

Christian Albert, Johannes Hermes

Abschätzung von Ökosystemleistungen auf Basis von Daten der Landschaftsfunktionsanalyse am Beispiel des Wasserdargebots

URN: urn:nbn:de:0156-3854109



CC-Lizenz: BY-NC-ND 3.0 Deutschland

S. 123 bis 131

Aus:

Patrick Küpper, Meike Levin-Keitel, Friederike Maus, Peter Müller, Sara Reimann, Martin Sondermann, Katja Stock, Timm Wiegand (Hrsg.)

Raumentwicklung 3.0 – Gemeinsam die Zukunft der räumlichen Planung gestalten

15. Junges Forum der ARL
6. bis 8. Juni 2012 in Hannover

Arbeitsberichte der ARL 8

Hannover 2014

Christian Albert, Johannes Hermes

Abschätzung von Ökosystemleistungen auf Basis von Daten der Landschaftsfunktionsanalyse am Beispiel des Wasserdargebots

Gliederung

- 1 Einleitung
- 2 Ziel und Methodik
- 3 Ergebnisse
 - 3.1 Flächengrößen je Bewertungsklasse
 - 3.2 Menge an produzierbarem Grundwasser
- 4 Diskussion und Schlussfolgerungen

Literatur

Kurzfassung

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Frage der Quantifizierung von Ökosystemleistungen auf der Basis von Daten aus der Landschaftsfunktionsanalyse. Am Beispiel der Grundwasserneubildungsrate wird aufgezeigt, wie aus vorhandenen Daten quantitative Werte für erbrachte Ökosystemleistungen gewonnen werden können. Das Fallstudiengebiet ist die Region Hannover.

Schlüsselwörter

Ökosystemleistungen – Landschaftsfunktionen – Grundwasserneubildung

Assessment of Ecosystem Services on the Basis of Data from Landscape Function Analysis – the Example of Water Yield

Abstract

This paper addresses the question of how ecosystem services provision can be quantified on the basis of existing data from German landscape function analysis. The paper focuses on the groundwater recharge function. The case study area is the region of Hannover.

Keywords

Ecosystem services – landscape functions – groundwater recharge

1 Einleitung

Das international vieldiskutierte Konzept der Ökosystemdienstleistungen erfasst die Leistungen von Natur und Landschaft und beschreibt ihren Nutzen für die Menschen. Vornehmlich durch die Darstellung des ökonomischen Wertes von Ökosystemdienstleistungen sollen das öffentliche Bewusstsein geschärft und Beiträge zu einer langfristigen Sicherung des Dargebots an Ökosystemdienstleistungen geleistet werden. Als Ökosystemdienstleistungen werden eine Reihe von Leistungen von Natur und Landschaft bezeichnet, die sich vier Gruppen zuordnen lassen: Versorgungsleistungen, Regulationsleistungen, Lebensgemeinschaften/Unterstützende Dienstleistungen und Kulturelle Leistungen (vgl. Millennium Ecosystem Assessment (2005); Sukhdev/Wittmer/Schröter-Schlaack et al (2010); vgl. Tab. 1).

Tab. 1: Ökosystemdienstleistungen

Versorgungsleistungen

-  - Nahrungsmittel
-  - Rohstoffe
-  - Süßwasser
-  - Rohstoffe für Arzneimittel



- Bestäubung



- Biologische Schädlingsbekämpfung

Lebensräume/Unterstützende Leistungen



- Habitats (Lebensräume) für Tier- und Pflanzenarten



- Erhaltung der genetischen Vielfalt

Regulierungsleistungen

-  - Regulierung des lokalen Klimas und der Luftqualität
-  - Kohlenstoffabscheidung und -speicherung
-  - Abschwächung von Extremereignissen
-  - Abwasserreinigung
-  - Erosionsvermeidung und Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit

Kulturelle Leistungen



- Erholung sowie geistige und körperliche Gesundheit



- Tourismus



- Ästhetischer Genuss und Anregung für künstlerische und kulturelle Leistungen



- Spiritualität und Vertrautheit

Quelle: Sukhdev/Wittmer/Schröter-Schlaack et al. (2010: 34); Übersetzung: Christian Albert
Copyright der Piktogramme: Jan Sasse für TEEB

