

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 168 (2017)

**Heft:** 1

**Artikel:** Umweltökonomische Gesamtrechnung für den Wald : Möglichkeiten und Grenzen

**Autor:** Dieter, Matthias

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1097464>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 03.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Umweltökonomische Gesamtrechnung für den Wald: Möglichkeiten und Grenzen

Matthias Dieter Thünen-Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie (DE)\*

## Umweltökonomische Gesamtrechnung für den Wald: Möglichkeiten und Grenzen

Das Europäische Parlament und der Rat der Mitgliedstaaten der Europäischen Union fordern die Schaffung eines Systems von umweltökonomischen Gesamtrechnungen, das auch physische und monetäre Konten für Naturkapital und Ökosystemleistungen umfasst. Für den Bereich Wald existiert bereits seit Jahren ein eigenes umweltökonomisches Gesamtrechnungssystem, das European framework for integrated environmental and economic accounting for forests (IEEAF). Es besteht aus einer Reihe verschiedener Tabellen, die in logischer Weise aufeinander aufbauen. Das Grundkonzept erlaubt eine konsistente Abbildung der Holzproduktion und der Holzverwendung in einem Land. Ergänzend gibt es Tabellen, die die Entstehung und Verwendung des Produktionswertes der Forstwirtschaft aufzeigen, über den Entlaubungszustand informieren sowie die Hauptkennzahlen zu den Kohlenstoffbilanzen beinhalten. Die ökonomischen Kennzahlen des IEEAF werden weitgehend in Übereinstimmung mit dem System europäischer volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen erhoben und sind vergleichbar mit den entsprechenden gesamtwirtschaftlichen Kennzahlen. Zu einem abweichenden Ergebnis gelangt man hinsichtlich der ökologischen Kennzahlen. Die Ökosystemleistungen des Waldes insgesamt sind bisher nur im Ansatz abgebildet. Konkret sind es die Versorgungsleistung mit Holz sowie die Regulationsleistung durch Kohlenstoffspeicherung zum Klimaschutz. Tabellensysteme oder zumindest geeignete Indikatoren für andere Ökosystemleistungen wie zum Beispiel Wasserspende und -reinigung, Artenvielfalt oder Erholung fehlen. Das IEEAF müsste um sie erweitert werden. Naturkapital und seine Ökosystemleistungen können schwerlich seriös und umfassend bewertet werden. Möglich ist jedoch die Bewertung von Veränderungen. Es würde daher genügen, die oben genannten Erweiterungen des IEEAF nur für physische Einheiten vorzusehen. Monetäre Bewertungen können dann für die Veränderungen zwischen den einzelnen Jahren durchgeführt werden.

**Keywords:** forest, environmental, economic, national accounts, satellite accounts, nature capital, ecosystem services

**doi:** 10.3188/szf.2017.0032

\* Leuschnerstrasse 91, DE-21031 Hamburg, E-Mail [matthias.dieter@thuenen.de](mailto:matthias.dieter@thuenen.de)

Infolge des Bewusstseins negativer ökologischer Konsequenzen von wirtschaftlichen Aktivitäten haben sich in vielen industrialisierten Ländern Initiativen zur Erweiterung ihrer volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungssysteme gebildet. In Deutschland wurde Mitte der 1980er-Jahre die umweltökonomische Gesamtrechnung aufgebaut (Frenkel & John 1999). Sie besteht aus Material- und Energieflussrechnungen sowie Indikatoren des Umweltzustandes und beinhaltet damit Ansätze, um den Zustand und die Leistungen von Natur zu bewerten. Der Schwerpunkt liegt aber darauf, die aus den ökonomischen Aktivitäten resultierende Nutzung von Umweltleistungen, damals sprach man noch nicht von Ökosystemleistungen, sowie den Ge- und Verbrauch der natürlichen Ressourcen auf gesamtwirt-

schaftlicher Ebene statistisch zu erfassen (Frenkel & John 1999).

