozial-ökologische Bewertungsansätze, die die Beziehung zwischen ökologischen und sozialen Variablen modellieren, um das Angebot an ÖSL zu kartieren.

Welche der verschiedenen vorgeschlagenen Methoden angewandt wird, hängt von der Datenverfügbarkeit, dem Umfang der Studie und den zeitlichen Beschränkungen ab (Verhagen et al. 2015).

Regulierende Dienstleistungen sind die am häufigsten kartierte Gruppe von ÖSL. Bei der Betrachtung der einzelnen Dienstleistungen werden am häufigsten die Kohlenstoffspeicherung, die Kohlenstoffbindung, die Nahrungsmittelproduktion und die Erholung untersucht (Martínez-Harms und Balvanera 2012).

2.4 ÖSL-Indikatoren

Die Bewertung von ÖSL erfordert im Allgemeinen die Identifizierung und Anwendung eines geeigneten und umfassenden Satzes von Indikatoren. Indikatoren sind Variablen, die aggregierte Informationen über bestimmte Phänomene liefern (Wiggering und Müller 2004), ein Mittel zur Messung der Leistungserbringung darstellen (Norton et al. 2015) und als Kommunikationsmittel zur Vereinfachung der Komplexität von Mensch-Umwelt-Systemen dienen (Müller und Burkhard 2012). Heink und Kowarik (2010, S. 590) liefern folgende allgemeine Definition: "Ein Indikator in der Ökologie und Umweltplanung ist eine Komponente oder ein Maß für umweltrelevante Phänomene, die zur Darstellung oder Bewertung von Umweltbedingungen oder -veränderungen oder zur Festlegung von Umweltzielen verwendet wird". Einige Beispiele für Indikatoren, die Süßwasser-ÖSL beschreiben, sind die von Auwäldern eingenommene Fläche, die Menge der produzierten Fische (Fang in Tonnen durch kommerzielle und Freizeitfischerei), der ökologische Zustand des betreffenden Gewässers oder die Anzahl der BesucherInnen an bestimmten Orten (Maes et al. 2016).

Bei der Auswahl der Indikatoren für eine ÖSL-Bewertung ist ein sorgfältiger und kritischer Ansatz unerlässlich. Der Auswahlprozess legt nicht nur fest, was bewertet wird (Hauck et al. 2015), sondern hat auch erheblichen Einfluss darauf, wie die nachfolgende Bewertung Politik und Entscheidungsträgern helfen kann, geeignete Maßnahmen gegen unerwünschte Veränderungen des Ökosystems zu ergreifen (Feld et al. 2010; Niemeijer und de Groot 2008).

Ein wichtiger Faktor, der bei der Auswahl der ÖSL-Indikatoren zu berücksichtigen ist, ist die Praktikabilität und in diesem Zusammenhang insbesondere die Datenverfügbarkeit. Einige Autoren plädieren für die Verwendung von Indikatoren, die durch Daten beschrieben werden können,

welche bereits für andere Zwecke erhoben wurden. Andere wiederum meinen, dieser Ansatz konzentrierte sich zu sehr auf die derzeit sichtbarsten und am leichtesten zugänglichen Dienstleistungen (Hauck et al. 2015) und führe gleichzeitig dazu, dass andere ÖSL aus dem Blickfeld verschwinden und bei politischen Entscheidungen vernachlässigt werden (Heink et al. 2015; Maes et al. 2012). Ein weiterer wesentlicher Aspekt des Auswahlprozesses der Indikatoren ist die Unterscheidung zwischen potentieller und tatsächlicher Nutzung von ÖSL, da sich daraus unterschiedliche Anforderungen an die Indikatoren ergeben. Dieser Umstand lässt sich am besten an einem Beispiel erläutern: Wenn man sich auf die tatsächliche Nutzung von Fisch bezieht, würde man einen (pro Zeiteinheit gemessenen) Durchflussindikator wählen, wie z.B. Tonnen gefangener Fisch pro Jahr. Bezieht man sich jedoch auf die potenzielle Nutzung von Fischen, z.B. um das Reproduktionspotenzial der Fischpopulation zu ermitteln, wäre ein (zu einem bestimmten Zeitpunkt gemessener) Bestandsindikator wie die Größe der Fischpopulation besser geeignet (Boyd und Banzhaf 2007).

3 Das ÖSL-Konzept - Anwendungen in Forschung und Praxis

Das ÖSL-Konzept bietet eine Reihe von Anwendungsmöglichkeiten sowohl in der Forschung als auch in der Praxis. Im Folgenden wird die Anwendung des Konzepts anhand verschiedener Fallbeispiele dargestellt.

3.1 Fallstudie: Monetäre Quantifizierung von ÖSL im Rahmen des EU-Projekts "REFORM"

Ein Beispiel für ein Projekt, das sich mit der Quantifizierung von ÖSL befasst, ist das von der EU finanzierte Projekt REFORM (REstoring rivers FOR effective catchment management), bei dem neben vielen anderen Themen 20 Paare von restaurierten und nicht restaurierten Flussabschnitten in ganz Europa untersucht wurden. Das Hauptziel des Projekts war es, einen Rahmen für eine erfolgreiche und kosteneffiziente Fließgewässer-Renaturierung zu schaffen (REFORM 2015).