Wichtige Initiativen, die zur Popularität des Konzepts der Ökosystemdienstleistungen beitragen, waren Arbeiten von De Groot (1992), Costanza/d'Arge/de Groot et al. (1997) und Daily (1997) zur Klassifikation, Quantifizierung und ökonomischen Bewertung der Leistungen von Ökosystemen. Verstärkte Aufmerksamkeit erhielt das Konzept durch das Millennium Ecosystem Assessment (2005), einer groß angelegten Studie, die erstmals

einen globalen Überblick über den Zustand und Nutzen der Ökosysteme für den Menschen bot. In den folgenden Jahren stieg die Zahl an Publikationen enorm (vgl. Fisher/Turner/Morling 2009). Ein wichtiger Meilenstein war die 2010 erschienene sogenannte TEEB-Studie (Kumar 2010), die darauf abzielte, den ökonomischen Wert von Leistungen der Biodiversität und Ökosysteme für die Politik besser erfassbar zu machen.

Ökosystemdienstleistungen werden in der wissenschaftlichen Diskussion bisher nicht einheitlich definiert. Aktuell scheint sich jedoch das sogenannte Kaskaden-Konzept (vgl. Haines-Young/Potschin 2010; Sukhdev/Wittmer/Schröter-Schlaack et al. 2010) durchzusetzen, nach dem Ökosystemdienstleistungen als direkte und indirekte Beiträge von Ökosystemen zum menschlichen Wohlergehen verstanden werden. Das Konzept differenziert zwischen Ökosystemdienstleistungen und dem Nutzen und den Werten für das menschliche Wohlbefinden (vgl. de Groot/Alkemade/Braat et al. 2010). Ökosystemdienstleistungen werden danach durch Ökosystemfunktionen erbracht, die auf das Vorhandensein bestimmter biophysikalischer Prozesse und Strukturen angewiesen sind. Ökosystemfunktionen sind diejenigen Untergruppen von biophysikalischen Prozessen und Strukturen, die Dienstleistungen erbringen. Werden Ökosystemdienstleistungen tatsächlich genutzt, so stiften sie Nutzen (z.B. Ernährung, Gesundheit und Vergnügen). Dieser Nutzen kann (ökonomisch) bewertet werden (vgl. Kumar 2010).

Auch in Deutschland erfährt das Konzept der Ökosystemdienstleistungen zunehmendes Interesse aus Politik und Wissenschaft. Es liegen bereits erste wissenschaftliche Publikationen zu Ökosystemdienstleistungen vor, u. a. Arbeiten von Grunewald und Bastian (2010) aus landschaftsökologischer Perspektive, Plieninger/Bieling/Gerdes et al. (2010) im Hinblick auf Kulturlandschaften und Kienast (2010) mit Bezug auf Landschaftsleistungen. Zugleich gibt es derzeit zahlreiche Forschungs- und Erprobungsprojekte, die sich mit der praktischen Anwendung des Ökosystemdienstleistungs-Konzepts in Deutschland und seiner Integration in die Landschaftsplanung und das -management befassen. Insbesondere das laufende Projekt „TEEB-DE Naturkapital Deutschland“ wird dabei eine wichtige Rolle spielen sowie die von der EU geforderte Erstellung einer nationalen Erfassung von Ökosystemdienstleistungen bis zum Jahr 2014.

Albert/von Haaren/Galler (2012) zeigen auf, welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen dem deutschen Ansatz der Landschaftsfunktionsanalyse und der Erfassung von Ökosystemleistungen bestehen. Sie argumentieren, dass das Konzept der Ökosystemdienstleistungen anschlussfähig an die deutsche Landschaftsplanung ist, welche auf ordinalen Skalen die Leistungsfähigkeit von Landschaften zur Erfüllung menschlicher Ansprüche (sogenannte Landschaftsfunktionen) erfasst. Aufgrund großer Überschneidungen kann die Landschaftsplanung zu einer Trägerin des Ökosystemleistungsansatzes auf den unteren Planungsebenen werden. Dazu ist jedoch eine Weiterentwicklung der Methoden zur Landschaftsfunktionsanalyse in Richtung einer Quantifizierung erbrachter Leistungen notwendig (vgl. von Haaren/Albert 2011; Albert/von Haaren/Galler 2012). Die quantitativen Ergebnisse könnten in der Folge Grundlagen für ökonomische Abschätzungen des Nutzens der Leistungen für die Gesellschaft leisten.