Auf internationaler Ebene wurde im selben Zeitraum ein Rahmen für die Entwicklung von Umweltstatistiken erarbeitet (United Nations 1984), der die Grundlage für das 1993 erschienene Handbuch zur umweltökonomischen Gesamtrechnung der Vereinten Nationen (United Nations 1993) bildete. Das Handbuch entstand im Zusammenhang mit der Konferenz der Vereinten Nationen im Jahr 1992 in Rio de Janeiro und widerspiegelt die Notwendigkeit, Konzepte und Methoden zur Erfassung von nachhaltiger Entwicklung bereitzustellen. Das aktuelle System der umweltökonomischen Gesamtrechnung der Vereinten Nationen, bekannt unter seinem englischen Kürzel «SEEA 2012» (System of environmen-

tal economic accounting 2012; United Nations et al 2014a) basiert auf diesem Handbuch. Mit ihm sollen die Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft und Umwelt deutlich gemacht sowie die Bestände an Umweltgütern und deren Änderungen beschrieben werden. Aktuell wird das SEEA 2012 mit einem «Experimental Ecosystem Accounting» (United Nations et al 2014b) weiterentwickelt.

Für den Bereich Wald gibt es in Europa bereits seit Jahren ein eigenes System zur umweltökonomischen Gesamtrechnung, das «European framework for integrated environmental and economic accounting for forests», IEEAF (Eurostat 2002a). Wenngleich es nur für die Länder der Europäischen Union (EU) vorgesehen ist, ist es nicht auf diese beschränkt. Die Schweiz beispielsweise erhebt und berichtet seit 2016 Daten zum stehenden Holzvorrat nach diesem System (Murbach 2016a, 2016b). Von den Ländern Europas wird das IEEAF unterschiedlich intensiv ausgefüllt. Für Deutschland besteht eine gut 20-jährige Zeitreihe: Die Methodik sowie die ersten Ergebnisse sind in Bormann et al (2006a, 2016b) detailliert beschrieben.

Im Jahr 2013 haben nun das Europäische Parlament und der Rat der Mitgliedstaaten der EU im Rahmen ihres Umweltaktionsprogramms «Gut leben innerhalb der Belastungsgrenzen unseres Planeten» für die Zeit bis 2020 beschlossen, die Schaffung eines Systems von umweltökonomischen Gesamtrechnungen, das auch physische und monetäre Konten für Naturkapital und Ökosystemleistungen umfasst, voranzutreiben.<sup>1</sup> Diese Forderung ist ausgesprochen umfassend: Es sind nicht nur physische und monetäre Grössen zu bestimmen, sondern es sind auch das Naturkapital als Bestandes- oder Vermögensgrösse sowie die Ökosystemleistungen als Fluss- oder Erfolgsgrössen abzubilden. Damit geht

die Forderung der EU weit über die bisher bestehenden Ansätze umweltökonomischer Gesamtrechnungen hinaus.

Im Folgenden wird das IEEAF am Beispiel Deutschlands präsentiert und diskutiert, in welchem Umfang dieses System geeignet ist, die Forderung der EU zu erfüllen. Anschliessend werden weitergehende Möglichkeiten und auch Grenzen eines umfassenden Systems von umweltökonomischen Gesamtrechnungen dargestellt und für die Weiterentwicklung des IEEAF diskutiert. Der Artikel soll damit am Beispiel Wald die notwendigen nächsten Schritte aufzeigen, um Ökosystemleistungen in eine umweltökonomische Gesamtrechnung integrieren zu können.