Um den Erfolg der Renaturierungsmaßnahmen zu untersuchen und quantitativ zu bewerten, verwendete REFORM verschiedene Parameter, wie hydromorphologische Eigenschaften, Habitatzusammensetzung des Flusses und seiner Auen, aquatische und mit der Aue verwandte Organismengruppen (Fische, Wirbellose, Auenvegetation, ...) und stabile Isotope. Für acht Paare von renaturierten und nicht renaturierten Abschnitten wandte das Projektteam jedoch zusätzlich den ÖSL-Ansatz an, um den Erfolg der Wiederherstellung abzuschätzen (Muhar et al. 2016). Die Versorgungsleistungen

(landwirtschaftliche Produkte, Holz, infiltriertes Trinkwasser), Regulierungsleistungen (Überschwemmung, Nährstoffrückhalt, Kohlenstoffbindung) und kulturellen Leistungen (Freizeitjagd und -fischerei, Kajakfahren, Erhaltung der Biodiversität, Wertschätzung der Landschaft) wurden anhand lokal verfügbarer Daten und Literatur, durch Befragungen von BewohnerInnen und BesucherInnen sowie durch eine Auswahl ökonomischer Methoden (z.B. Marktwert, Zahlungsbereitschaftsbefragung) quantifiziert und monetarisiert. Die daraus resultierenden Zahlen wurden anschließend summiert, um eine Schätzung des jährlichen ökonomischen Wertes der Ökosystemdienstleistungen, normalisiert pro Gebiet, zu erhalten (Vermaat et al. 2015).

Die Autoren dieser Studie merken an, dass eine monetäre Quantifizierung von ÖSL möglicherweise nicht die Fülle und Vielfalt der gesellschaftlichen Wertschätzung widerspiegelt (Westman 1977). Dennoch verwendeten sie diesen Ansatz, weil er einen Vergleich zwischen verschiedenen ÖSL ermöglicht und greifbare Informationen liefert, die für die breite Öffentlichkeit und die politischen Entscheidungsträger verständlich sind (Vermaat et al. 2015).

Die Ergebnisse der Analyse zeigen, dass die Renaturierung tatsächlich den gesamtgesellschaftlichen Nutzen erhöht. Die renaturierten Flussabschnitte und ihre Auen erbrachten eine deutlich höhere Leistung und einen höheren Gesamtwert als die beiden nicht renaturierten Abschnitte (Vermaat et al. 2015).

3.2 Fallstudie: Anwendung des ÖSL-Konzepts im Rahmen der Renaturierung der Emscher

Eines der größten Fließgewässer-Renaturierungsprojekte in Europa wird derzeit in Nordrhein-Westfalen, Deutschland, mit einem Gesamtbudget von 4,5 Milliarden Euro durchgeführt (RWI 2013). Die Emscher ist ein Nebenfluss des Rheins. Sein Flusssystem entwässert das Ruhrgebiet, und in seinem Einzugsgebiet von rund 865 km² leben rund 2,5 Millionen Einwohner. Damit spielt sie eine wichtige Rolle für die Wirtschaft und die Erholung in der Region (Busch et al. 2001). Wie die meisten anderen Flüsse in Europa hat sie im Zuge der Industrialisierung seit Beginn des 19. Jahrhunderts große Veränderungen erfahren. Das Emscher-System wurde durch Begradigung, Eindeichung und Abwassereinleitung in ein System von Betonabwasserkanälen umgewandelt (Gerner et al. 2015; EG/LV 2015; Sommerhäuser und Gerner 2015; Winking et al. 2014).

Ein dreißigjähriges Projekt zur Sanierung des Flusssystems wurde in den 1990er Jahren begonnen. Die Sanierungsmaßnahmen umfassen den Bau von vier

dezentralen Kläranlagen und 400 km neuer, getrennter Kanäle sowie die Umstrukturierung von 350 Flusskilometern, um einen naturnahen Zustand zu erreichen (Sommerhäuser und Gerner 2015).

Auch wenn das Projekt noch läuft, sind die Nutzen verschiedener Ökosystemleistungen wie Biodiversität, Klimaregulierung, Wasserqualität, Hochwasserrückhalt, Erholung und regionale Attraktivität bereits erkannt worden. Seit den 1990er Jahren hat sich die Hochwasserrückhaltefläche verdoppelt, und es wurde eine beträchtliche Zunahme von pflanzlichen und aquatischen Makroinvertebratenarten gemessen. Die Zunahme der Grünflächen (ca. 1 km²) verbessert die Klimaregulierung im städtischen Bereich. Zusätzlich trägt die Schaffung von 120 km Rad- und Wanderwegen stark zur Steigerung der Attraktivität, des Bildungswertes sowie zur Erhöhung des Geldwertes der Region bei (Sommerhäuser und Gerner 2015). Neben den direkten Auswirkungen der Sanierungsergebnisse sind auch die Baumaßnahmen selbst zu berücksichtigen. Eine Studie aus dem Jahr 2013 ergab umfangreiche sozioökonomische Effekte aus der Umsetzung des Projekts. Im Durchschnitt schafft oder rettet das Projekt direkt 1 400 Arbeitsplätze pro Jahr, was zu 41 554 Personenjahren Arbeit führt. Der Studie zufolge sind die Zahlen noch höher (109 787 Personenjahre und 3 700 Arbeitsplätze/Jahr), wenn man die indirekt verbundenen Produktions- und Beschäftigungseffekte mit einbezieht. Zusätzlich generiert das Projekt über die gesamte Projektlaufzeit (RWI 2013) Steuereinnahmen für die Kommunen (rund 50 Mio. Euro), die Länder (rund 91 Mio. Euro) und den Bund (rund 1,1 Mrd. Euro). Die Auswirkungen der Restaurierungsarbeiten auf die ÖSL werden in dieser Fallstudie im Rahmen des Projektes "DESSIN" (IWW 2014) untersucht.