2 Ziel und Methodik

Ziel dieses Beitrags ist es zu untersuchen, inwieweit aus bestehenden Daten eines Landschaftsrahmenplans bereits quantifizierbare Mengen an erzeugten Ökosystemleistungen abgeleitet werden können. Als Fallstudie wurde die Region Hannover gewählt, da hier unterschiedliche Landschaftstypen und Bodengroßlandschaften (Lössbörde und Höhenzug im Süden, Weser-Aller-Flachland/Talsandniederungen und Urstromtäler sowie

■ Abschätzung von Ökosystemleistungen

Geestplatten und Endmoränen mit Grünland- und Moorlandschaften im Norden) vorkommen, an denen die Anwendung der Methoden getestet werden kann. Darüber hinaus liegen für dieses Gebiet aktuelle Datengrundlagen vor. Als beispielhafte Landschaftsfunktion wurde die Abschätzung der Bedeutung der Landschaft für die Wasserdargebotsfunktion bzw. die Ökosystemleistung Wasser gewählt.

Die methodischen Arbeitsschritte sind die folgenden:

Schritt 1: Quantifizierung der Flächengrößen je Bewertungsklasse innerhalb des Fallstudiengebiets. Dabei wird Bezug genommen auf das in Niedersachsen zur Berechnung der Grundwasserneubildung verwendete GROWA-Modell (GROßräumiges Wasserhaushaltsmodell) (vgl. Kunkel/Wendland 2002). GROWA basiert auf empirischen Daten und hat einen GIS-gestützten Erfassungsansatz. Es dient der flächendifferenzierten Bestimmung verschiedener mittlerer mehrjähriger Wasserhaushaltsgrößen auf der Grundlage hoch aufgelöster digitaler Daten. Die wesentlichen Grundlagen sind die Daten der Bodenkundlichen Übersichtskarte 1:50 000, der Landnutzung und der Topographie. Als klimatische Eingangsdaten werden die regionalisierten Klimadaten der Jahre 1961–1990 verwendet (vgl. Wendland/Tetzlaff/Kunkel et al. 2001).

Für die vorliegende Studie wurde die mit GROWA erzeugte neunstufige Bewertung der Grundwasserneubildung in eine fünfstufige Skala übertragen, wie sie traditionell in der Erfassung von Landschaftsfunktionen verwendet wird. Die Skala gliedert sich in Stufen der Grundwasserneubildungshöhe von 100 mm/a, wobei die unterste Stufe die nicht bewerteten Flächen und Siedlungsgebiete darstellt. Eine Grundwasserneubildungshöhe von mehr als 200 mm/a wird als hoch bezeichnet (vgl. Tab. 2). Diese Skala wird bei der räumlichen Analyse des Untersuchungsgebiets hinsichtlich der jeweiligen Landschaftsfunktion angewandt. Abschließend werden mittels einer Abfrage in einem Geographischen Informationssystem die Flächengrößen innerhalb der Region mit Bezug auf die Zuordnung zu den fünf Bewertungsstufen bestimmt.

Tab. 2: Zuweisung der Wertstufen

Bedeutung für das Wasserdargebot	Höhe der Grundwasserneubildung nach GROWA
sehr hoch	> 300 mm/a
hoch	201 - 300 mm/a
mittel	101 - 200 mm/a
gering	< 101 mm/a
nicht bewertet	k. A.

Schritt 2: Bestimmung von Schätzwerten zur Erbringung von Ökosystemleistungen pro Flächeneinheit und in Abhängigkeit von der Bewertungsstufe der Landschaftsfunktion. In dieser Untersuchung konnte direkt auf bestehende Spannweiten der Menge an produzierbaren Ökosystemleistungen zurückgegriffen werden: in unserem Beispiel die Grundwasserneubildung. Das in Niedersachsen bei der Landschaftsfunktionsanalyse zum Einsatz kommende GROWA-Modell liefert unter anderem mittlere, mehrjährige Grundwasserneubildungshöhen für Flächen. Die Grundwasserneubildungshöhe wird dabei in mm/a angegeben. Diese Einheit kann direkt in eine Abschätzung der Grundwasserneubildung pro Flächeneinheit umgerechnet werden, da die Angabe 1 mm/a den Werten $1 \text{ l/m}^2 \cdot \text{a}$ bzw. $10 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{a}$ entspricht.