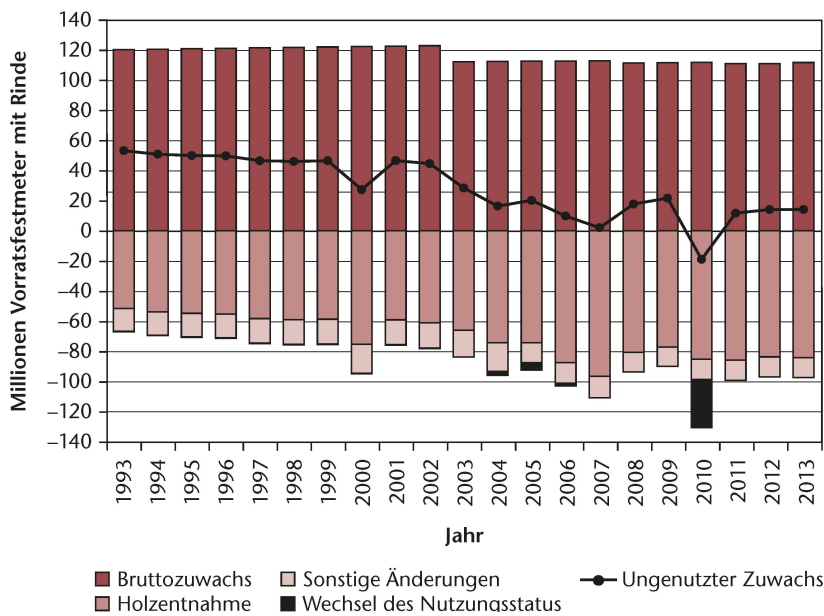
## Das IEEAF, dargestellt am Beispiel der Umsetzung in Deutschland

Das IEEAF<sup>2</sup> besteht aus einer Reihe verschiedener Tabellen, die in logischer Weise aufeinander aufbauen. Für verschiedene Flächenkategorien werden die Waldfläche, der Holzvorrat sowie die Entnahme und die Verwendung von Holz jeweils in Mengen und Werten dargestellt. Ergänzend gibt es Tabellen, die die Entstehung und die Verwendung des Produktionswertes der Forstwirtschaft aufzeigen, über den Entlaubungszustand informieren sowie die Hauptkennzahlen zu den Kohlenstoffbilanzen be-

1 Beschluss Nr. 1386/2013/EU vom 20. November 2013  
2 Seit dem 21. Juli 2016 führt Eurostat, das statistische Amt der EU, das Berichtssystem nicht mehr unter der Bezeichnung «IEEAF», sondern unter dem Begriff «EFA» (für «European Forest Accounts»). Die alte Bezeichnung sowie die ursprünglichen Tabellennummern und -bezeichnungen wurden zwecks Nachvollziehbarkeit auf Basis bereits erschienener Veröffentlichungen beibehalten.

Tabelle	Tabellenname	Indikator überwiegend		Priorität
		ökologisch	ökonomisch	gemäss «three-tier approach»
Tabelle 1a (A 1a)	Waldbilanz: Waldfläche	x		1
<i>Tabelle 1b (A 1b)</i>	<i>Waldbilanz: Wert der Waldfläche</i>		x	1
Tabelle 2a (A 2a)	Waldbilanz: Stehender Holzvorrat	x		1
Tabelle 2b (A 2b)	Waldbilanz: Wert des stehenden Holzvorrates		x	1
Tabelle 2c (-)	Entlaubung (% der Probestämme)	x		3
<i>Tabelle 3a (B 2)</i>	<i>Produktion bezogen auf die Waldfläche, nach Abnehmern</i>		x	3
Tabelle 3c (B 1)	Gesamtrechnung der Forstwirtschaft und Holzproduktion		x	1
Tabelle 4a (C 1b)	Aufkommens- und Verwendungstabelle: Verwendung in Mengen		x	2
Tabelle 4b (C 1a)	Aufkommens- und Verwendungstabelle: Aufkommen in Mengen		x	2
Tabelle 5a (B 3b)	Aufkommens- und Verwendungstabelle: Verwendung in Werten		x	3
Tabelle 5b (B 3a)	Aufkommens- und Verwendungstabelle: Aufkommen in Werten		x	3
Tabelle F1 (-)	Kohlenstoffbilanz für holzige Biomasse	x		3
Tabelle F2 (-)	Kohlenstoffbilanz für das Waldökosystem	x		2

**Tab 1** Tabellensatz des IEEAF mit Tabellennamen sowie alter und, in Klammern, neuer Nummerierung der Tabellen (vgl. dazu auch Fussnote 2). Kursiv hervorgehobene Tabellen werden im Beitrag nicht näher erläutert. Priorität für die künftige Erfassung in den EU-Mitgliedstaaten (three-tier approach): siehe Wolf-Crowther (2015).