4 Politischer Kontext – Das ÖSL-Konzept als Entscheidungshilfe

Das ÖSL-Konzept hat das Potenzial, einen Beitrag zu bereits verfügbaren Managementansätzen zu leisten. Seine Umsetzung in bestehende politische Rahmenbedingungen wird von mehreren Autoren diskutiert (z.B. Wallis et al. 2011; Vlachopoulou et al. 2014) und hat das Potenzial, einen Mehrwert in zukünftigen Entscheidungsprozessen zu bieten.

4.1 Integration des ÖSL-Ansatzes in die WRRL

Obwohl das ÖSL-Konzept in der EU-Wasserrahmenrichtlinie noch nicht explizit erwähnt wird, ist der Aspekt der Sicherstellung der Bereitstellung von ÖSL implizit mit dem Ziel der WRRL, "einen guten ökologischen Zustand zu

erreichen", verknüpft (Wallis et al. 2011). Die folgenden WRRL-Artikel beziehen sich speziell auf die Bewertung von ÖSL (basierend auf Wallis et al. 2011):

- Artikel 4: Entscheidungen über Ausnahmeregelungen
- Artikel 5: Bewertung der wirtschaftlichen Bedeutung der Wassernutzung, aktueller Stand der Kostendeckung
- Artikel 9: Bewertung des Kostendeckungsgrades und der Anreizpreise
- Artikel 11: Auswahl der kostenwirksamsten Maßnahmenpakete zur Erreichung eines guten ökologischen Zustands/Potenzials für die Maßnahmenprogramme

Die klare Verbindung zwischen der WRRL und ihren Prinzipien und dem ÖSL Ansatz zeigen auch Vlachopoulou et al. (2014). Sie argumentieren, dass insbesondere die ganzheitlicheren Managementansätze, die durch den ÖSL-Ansatz unterstützt werden, wie z.B. die räumliche Kartierung von ÖSL oder die umfassende Bewertung des Mehrfachnutzens, potenziell dazu beitragen können, die Ziele der WRRL zu erreichen.

Um die Umsetzung der WRRL zu verbessern, haben Reyjol et al. (2014) eine Liste von Anforderungen an die Forschung erstellt, die auch die Stärkung des Wissens über die Beziehungen zwischen gutem ökologischen Zustand, Biodiversität und ÖSL beinhaltet. Da das ÖSL-Konzept bei Entscheidungsträgern und Managern noch nicht sehr bekannt ist, weisen sie auf die Notwendigkeit leicht verständlicher Richtlinien für diese Akteursgruppen hin.

4.2 Integration von ÖSL in die Biodiversitätspolitik - 2020

Im Jahr 2011 verabschiedete die Europäische Kommission die "Strategie zur Erhaltung der biologischen Vielfalt bis 2020", die darauf abzielt, "den Verlust der biologischen Vielfalt und die Verschlechterung der ÖSL in der EU bis 2020 zu stoppen und sie, soweit möglich, wiederherzustellen und gleichzeitig den Beitrag der EU zur Verhinderung des globalen Verlusts der biologischen Vielfalt zu verstärken" (Europäische Kommission 2015). Neben dem ersten Ziel der Schaffung einer Lebensraumvernetzung durch die Umsetzung der Vogelschutz- und Habitatrichtlinie befasst sich das zweite Ziel der Strategie speziell mit dem Schutz und der Wiederherstellung von Ökosystemen und ihren Dienstleistungen. Ausgangspunkt ist das Verständnis, dass die Wiederherstellung von Ökosystemen mit dem Schutz und der Bereitstellung von ÖSL einhergeht. Konkret wird in Aktion 5 der Strategie empfohlen, "den Zustand der Ökosysteme und ihrer Dienstleistungen auf ihrem nationalen Territorium bis 2014 zu bewerten, den wirtschaftlichen Wert dieser Dienstleistungen zu beurteilen und die Integration dieser Werte in die Berichterstattungssysteme auf EU- und nationaler Ebene bis

2020 zu fördern" (Europäische Kommission 2011). Um diese Ziele zu erreichen, wurde die Arbeitsgruppe "Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services" (MAES) eingerichtet, die einen Ansatz für die Kartierung und Bewertung von ÖSL liefert. In einem technischen Bericht aus dem Jahr 2014 betont die Arbeitsgruppe, dass mehrere konzeptionelle Fragen zu ÖSL noch ungeklärt sind und dass das Verständnis für die Verbindungen zwischen Biodiversität, Ökosystemfunktion und der Bereitstellung von ÖSL noch gering ist (Maes et al. 2014).