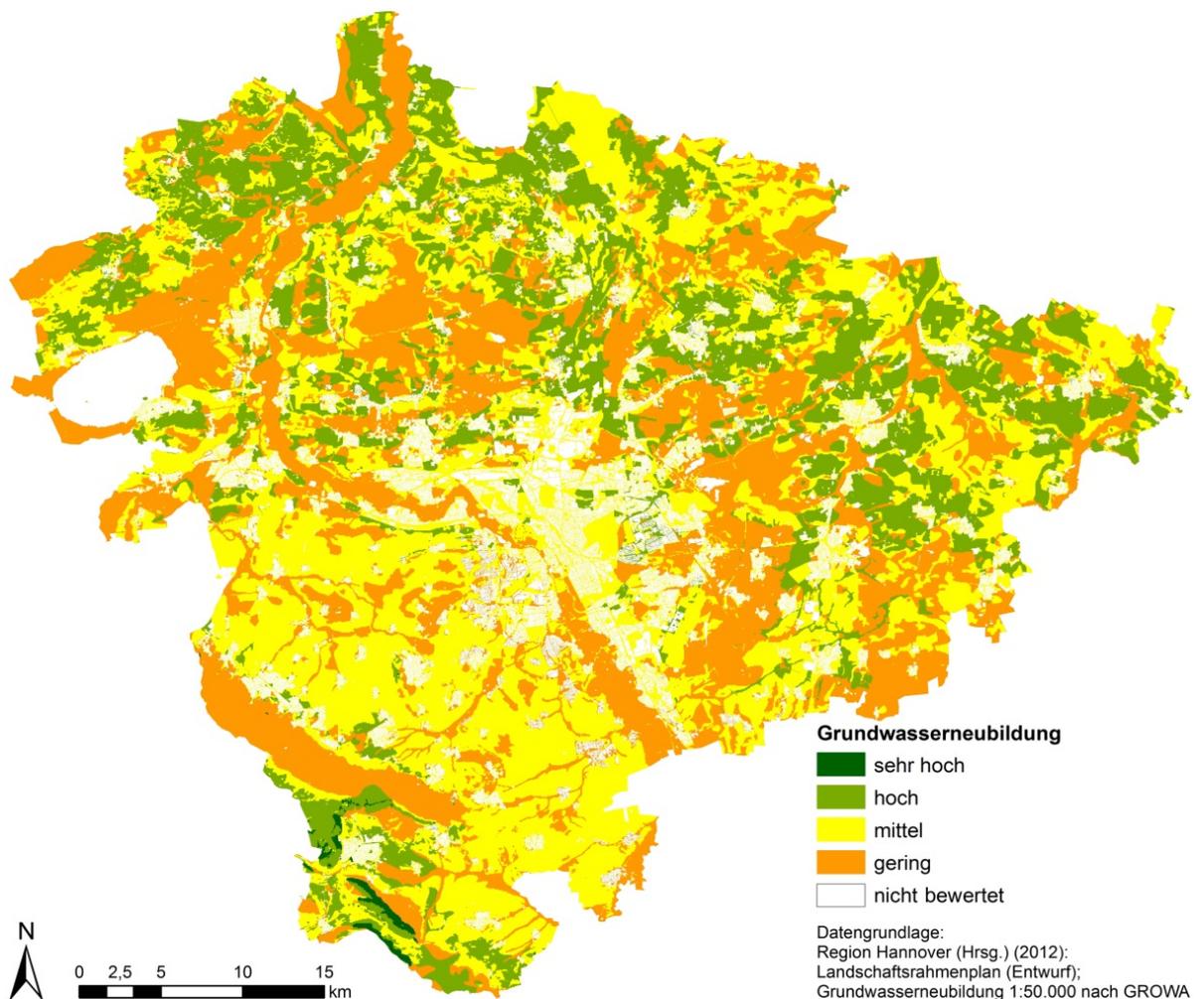
Schritt 3: Multiplikation der Flächengrößen mit der Menge der pro Flächeneinheit zu erbringenden Ökosystemleistungen. Dazu wurden entsprechende Rechenoperationen in einem Tabellenkalkulationsprogramm durchgeführt.