**Abb 1** Entwicklung der Flussgrößen Bruttozuwachs, Holzentnahmen, sonstige Änderungen und Wechsel des Nutzungsstatus auf der Flächenkategorie «Waldfläche, verfügbar für die Holzproduktion» zwischen 1993 und 2013 für Deutschland.

inhalten. Das Grundkonzept erlaubt im Grunde eine konsistente Abbildung der Holzproduktion und der Holzverwendung in einem Land. Unschärfen entstehen dabei einerseits dadurch, dass Holz auch von anderen Flächenkategorien stammen kann (z.B. von Kurzumtriebsplantagen, die in Deutschland nicht als Wald gelten), sowie andererseits dadurch, dass nicht alle Tätigkeiten im Wald auch von wirtschaftlichen Einheiten ausgeführt werden (zum Beispiel Brennholznutzung im Kleinprivatwald). Die Mengengrößen wirtschaftlicher Kennzahlen kann daher von den jeweiligen Mengentabellen abweichen. Tabelle 1 gibt einen Überblick über den Tabellensatz des IEEAF und gibt Aufschluss darüber, welche Tabellen überwiegend ökologische und welche überwiegend ökonomische Indikatoren beinhalten. Insgesamt überwiegen die ökonomischen Indikatoren leicht.

### Waldfläche

Bei der Abbildung der Waldfläche (IEEAF-Tabellen 1a und 1b) wird grundsätzlich danach unterschieden, ob die Waldfläche für die Holzproduktion zur Verfügung steht oder aber aus rechtlichen, standörtlichen oder betrieblichen Gründen nicht. Diese Unterscheidung wird auch in einigen der folgenden Tabellen beibehalten. Im Weiteren folgt die Abbildung der Waldfläche dem Schema einer Bilanz: Der Bestand am Anfang eines Jahres wird im Laufe des betrachteten Jahres durch Flussgrößen verändert, die Ergebnis sowohl ökonomischer Tätigkeit wie Erstaufforstung oder Waldumwandlung (Röschung) als auch natürlicher Prozesse wie zum Beispiel Sukzession sein können. Ebenso ist ein Statuswechsel in Bezug auf die Verfügbarkeit für die Holzpro-

duktion möglich. Die Bilanz ist in Hektar (Tabelle 1a) und in Euro (Tabelle 1b) zu erstellen.

### Holzvorrat

Die Abbildung des Holzvorrates (IEEAF-Tabellen 2a und 2b) erfolgt nach dem gleichen Schema wie diejenige der Waldfläche: Für die Kategorien «Verfügbar für die Holzproduktion» und «Nicht verfügbar für die Holzproduktion» wird wieder eine Anfangsbilanz erstellt, die sich im Laufe eines Jahres durch Flussgrößen aufgrund ökonomischer Tätigkeit sowie aufgrund natürlicher Prozesse verändert. Natürliche Prozesse sind in erster Linie das Holzwachstum und die natürliche Mortalität. Die Änderung aufgrund ökonomischer Tätigkeit besteht in der Ernte und Entnahme von Bäumen. Ergänzt wird die Tabelle zu den Holzvorräten durch Holzvorräte auf sonstigem Land (z.B. kleine, noch nicht unter den Waldbegriff fallende Gehölzstreifen oder Baumgruppen).

Zwischen 1993 und 2013 hat sich die Vorratszunahme aus der Flächenkategorie «Verfügbar für die Holzproduktion» verlangsamt (Abbildung 1, ausgedrückt durch die Abnahme des ungenutzten Zuwachses). Dies liegt in erster Linie an der Zunahme des Holzeinschlages. Ein anderer Grund kommt 2010 zum Tragen. In diesem Jahr wurden grössere Flächen im Rahmen des nationalen Naturerbes an die Bundesländer, die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) und Naturschutzorganisationen übergeben, was die Ausbuchung der entsprechenden Holzvorräte auf der Flächenkategorie «Verfügbar für die Holzproduktion» zur Folge hat. Dadurch hat der Vorrat in dieser Flächenkategorie in diesem Jahr auch einmalig abgenommen. In allen anderen Jahren ist der Vorrat weiter angewachsen.