5 Chancen des ÖSL-Konzepts im Flusslandschaftsmanagement

Trotz der genannten Einschränkungen und der Tatsache, dass das ÖSL-Konzept in der Praxis des Flusslandschaftsmanagements noch nicht ganz angekommen ist, hat es das Potenzial, die Gesellschaft im Allgemeinen und die Verwaltungsakteure und politischen Vertreter im Besonderen zu sensibilisieren (Böck et al. 2015). Es könnte dazu beitragen, die gesellschaftliche und politische Akzeptanz von Renaturierungsprojekten zu verbessern (Vermaat et al. 2015) und als Instrument zur Verbesserung der Umweltkommunikation und -bildung dienen (Böck et al. 2015; Rewitzer et al. 2014). Aufgrund seines integrativen Charakters wird das ÖSL-Konzept von Akteuren im Flusslandschaftsmanagement auch als wertvolle Unterstützung für Planungs- und Entscheidungsprozesse angesehen (Böck et al. 2015). Kienast (2010) betont konzeptionelle Stärken des ÖSL-Konzepts für Landschaftsplanungsprozesse. Hier kann es zur Unterstützung von interdisziplinären, ganzheitlichen Ansätzen beitragen.

Ein großer Nutzen aus der Anwendung des ÖSL-Konzepts kann durch seine Integration in laufende Programme, Instrumente, Prozesse und die Politik erzielt werden. Durch die Anerkennung und Quantifizierung des Nutzens von Ökosystemen für die Gesellschaft werden diese in Entscheidungsprozessen nicht mehr als wertlos angesehen (Everard 2009). Im Gegenteil, gerade im Kontext der Klimawandelanpassung wird der Wert von ÖSL zunehmend erkannt werden. Die entscheidende Rolle, die ÖSL für das Funktionieren von sozial-ökologischen Fließgewässer-Systemen spielen, wird nicht nur in der Politik, sondern auch in der Praxis zunehmend erkannt werden.

6 Literatur

- Albert, C, J Hauck, N Buhr, und C von Haaren. 2014. “What Ecosystem Services Information Do Users Want? Investigating Interests and Requirements among Landscape and Regional Planners in Germany.” *Landscape Ecology*, 1–13.
- Alkemade, Rob, Benjamin Burkhard, Neville D. Crossman, Stoyan Nedkov, und Katalin Petz. 2014. “Quantifying Ecosystem Services and Indicators for Science, Policy and Practice.” *Ecological Indicators* 37 (PART A): 161–62. doi:10.1016/j.ecolind.2013.11.014.
- Aylward, Bruce, Jayanta Bandyopadhyay, und Juan-Carlos Belausteguigotia. 2005. “Freshwater Ecosystem Services.” In *Ecosystems and Human Well-Being: Policy Responses*, 213–54.
- Böck, Kerstin, Susanne Muhar, Andreas Muhar, und Renate Polt. 2015. “The Ecosystem Services Concept: Gaps between Science and Practice in River Landscape Management.” *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society* 24 (1). Oekom Verlag: 32–40. doi:10.14512/gaia.24.1.8.
- Bouma, Jetske A., und Pieter J. H. van Beukering. 2015. “Ecosystem Services: From Concept to Practice.” In *Ecosystem Services. From Concept to Practice*, edited by Jetske A. Bouma und Pieter J. H. van Beukering, 3–21. Cambridge: Cambridge University Press.
- Boyd, James, und Spencer Banzhaf. 2007. “What Are Ecosystem Services? The Need for Standardized Environmental Accounting Units.” *Ecological Economics* 63 (2-3): 616–26. doi:10.1016/j.ecolecon.2007.01.002.
- Brouwer, Roy, David Barton, Ian Bateman, Luke Brander, Stavros Georgiou, Julia Martin-Ortega, Stale Navrud, Manuel Pulido-Velazquez, Marije Schaafsma, und Alfred Wagtendonk. 2009. “Economic Valuation of Environmental and Resource Costs and Benefits in the Water Framework Directive: Technical Guidelines for Practitioners.”
- Busch, Dieter, Horst Büther, Harald Rahm, Kerstin Ostermann, und Andreas Thiel. 2001. “Emscher-PLUS - Projekt zur Langzeit-Untersuchung des Sanierungserfolges.”
- Castro Martínez, A.J., Marina García-Llorente, Berta Martín-López, Ignacio Palomo, und Irene Iniesta-Arandia. 2013. “Multidimensional Approaches in Ecosystem Services Assessment.” In *Earth Observation of Ecosystem Services*, Hrsg.: D. Alcaraz-Segura, C.D. Di Bella, und Y.V. Straschnoy, 441–68. CRC Press, Boca Raton.
- CBD. 2010. *The Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 and the Aichi Biodiversity Targets*. Nagoya, Japan.
- Chan, Kai M A, Joshua Goldstein, Terre Satterfield, Neil Hannahs, Kekuewa Kikiloi, Robin Naidoo, Nathan Vadeboncoeur, und Ulalia Woodside. 2011. “Cultural Services and Non-Use Values.” In *Natural Capital: Theory and Practice of Mapping Ecosystem Services*, Hrsg.: Peter Kareiva, Heather Tallis, Taylor H. Ricketts, Gretchen C Daily, und Stephen Polasky, 206–28. Oxford New York: Oxford University Press.
- Chan, Kai M A, Anne D. Guerry, Patricia Balvanera, Sarah Klain, Terre Satterfield, Xavier Basurto, Ann Bostrom, et al. 2012. “Where Are Cultural and Social in Ecosystem Services? A Framework for Constructive Engagement.” *BioScience* 62 (8): 744–56. doi:10.1525/bio.2012.62.8.7.