Unberücksichtigt blieben in der Analyse die möglichen Beeinträchtigungen der Landschaftsfunktion und der Erbringung von Ökosystemleistungen, die sich aus menschlichen Einflussnahmen ergeben (z. B. Einschränkungen der Infiltration durch Verdichtung).

3 Ergebnisse

Die Analyse der räumlichen Verteilung der Wertstufen in der Region Hannover zeigt, dass mit „sehr hoch“ bewertete Flächen lediglich ganz im Süden der Region und auch nur in sehr geringem Umfang auf der Südseite des Höhenzugs vorkommen (vgl. Abb. 1). Die hoch bewerteten Flächen erstrecken sich dagegen überwiegend auf den nördlichen Teil der Region. Die Nordflanke des Deister-Höhenzugs ist gering bewertet, da hier aufgrund des starken Gefälles mit hohem Abfluss gerechnet werden muss. Die Lössbörde hat eine mittlere Bedeutung für die Wasserdargebotsfunktion. Von geringer Bedeutung sind die Leineaue und die Mooregebiete im nördlichen Teil der Region. Bei den unbewerteten Flächen handelt es sich überwiegend um Siedlungsgebiete und Stillgewässer.

Abb. 1: Wasserdargebot in der Region Hannover



3.1 Flächengrößen je Bewertungsklasse

Die Berechnung der Flächenumfänge für die einzelnen Wertstufen (vgl. Tab. 3) zeigt einen geringen Anteil (0,3% bzw. 576,87 ha) an Flächen, die mit sehr hoher Bedeutung für die Wasserdargebotsfunktion bewertet wurden. Eine hohe Bedeutung wurde für 20% der Fläche (ca. 46.000 ha) festgestellt. Flächen mit mittlerer (37,5%) und geringer Bedeutung (30,1%) machten mit gut zwei Drittel der Gesamtfläche den größten Anteil der Region aus. Die Flächen mittlerer Bedeutung sind also mit rund 86.000 ha fast doppelt so groß wie die mit hoher Bedeutung. Circa 12% der Gesamtfläche der Region wurde nicht bewertet.

Tab. 3: Flächengröße und -anteil der Wertstufen und der Menge an produzierbarem Grundwasser

Wertstufe	Fläche		Grundwasserneubildung pro Flächeneinheit (mindestens)	Menge (mindestens)
	ha	Anteil		
sehr hoch	576,87	0,3%	3010 m ³ /ha*a	1,7 Mio. m ³ /a
hoch	46.028,28	20,0%	2010 m ³ /ha*a	92,5 Mio. m ³ /a
mittel	86.191,11	37,5%	1010 m ³ /ha*a	87,1 Mio. m ³ /a
gering	69.056,74	30,1%	0 m ³ /ha*a	0 Mio. m ³ /a
nicht bewertet	27.873,89	12,1%	k.A.	k.A.
gesamt:	229.726,90			181,3 Mio. m ³ /a

3.2 Menge an produzierbarem Grundwasser

Zur Berechnung der Menge an produzierbarem Grundwasser innerhalb der Wertstufen wurde die Flächengröße mit der pro Flächeneinheit produzierbaren Wassermenge multipliziert. Bei den Angaben zur produzierbaren Wassermenge pro Flächeneinheit wurde von der Mindestmenge ausgegangen, die der jeweiligen ordinalen Klasse zugeordnet ist. Aufgrund dieses konservativen Vorgehens werden Überschätzungen vermieden (vgl. Tab. 3).

Die Ergebnisse aus Tabelle 3 zeigen, dass der größte Anteil an der Grundwasserneubildung von Flächen geleistet wird, die eine mittlere oder hohe Bedeutung aufweisen. Bemerkenswert ist, dass auf den hoch bewerteten Flächen pro Jahr mindestens 92,5 Mio. m³ Grundwasser produziert werden, also mehr als auf der annähernd doppelt so großen Fläche mittlerer Bedeutung (mindestens 87,1 Mio. m³/a).