Bei der Tabelle zum Wert des stehenden Holzvorrates (IEEAF-Tabelle 2b) ist auf zwei Besonderheiten hinzuweisen: Da unabhängig vom konkreten Bewertungsverfahren für die Vorratsbewertung immer Marktpreise anzusetzen sind und diese von Jahr zu Jahr erheblich schwanken können, enthält die Bilanz auch einen Posten Umbewertung. Die Bilanz eines Jahres wird mit dem Wert des Anfangsvorrates eröffnet, der auf den Vorjahrespreisen basiert. Die Bewertung der Flussgrößen des betrachteten Jahres erfolgt aber mit aktuellen Preisen, ebenso wie die Bewertung des Endvorrates. Nur durch Berücksichtigung der Umbewertung kann die Bilanz geschlossen werden. Die Höhe der Umbewertungen verdeutlicht regelmässig, wie hoch der Wert des eingesetzten und in Holz gebundenen Kapitals im Vergleich zum Wert des Produktes, nämlich des eingeschlagenen Holzes, ist. Dies führt dazu, dass Änderungen der Bilanzsumme nicht hauptsächlich als Ergebnis wirtschaftlicher Tätigkeit angesehen werden dürfen. Die zweite Besonderheit bei der Abbildung der Holzvorräte in ökonomischen Werten ist, dass der Holzvorrat auf Flächen, die nicht der Holzproduktion zur

Verfügung stehen, nicht bewertet wird. Aus Sicht der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung ist dies folgerichtig; der Holzvorrat ist nicht Ergebnis wirtschaftlicher Tätigkeit. Die Implikation ist jedoch, dass das Naturkapital Wald, das besonders in den aus der Nutzung genommenen Flächen vermutet werden kann, offensichtlich nicht anhand der Opportunitätskosten bewertet wird.

### Entlaubung

Die IEEAF-Tabelle 2c widmet sich dem Thema «Entlaubungszustand». Dargestellt wird die Entlaubung getrennt für Laub- und Nadelbäume. Für den Anteil entlaubter Bäume wird jeweils ein Schwellenwert der Entlaubung von mehr als 25% vorgegeben. Die Tabelle nimmt Bezug zu einem international eingeführten Indikator zum Waldzustand. Wie aber ältere Forschungen bereits zeigen, ist er alleine nicht geeignet, Bericht über den Gesundheitszustand der Wälder abzulegen (Hartmann et al 1988).

### Gesamtrechnung der Forstwirtschaft und Holzproduktion

Die IEEAF-Tabelle 3c «Gesamtrechnung der Forstwirtschaft und Holzproduktion» enthält im Wesentlichen die gleichen ökonomischen Kennzahlen wie die forstwirtschaftliche Gesamtrechnung und steht damit in Übereinstimmung mit dem europäischen System volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen auf nationaler und regionaler Ebene («ESVG 2010») der EU (Eurostat 2014), welches sich auf das System nationaler volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen der Vereinten Nationen stützt (European Commission et al 2009). Eine Besonderheit ist hierbei jedoch, dass die forstliche Produktion in

eine biologische und eine technische Produktion unterteilt wird. Die biologische Produktion umfasst den gesamten Zuwachs, der im Laufe eines Jahres auf der bewirtschafteten Waldfläche entsteht. Der «Betriebs- teil» technische Produktion setzt den akkumulierten Zuwachs der von ihm genutzten Bäume als Vorleistung ein und produziert daraus das marktfähige Rundholz. Werden biologische Produktion und der Vorleistungseinsatz von Holz auf dem Stock mit den gleichen Ansätzen bewertet, errechnen sich die gleichen erfolgsrelevanten Kennzahlen der Bruttowertschöpfung wie bei Definition von Holzentnahme und ungenutztem Zuwachs als Produktion der Forstwirtschaft.