- Chan, Kai M A, M Rebecca Shaw, David R Cameron, Emma C Underwood, und Gretchen C Daily. 2006. "Conservation Planning for Ecosystem Services." *PLoS Biol* 4 (11). Public Library of Science: e379.
<http://dx.doi.org/10.1371%2Fjournal.pbio.0040379>.
- Costanza, Robert, Ralph D'Arge, Rudolf de Groot, Stephen Farber, Monica Grasso, Bruce Hannon, Karin Limburg, et al. 1997. "The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital." *Nature* 387 (6630): 253–60. doi:10.1038/387253a0.
- Costanza, Robert, Rudolf de Groot, Paul Sutton, Sander van der Ploeg, Sharolyn J. Anderson, Ida Kubiszewski, Stephen Farber, und R. Kerry Turner. 2014. "Changes in the Global Value of Ecosystem Services." *Global Environmental Change* 26 (May): 152–58. doi:10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002.
- de Groot, R S, R Alkemade, L Braat, L Hein, und L Willemsen. 2010. "Challenges in Integrating the Concept of Ecosystem Services and Values in Landscape Planning, Management and Decision Making." *Ecological Complexity* 7 (3): 260–72. doi:10.1016/j.ecocom.2009.10.006.
- DEFRA. 2007. "An Introductory Guide to Valuing Ecosystem Services." https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69192/pb12852-eco-valuing-071205.pdf.
- Dunn, Robert R. 2010. "Global Mapping of Ecosystem Disservices: The Unspoken Reality That Nature Sometimes Kills Us." *Biotropica* 42 (5): 555–57. doi:10.1111/j.1744-7429.2010.00698.x.
- Eder, Renate, und Arne Arnberger. 2016. "How Heterogeneous Are Adolescents' Preferences for Natural and Semi-Natural Riverscapes as Recreational Settings?" *Landscape Research* 41 (5). Routledge: 555–68. doi:10.1080/01426397.2015.1117063.
- EG/LV. 2015. "Emscher Umbau." <http://www.eglv.de/>.
- European Commission. 2011. "EU Biodiversity Strategy to 2020 - Fact Sheet." doi:10.277924101.
- European Commission. 2015. "Report from the Commission to the European Parliament and the Council: The Mid Term Review of the EU Biodiversity Strategy to 2020."
- Everard, Mark. 2009. *Using Science to Create a Better Place: Ecosystem Services Case Studies*. Bristol: Environment Agency. <http://catalog.ipbes.net/assessments/194>.
- Feld, Christian K., José Paulo Sousa, Pedro Martins da Silva, und Terence P. Dawson. 2010. "Indicators for Biodiversity and Ecosystem Services: Towards an Improved Framework for Ecosystems Assessment." *Biodiversity and Conservation* 19 (10): 2895–2919. doi:10.1007/s10531-010-9875-0.
- García-Llorente, Marina, Antonio J. Castro, Cristina Quintas-Soriano, Iván López, Hermelindo Castro, Carlos Montes, und Berta Martín-López. 2016. "The Value of Time in Biological Conservation and Supplied Ecosystem Services: A Willingness to Give up Time Exercise." *Journal of Arid Environments* 124: 13–21.
- Gerner, Nadine, Sebastian Birk, Caroline Winking, und Issa Nafu. 2015. "Welche Ökosystemleistungen bringen Renaturierungen in urbanen Räumen mit sich?" In *DGL 2015 – Essen – Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie und der deutschsprachigen Sektionen der SIL*.