In der Summe ergibt sich für die gesamte Region Hannover eine jährliche Produktionsmenge von mindestens 181,3 Mio. m³ Grundwasser. Zum Vergleich: Bei einem durchschnittlichen täglichen Trinkwasserverbrauch pro Person von 128 l ergibt sich für die Region Hannover mit ihren knapp 1,4 Mio. Einwohnern ein Trinkwasserverbrauch von etwa 53 Mio. m³/a.

4 Diskussion und Schlussfolgerungen

Die vorliegende Untersuchung hat gezeigt, dass bestehende Datengrundlagen zur Erfassung von Landschaftsfunktionen teilweise bereits eine ausreichende Informationsbasis zur Abschätzung des raumspezifischen Erzeugungspotenzials von Ökosystemleistungen darstellen können. Am Beispiel der Wasserdargebotsfunktion wurde illustriert, dass für bestimmte Landschaftsfunktionen Zuordnungen zwischen den auf ordinalen Skalen bewerteten Landschaftsfunktionen und der Quantität an potenziell erbringbaren Ökosystemleistungen bestehen. Aufgrund verschiedener Einflussfaktoren sind die hier dargestellten Ergebnisse als nur eingeschränkt valide zu bewerten.

Grundsätzlich ist die Erfassung von der Genauigkeit und dem Detaillierungsgrad der Grundlagendaten sowie der Angemessenheit der gewählten Methode zur Beantwortung der jeweiligen Forschungsfrage und Maßstabsebene abhängig. Da bei der Analyse mögliche Beeinträchtigungen unberücksichtigt blieben, ist davon auszugehen, dass die eigentliche Kapazität der Landschaft zur Erbringung von Grundwasserneubildung aufgrund dieser Einwirkungen geringer ausfällt. Unberücksichtigt blieben weiterhin Aspekte der Wasserqualität. Die Ergebnisse erfassen die Potenziale zur Neubildung von Grundwasser, machen jedoch keine Aussagen über die Qualität des gebildeten Wassers, beispielsweise inwieweit eine Aufbereitung des Wassers notwendig ist, um Trinkwasserqualitätsstandards zu erfüllen.

Schließlich ergeben sich durch die Zuordnung von ordinalen Skalenstufen zu kardinalen Messwerten Ungenauigkeiten aufgrund der Stufenschritte, die die Realität zwar im Durchschnitt adäquat beschreiben können, jedoch in Einzelsituationen zu verfälschten Ergebnissen führen können. Abschließend kann festgestellt werden, dass die Landschaftsfunktionsanalyse eine wertvolle Datengrundlage für eine raumspezifische Erfassung von Ökosystemleistungen, insbesondere auf Gemeinde- oder Landkreisebene, bereitstellt. Zukünftige Quantifizierungen von Ökosystemleistungen sollten auf diese Datengrundlagen Bezug nehmen.

Forschungsbedarf besteht insbesondere dahingehend, dass die bestehenden Bewertungsmethoden auf ordinalen Skalen so weiterzuentwickeln sind, dass sie – auf der Basis vorhandener empirischer Daten – Schätzwerte für den quantitativen Abfluss oder die Bereitstellung von Landschaftsleistungen pro Hektar und Zeiteinheit liefern. Dazu müssen geeignete Indikatoren und Berechnungsansätze entwickelt werden. Wie in diesem Beitrag gezeigt, bestehen für bestimmte Landschaftsfunktionen bereits Zuordnungsregeln zwischen kardinalen Messwerten und den ordinalen Skalenstufen. Bei anderen Landschaftsfunktionen, so z. B. dem Landschaftsbild, stellen quantitative Bewertungen eine größere Herausforderung dar. Hier könnten standardisierte Punktesysteme erarbeitet werden. Erfahrungen mit Methoden zur Bestimmung von Ersatzgeld im Rahmen der Eingriffsregelung oder bei der Berechnung von Kosten und Finanzierungsmöglichkeiten für Landschaftspflegemaßnahmen (vgl. Albert/von Haaren/Mahnkopf 2008) könnten praxistaugliche Hinweise liefern.