Die Produktion der Forstwirtschaft, bewertet in den Preisen der jeweiligen Jahre, hat über den gesamten Zeitraum betrachtet zugenommen (Abbildung 2). Ähnlich der Entwicklung in der Schweiz (Murbach 2016a) sind die ersten Jahre nach der Jahrtausendwende durch einen leichten Rückgang gekennzeichnet. Ein deutlicherer Rückgang ist durch die weltweite Finanz- und Wirtschaftskrise 2008 und 2009 entstanden. In ihrer Struktur weicht die Produktion des Sektors Forstwirtschaft in Deutschland etwas von derjenigen des Sektors in der Schweiz ab. In Deutschland trägt die Produktion von Industrierundholz<sup>3</sup> mit Abstand am meisten zum Produktionswert bei. In der Schweiz halten sich forstwirtschaftliche Dienstleistungen und nicht trennbare Nebentätigkeiten zusammen etwa die Waage mit der Holzproduktion insgesamt.

Die IEEAF-Tabelle 3c «Gesamtrechnung der Forstwirtschaft und Holzproduktion» ist das zentrale Berichtssystem zur Güterentstehung, Einkommensentstehung und Vermögensbildung im Sektor Forstwirtschaft. An ihr hat Eurostat grosses Interesse. Zu erwähnen ist hierbei, dass Eurostat vor ungefähr zehn Jahren die Datensammlung zur forstwirtschaftlichen Gesamtrechnung eingestellt und schrittweise durch die entsprechende IEEAF-Datentabelle ersetzt hat. Anders als bei der landwirtschaftlichen Gesamtrechnung gibt es keine Rechtsverpflichtung für die EU-Mitgliedsländer, die forstwirtschaftliche Gesamtrechnung sowie das IEEAF zu erstellen.

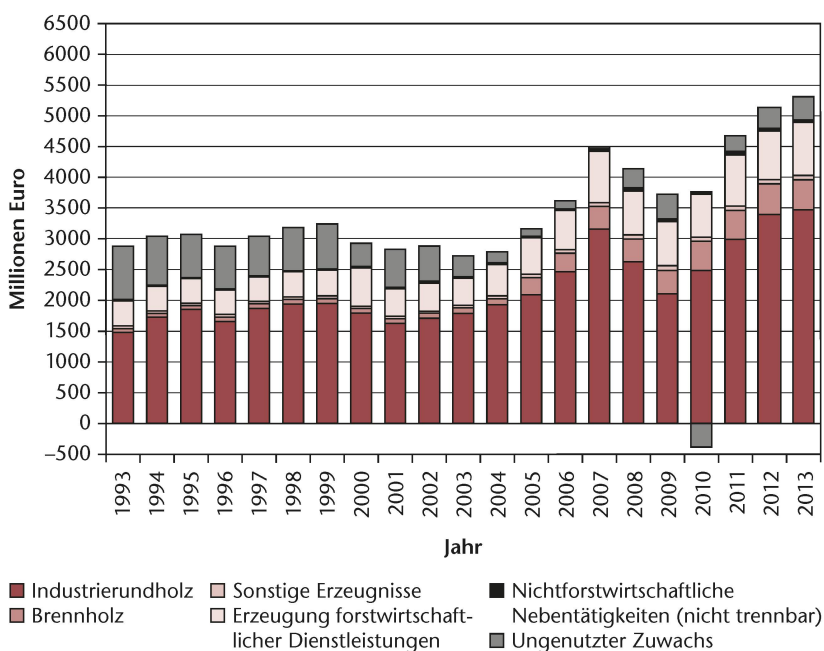


Abb 2 Produktion der Forstwirtschaft in Deutschland nach den Produktklassen der IEEAF-Tabelle 3c «Gesamtrechnung der Forstwirtschaft und Holzproduktion».