- Giddings, Bob, Bill Hopwood, und Geoff O'Brien. 2002. "Environment, Economy and Society: Fitting Them Together into Sustainable Development." *Sustainable Development* 10: 187–96.
- Gómez-Baggethun, Erik, Rudolf de Groot, Pedro L. Lomas, und Carlos Montes. 2010. "The History of Ecosystem Services in Economic Theory and Practice: From Early Notions to Markets and Payment Schemes." *Ecological Economics* 69 (6): 1209–18. doi:10.1016/j.ecolecon.2009.11.007.
- Gómez-Baggethun, Erik, Berta Martín-López, David Barton, Leon Braat, Eszter Kelemen, Marina García-Llorente, Heli Saarikoski, et al. 2014. "State-of-the-Art Report on Integrated Valuation of Ecosystem Services. EU FP7 OpenNESS Project Deliverable D.4.1/WP4."
- Grunewald, Karsten, und Olaf Bastian. 2013. *Ökosystemleistungen. Konzept, Methoden und Fallbeispiele*. Springer Spektrum.
- Haines-Young, Roy, und Marion Potschin. 2010. "The Links between Biodiversity, Ecosystem Services and Human Well-Being." In *Ecosystem Ecology: A New Synthesis*, Hrsg.: David G Raffaelli and Christopher L J Frid. Cambridge University Press.
- Haines-Young, Roy, und Marion Potschin. 2013. *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012*. EEA Framew Contract No EEA/IEA/09/003 34 p.
- Hauck, Jennifer, Christian Albert, Christine Fürst, Davide Geneletti, Daniele La Rosa, Carsten Lorz, und Marcin Spyra. 2015. "Developing and Applying Ecosystem Service Indicators in Decision-Support at Various Scales." *Ecological Indicators* 61: 1–5. doi:10.1016/j.ecolind.2015.09.037.
- Hauck, Jennifer, Burkhard Schweppe-Kraft, Christian Albert, Christoph Görg, Kurt Jax, Rita Jensen, Christine Fürst, et al. 2013. "The Promise of the Ecosystem Services Concept for Planning and Decision-Making." *GAIA* 22 (4): 232–36.
- Häyhä, Tiina, und Pier Paolo Franzese. 2014. "Ecosystem Services Assessment: A Review under an Ecological-Economic and Systems Perspective." *Ecological Modelling* 289 (October). Elsevier: 124–32. doi:10.1016/j.ecolmodel.2014.07.002.
- Heink, Ulrich, Jennifer Hauck, Kurt Jax, und Ulrich Sukopp. 2015. "Requirements for the Selection of Ecosystem Service Indicators - The Case of MAES Indicators." *Ecological Indicators* 61. Elsevier Ltd: 18–26. doi:10.1016/j.ecolind.2015.09.031.
- Heink, Ulrich, und Ingo Kowarik. 2010. "What Are Indicators? On the Definition of Indicators in Ecology and Environmental Planning." *Ecological Indicators* 10 (3): 584–93. doi:10.1016/j.ecolind.2009.09.009.
- IPBES. 2015. "IPBES." <http://www.ipbes.net/>.
- IWW Water Centre. 2014. "DESSIN-Demonstrate Ecosystem Services Enabling Innovation in the Water Sector." <https://dessin-project.eu/>.
- Kelemen, Eszter, Marina García-Llorente, György Pataki, Berta Martín-López, und Erik Gómez-Baggethun. 2014. "Non-Monetary Techniques for the Valuation of Ecosystem Service." In *OpenNESS Reference Book*. EC FP7 Grant Agreement No. 308428, 4. www.openness-project.eu/library/reference-book.
- Kienast, Felix. 2010. "Landschaftsdienstleistungen: Ein taugliches Konzept für Forschung und Praxis?" *Forum Für Wissen* 7-12.

- Koetse, Mark J., Roy Brouwer, und Pieter J. H. van Beukering. 2015. "Economic Valuation Methods for Ecosystem Services." In *Ecosystem Services. From Concept to Practice*, Hrsg.: Jetske A. Bouma und Pieter J. H. van Beukering, 108–31. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kosoy, Nicolas, und Esteve Corbera. 2010. "Payments for Ecosystem Services as Commodity Fetishism." *Ecological Economics* 69 (6). Elsevier B.V.: 1228–36. doi:10.1016/j.ecolecon.2009.11.002.
- Kumar, M, und P Kumar. 2008. "Valuation of the Ecosystem Services: A Psycho-Cultural Perspective." *Ecological Economics* 64 (4): 808–19. doi:10.1016/j.ecolecon.2007.05.008.
- Maes, Joachim, Benis Egoh, Louise Willemen, Camino Liqueste, Petteri Vihervaara, Jan Philipp Schägner, Bruna Grizzetti, et al. 2012. "Mapping Ecosystem Services for Policy Support and Decision Making in the European Union." *Ecosystem Services* 1 (1): 31–39. doi:10.1016/j.ecoser.2012.06.004.
- Maes, Joachim, Camino Liqueste, Anne Teller, Markus Erhard, Maria Luisa Paracchini, José I. Barredo, Bruna Grizzetti, et al. 2016. "An Indicator Framework for Assessing Ecosystem Services in Support of the EU Biodiversity Strategy to 2020." *Ecosystem Services* 17 (February). Elsevier: 14–23. doi:10.1016/j.ecoser.2015.10.023.
- Maes, Joachim, Anne Teller, Markus Erhard, Patrick Murphy, Maria Luisa Paracchini, José I. Barredo, Bruna Grizzetti, et al. 2014. "Mapping and Assessment of Ecosystems and Their Services in the EU – the Swedish Forest Pilot." doi:10.2779/75203.
- Martínez-Harms, María José, und Patricia Balvanera. 2012. "Methods for Mapping Ecosystem Service Supply: A Review." *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 8 (1-2): 17–25. doi:10.1080/21513732.2012.663792.
- Martín-López, Berta, Irene Iniesta-Arandia, Marina García-Llorente, Ignacio Palomo, Izaskun Casado-Arzuaga, David García Del Amo, Erik Gómez-Baggethun, et al. 2012. "Uncovering Ecosystem Service Bundles through Social Preferences." *PloS One* 7 (6). Public Library of Science: e38970. doi:10.1371/journal.pone.0038970.
- MEA. 2003. "Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment." Washington, D.C. <http://www.millenniumassessment.org/en/Framework.html>.
- MEA. 2005. "Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment. Millenium Ecosystem Assessment." Washington, D.C.
- Milcu, Andra Ioana, Jan Hanspach, David Abson, und Joern Fischer. 2013. "Cultural Ecosystem Services: A Literature Review and Prospects for Future Research." *Ecology and Society* 18 (3). The Resilience Alliance. doi:10.5751/ES-05790-180344.
- Muhar, S., K. Januschke, J. Kail, M. Poppe, S. Schmutz, D. Hering, und A. D. Buijse. 2016. "Evaluating Good-Practice Cases for River Restoration across Europe: Context, Methodological Framework, Selected Results and Recommendations." *Hydrobiologia* 769 (1). Springer International Publishing: 3–19. doi:10.1007/s10750-016-2652-7.
- Müller, Felix, und Benjamin Burkhard. 2012. "The Indicator Side of Ecosystem Services." *Ecosystem Services* 1 (1): 26–30. doi:10.1016/j.ecoser.2012.06.001.