Danksagung

Die Autoren danken Frau Prof. Dr. Christina von Haaren für ihre Unterstützung und die Zusammenarbeit bei der Entwicklung der diesem Artikel zugrunde liegenden Überlegungen.

Literatur

- Albert, C.; von Haaren, C.; Galler, C. (2012): Ökosystemdienstleistungen: Alter Wein in neuen Schläuchen oder ein Impuls für die Landschaftsplanung? In: *Naturschutz und Landschaftsplanung* 44 (5), 142-148.
- Albert, C.; von Haaren, C.; Mahnkopf, B. (2008): Potenzialanalyse für Landschaftspflege und Naturschutzprodukte: Ermittlung des Flächen- und Finanzierungsbedarfs sowie des Erzeugungspotenzials anhand der Landschaftsrahmenplanung. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung* 40 (11), 373-378.
- Costanza, R.; d'Arge, R.; de Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Naeem, S.; O'Neill, R.V.; Paruelo, J.; Raskin, R.G.; Sutton, P.; van den Belt, M. (1997): The value of the world's ecosystem services and natural capital. In: *Nature* 387 (6630), 253-260.
- Daily, G.C. (1997): *Nature's Services. Societal dependence on natural ecosystems*. Washington, DC.
- De Groot, R.S. (1992): *Functions of nature: evaluation of nature in environmental planning, management and decisionmaking*. Groningen, Netherlands.
- De Groot, R.S.; Alkemade, R.; Braat, L.; Hein, L.; Willemen, L. (2010): Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. In: *Ecological Complexity* 7 (3), 260-272.
- Fisher, B.; Turner, R.K.; Morling, P. (2009): Defining and classifying ecosystem services for decision making. In: *Ecological Economics* 68 (3), 643-653.
- Grunewald, K.; Bastian, O. (2010): Ökodienstleistungen analysieren – begrifflicher und konzeptioneller Rahmen aus landschaftsökologischer Sicht. In: *Geo-Öko* 31 (1-2), 50-82.
- Haines-Young, R.; Potschin, M. (2010): The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. In: Raffaelli, D.G.; Frid, C.L.J. (Hrsg.): *Ecosystem Ecology – A New Synthesis*. Cambridge, 110-139.
- Kienast, F. (2010): Landschaftsdienstleistungen: ein taugliches Konzept für Forschung und Praxis? In: Landolt, R. (Hrsg.): *Landschaftsqualität. Konzepte, Indikatoren und Datengrundlagen*. Birmensdorf, 7-12. = Forum für Wissen 2010.
- Kumar, P. (Hrsg.) (2010): *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. London.
- Kunkel, R.; Wendland, F. (2002): The GROWA98 model for water balance analysis in large river basins – the river Elbe case study. In: *Journal of Hydrology* 259 (1-4), 152-162.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005): *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington, DC.
- Plieninger, T.; Bieling, C.; Gerdes, H.; Ohnesorge, B.; Schaich, H.; Schleyer, C.; Trommler, K.; Wolff, F. (2010): Ökosystemleistungen in Kulturlandschaften. Konzept und Anwendung am Beispiel der Biosphärenreservate Oberlausitz und Schwäbische Alb. In: *Natur und Landschaft* 85 (5), 187-192.
- Sukhdev, P.; Wittmer, H.; Schröter-Schlaack, C.; Nesshöver, C.; Bishop, J.; ten Brink, P.; Gundimeda, H.; Kumar, P.; Simmons, B. (2010): *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature. A synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB*. o. O.
- von Haaren, C.; Albert, C. (2011): Integrating ecosystem services and environmental planning: limitations and synergies. In: *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 7 (3), 150-167.
- Wendland, F.; Tetzlaff, B.; Kunkel, R.; Dörhöfer, G. (2001): GIS-basierte Grundwasserneubildung von Niedersachsen. In: *Arbeitsheft Wasser* 1, 37-42.

Autoren

Dr. **Christian Albert** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter (PostDoc) und Dozent am Institut für Umweltplanung der Leibniz Universität Hannover. Darüber hinaus ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Department für Umweltpolitik, Helmholtz Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Leipzig.

Johannes Hermes, derzeit Masterstudiengang Umweltplanung, ist wissenschaftliche Hilfskraft am Institut für Umweltplanung der Leibniz Universität Hannover.