### Aufkommen und Verwendung von Holz und Holzprodukten

Der auf die IEEAF-Tabelle 3c aufbauende Tabellenblock, bestehend aus den Tabellen 4a und 4b sowie 5a und 5b, ist komplex. Er zeigt das Aufkommen und die Verwendung von Holz und Produkten auf Basis von Holz in Mengen und Werten. Die Produktpalette reicht vom produzierten Holz auf dem Stock über verschiedene Rohholzsortimente, Holzhalbwaren wie Schnittholz, Holzwerkstoffe, Zellstoff

<sup>3</sup> Industrierundholz umfasst Sägerundholz, Furnierholz, Papierholz und anderes industriell verarbeitetes Rundholz.

und Papier bis hin zu Recyclingprodukten wie Altholz und Altpapier. Die Verwendung dieser Produkte wird bis zum letzten bearbeitenden Unternehmen in Holz- und Druckereigewerbe sowie in der Endverwendung dargestellt. In den monetären Einheiten ist auch dieser Tabellenblock in das System volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen eingepasst. Der Einsatz von Holz und Produkten auf Basis von Holz in verschiedenen betrachteten Branchen wird als Teil der Vorleistungen dieser Branchen insgesamt ausgewiesen und in den Zusammenhang mit der gesamten Güter- und Einkommensentstehung gestellt. Für eine vollständige Stoffstrommodellierung ist nachteilig, dass die Produkte im Bereich Holzwirtschaft in Kubikmetern anzugeben sind, diejenigen im Bereich Papier aber in Tonnen. Dies könnte dem Umstand geschuldet sein, dass beim Zwang zur Bilanzierung in einer einzigen Einheit die Tabellen nur noch von wenigen Ländern geliefert werden könnten. Abgesehen davon ergeben die Tabellen in diesem Tabellenblock aber ein geschlossenes Bild des Flusses von Holz und der Verflechtung der Holz- und der Papierbranche miteinander.

#### **Kohlenstoffbilanz**

Der IEEAF-Tabellenrahmen wird durch die beiden Tabellen F1 und F2 zu physischen Kohlenstoffbilanzen abgeschlossen. Die eine enthält Informationen zum Kohlenstoff in holziger Biomasse, die andere über den Kohlenstoff im Waldökosystem insgesamt. Die Kohlenstoffbilanz in der holzigen Biomasse ist ähnlich strukturiert wie die Bilanz des stehenden Holzvorrats (IEEAF-Tabelle 2a). Eine wesentliche Ergänzung ist, dass in beiden Flächenkategorien jeweils nach Laub- und Nadelbäumen unterschieden wird. Sowohl die ökonomischen Tätigkeiten als auch die natürlichen Prozesse, die als Flussgrößen in der Bilanz berücksichtigt sind, entsprechen denen der Holzvorratsbilanz. Die Kohlenstoffbilanz für das gesamte Waldökosystem enthält Informationen über andere Biomasse in Wäldern sowie, als Hauptbestandteil, Kohlenstoff in Waldböden. Es sei darauf hingewiesen, dass die Berichterstattung zur Kohlenstoffbilanz in Rahmen des IEEAF nicht notwendigerweise mit der Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention und dem Kyoto-Protokoll übereinstimmen muss.

#### **Gesamtbetrachtung**

Wie die obigen Ausführungen zeigen, werden die ökonomischen Kennzahlen des IEEAF weitgehend in Übereinstimmung mit dem System europäischer volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen (Eurostat 2014) erhoben. Das IEEAF kann direkt in Beziehung gesetzt werden zu den entsprechenden Kennzahlen der Inlandsproduktberechnung. Das Gleiche gilt auch für die Vermögensrechnung, für die die gleiche Methodik, zum Beispiel mit der Be-

wertung zu Wiederbeschaffungspreisen, angewendet wird. Die Abbildung der Holzentnahme und der weiteren Verwendung von Holz bis hin zur Endverwendung passt sich zudem gut in die Material- und Energieflussrechnungen der umweltökonomischen Gesamtrechnung ein.