- Naidoo, R, A Balmford, R Costanza, B Fisher, R E Green, B Lehner, T R Malcolm, and T H Ricketts. 2008. "Global Mapping of Ecosystem Services and Conservation Priorities." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105 (28): 9495–9500. doi:10.1073/pnas.0707823105.
- Nedkov, Stoyan, und Benjamin Burkhard. 2012. "Flood Regulating Ecosystem Services - Mapping Supply and Demand, in the Etropole Municipality, Bulgaria." *Ecological Indicators* 21: 67–79. doi:10.1016/j.ecolind.2011.06.022.
- Neßhöver, C, J Timaeus, H Wittmer, A Krieg, N Geamana, S Van Den Hove, J Young, und A Watt. 2013. "Improving the Science-Policy Interface of Biodiversity Research Projects." *GAIA* 22 (2): 99–103.
- Niemeijer, David, und Rudolf S. de Groot. 2008. "A Conceptual Framework for Selecting Environmental Indicator Sets." *Ecological Indicators* 8 (1): 14–25. doi:10.1016/j.ecolind.2006.11.012.
- Norgaard, Richard B. 2010. "Ecosystem Services: From Eye-Opening Metaphor to Complexity Blinder." *Ecological Economics* 69 (6). Elsevier B.V.: 1219–27. doi:10.1016/j.ecolecon.2009.11.009.
- Norton, Lisa, Sheila Greene, Paul Scholefield, und Mike Dunbar. 2015. "The Importance of Scale in the Development of Ecosystem Service Indicators?" *Ecological Indicators* 61. Elsevier Ltd: 130–40. doi:10.1016/j.ecolind.2015.08.051.
- Oteros-Rozas, E, B Martín-López, J A González, T Plieninger, C A López, und C Montes. 2014. "Socio-Cultural Valuation of Ecosystem Services in a Transhumance Social-Ecological Network." *Regional Environmental Change* 14 (4). Social-Ecological Systems Laboratory, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, Spain: 1269–89. doi:10.1007/s10113-013-0571-y.
- Portman, Michelle E. 2013. "Ecosystem Services in Practice: Challenges to Real World Implementation of Ecosystem Services across Multiple Landscapes E A Critical Review." *Applied Geography* 45: 185–92.
- Raymond, Christopher M, Brett A Bryan, Darla Hatton MacDonald, Andrea Cast, Sarah Strathearn, Agnes Grandgirard, und Tina Kalivas. 2009. "Mapping Community Values for Natural Capital and Ecosystem Services." *Ecological Economics* 68 (5): 1301–15. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.12.006.
- REFORM. 2015. "REstoring Rivers FOR Effective Catchment Management." <http://www.reformrivers.eu/>.
- Rewitzer, S., B. Matzdorf, und S. Trampnau. 2014. "Das Konzept der Ökosystemleistungen aus Sicht der deutschen Umweltverbände." *Natur und Landschaft* 89 (2): 61–65.
- Rey Benayas, J.M., A.C. Newton, A. Diaz, und J.M. Bullock. 2009. "Enhancement of Biodiversity and Ecosystem Services by Ecological Restoration: A Meta-Analysis." *Science* 325 (5944): 1121–24. <http://www.sciencemag.org/content/325/5944/1121>.
- Reyjol, Yorick, Christine Argillier, Wendy Bonne, Angel Borja, Anthonie D Buijse, Ana Cristina Cardoso, Martin Daufresne, et al. 2014. "Assessing the Ecological Status in the Context of the European Water Framework Directive: Where Do We Go Now?" *The Science of the Total Environment* 497-498 (November). Elsevier: 332–44. doi:10.1016/j.scitotenv.2014.07.119.
- RWI. 2013. "Regionalökonomische Effekte des Emscherumbaus." Deutschland, Essen.

- Satz, Debra, Rachelle K. Gould, Kai M A Chan, Anne Guerry, Bryan Norton, Terre Satterfield, Benjamin S. Halpern, et al. 2013. "The Challenges of Incorporating Cultural Ecosystem Services into Environmental Assessment." *Ambio* 42 (6): 675–84. doi:10.1007/s13280-013-0386-6.
- Schröter-Schlaack, Christoph, Heidi Wittmer, Melanie Mewes, und Imma Schniewind. 2014. Der Nutzen von Ökonomie und Ökosystemleistungen für die Naturschutzpraxis. Workshop IV: Landwirtschaft. BfN-Skripten 359. Bonn-Bad Godesberg.
- Schwaiger, Elisabeth, Andreas Berthold, Helmut Gaugitsch, Martin Götzl, Eva Milota, Michael Mirtl, Gabriele Peterseil, Johannes Sonderegger, und Sigrid Stix. 2015. "Wirtschaftliche Bedeutung von Ökosystemleistungen. Monetäre Bewertung: Risiken und Potenziale." Umweltbundesamt, Wien.
- Seligman, Clive. 1989. "Environmental Ethics." *Journal of Social Issues* 45 (1): 169–84.
- Sommerhäuser, Mario, und Nadine Gerner. 2015. "Ökosystemleistungen als Instrument der Wasserwirtschaft dargestellt am Beispiel des Emscherumbaus." In 5. Ökologisches Kolloquium der BfG: Ökosystemleistungen – Herausforderungen und Chancen im Management von Fließgewässern und PIANC-Seminar: Ecosystem Services: Identification, Assessment and Benefits for Navigation Infrastructure Projects.
- Spash, Clive L. 2008. "How Much Is That Ecosystem in the Window? The One with the Bio-Diverse Trail." *Environmental Values* 17 (2): 259–84. doi:10.3197/096327108X303882.
- TEEB. 2010. "The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB."
- ten Brink, Patrick, und Ingo Bräuer. 2008. "Proceedings of the Workshop on the Economics of the Global Loss of Biological Diversity , with Inputs from Kuik O, Markandya A, Nunes P, and Rayment M, Kettunen M, Neuville A, Vakrou A and Schröter-Schlaack." http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/economics/teeb_en.htm.
- Turner, Kerry, Stavros Georgiou, Rebecca Clark, Roy Brouwer, und Jacob Burke. 2004. "Economic Valuation of Water Resources in Agriculture. From the Sectoral to a Functional Perspective of Natural Resource Management."
- van Beukering, Pieter J. H., Roy Brouwer, und Mark J. Koetse. 2015. "Economic Values of Ecosystem Services." In *Ecosystem Services. From Concept to Practice*, Hrsg.: Jetske A. Bouma und Pieter J. H. van Beukering, 89–107. Cambridge: Cambridge University Press.
- Verhagen, Willem, Peter H. Verburg, Nynke Schulp, und Julia Stürck. 2015. "Mapping Ecosystem Services." In *Ecosystem Services. From Concept to Practice*, Hrsg.: Jetske A. Bouma und Pieter J. H. van Beukering, 65–86. Cambridge: Cambridge University Press.
- Vermaat, Jan E., Alfred J. Wagtendonk, Roy Brouwer, Oleg Sheremet, Erik Ansink, Tim Brockhoff, Maarten Plug, et al. 2015. "Assessing the Societal Benefits of River Restoration Using the Ecosystem Services Approach." *Hydrobiologia*, September. Kluwer Academic Publishers. doi:10.1007/s10750-015-2482-z.

- Vlachopoulou, M, D Coughlin, D Forrow, S Kirk, P Logan, und N Voulvoulis. 2014. "The Potential of Using the Ecosystem Approach in the Implementation of the EU Water Framework Directive." *The Science of the Total Environment* 470-471 (February). Elsevier: 684–94. doi:10.1016/j.scitotenv.2013.09.072.
- Wallis, Catherine, Nirmala Séon-Massin, Frédérique Martini, und Michel Schouppe. 2011. "Implementation of the Water Framework Directive. When Ecosystem Services Come into Play." In 2nd "Water Science Meets Policy" Event. Brussels, 29 & 30 September 2011, 212.
- Westman, Walter E. 1977. "How Much Are Nature's Services Worth?" *Science* 197 (4307): 960–64.
- Wiggering, Hubert, und Felix Müller. 2004. *Umweltziele und Indikatoren - Wissenschaftliche Anforderungen an ihre Festlegung und Fallbeispiele*. Hrsg.: Hubert Wiggering und Felix Müller. *Geowissenschaften + Umwelt*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-642-18940-1.
- Winking, Caroline, Armin W. Lorenz, Bernd Sures, und Daniel Hering. 2014. "Recolonisation Patterns of Benthic Invertebrates: A Field Investigation of Restored Former Sewage Channels." *Freshwater Biology* 59 (9): 1932–44. doi:10.1111/fwb.12397.
- Young, Robert A. 2005. *Determining the Economic Value of Water: Concepts and Methods*. Washington DC: Resources for the Future.

Korrespondenz an:

DI Dr. Kerstin Böck

Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement
Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 Wien

Tel.: 01-47654-81238

Mail: kerstin.boeck@boku.ac.at