Zu einem abweichenden Ergebnis gelangt man hinsichtlich der ökologischen Kennzahlen. Unter diesem Begriff werden alle Kennzahlen verstanden, die Aussagen zum Umweltzustand und zu den Ökosystemleistungen erlauben. Für sie besteht keine Anbindung an oder Einbindung in die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung. Bisher ist auch keine klare konzeptionelle Zuordnung der Kennzahlen zu Naturkapital oder Ökosystemleistungen erfolgt. So ist zum Beispiel nicht entschieden, ob der bestehende Kohlenstoffvorrat im Wald eher als Naturkapital oder als Ökosystemleistung (dadurch, dass der Kohlenstoff im Wald gebunden bleibt) anzusehen ist. Im Hinblick auf die Aussagefähigkeit ist zudem festzuhalten, dass die ökologischen Kennzahlen des IEEAF nur sehr grobe Anhaltspunkte für eigentliche ökologische Indikatoren sein können. Die erhobenen Kennzahlen umfassen nur Waldfläche, Holzvorrat und Kohlenstoffvorrat, jeweils getrennt für Wälder mit und ohne Holznutzung, sowie den Entlaubungszustand.

Mit einer eigenen Arbeitsgruppe, bestehend aus Experten aus Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Österreich und Schweden, hat Eurostat (2002b) die Machbarkeit einer Erweiterung des IEEAF für folgende Nichtmarktsgüter näher analysiert: 1) Kohlenstoffbindung, 2) biologische Vielfalt, 3) Erholungsleistung, 4) Schutz von Boden vor Lawinen und anderem Abtrag sowie Schutz der Wasserressourcen und 5) Gesundheit der Bäume. Für diese Nichtmarktsgüter wurden Tabellenvorschläge unterbreitet, Ergebnisse von spezifischen Pilotstudien einschliesslich ökonomischer Bewertungen vorgestellt und Schlussfolgerungen daraus gezogen. Diese Ansätze zur Integration weiterer Ökosystemleistungen über die Kohlenstoffspeicherung hinaus wurden nach Abschluss der Pilotphase jedoch nicht nennenswert weiterverfolgt und auch nicht in den Tabellen des IEEAF umgesetzt.

#### **Möglichkeiten und Grenzen einer umfassenden Umweltgesamtrechnung**

In den vergangenen Jahren hat sich eine Vielzahl an mehr oder weniger ähnlichen Ansätzen entwickelt, um Ökosystemleistungen zu klassifizieren und mit geeigneten Indikatoren zu versehen oder sie zu bewerten. Beispielhaft sei der im Auftrag des Schweizer Bundesamtes für Umwelt erstellte Bericht zu Systematik, Methodik und Umsetzungsempfehlungen für eine wohlfahrtsbezogene Umweltberichterstattung (Staub et al 2011) genannt. Dieser bildete

Verwendung Aufkommen		Produktionssektoren					Endnachfragebereiche			
		1	2	3	....	n	1	2	3	
Produktionssektoren	1	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	....	X <sub>1n</sub>	C <sub>1</sub>	I <sup>b</sup> <sub>1</sub>	Ex <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>
	2	X <sub>21</sub>	X <sub>22</sub>	X <sub>23</sub>	....	X <sub>2n</sub>	C <sub>2</sub>	I <sup>b</sup> <sub>2</sub>	Ex <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>
	3	X <sub>31</sub>	X <sub>32</sub>	X <sub>33</sub>	....	X <sub>3n</sub>	C <sub>3</sub>	I <sup>b</sup> <sub>3</sub>	Ex <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	n	X <sub>n1</sub>	X <sub>n2</sub>	X <sub>n3</sub>	....	X <sub>nn</sub>	C <sub>n</sub>	I <sup>b</sup> <sub>n</sub>	Ex <sub>n</sub>	X <sub>n</sub>
Primäraufwandsbereiche	1	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	....	M <sub>n</sub>				
	2	T <sup>ind</sup> <sub>1</sub>	T <sup>ind</sup> <sub>2</sub>	T <sup>ind</sup> <sub>3</sub>	....	T <sup>ind</sup> <sub>n</sub>				
	3	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	....	A <sub>n</sub>				
	4	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	....	L <sub>n</sub>				
	5	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	....	G <sub>n</sub>				
		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	....	X <sub>n</sub>				

**Abb 3** Grundschemata einer Input-Output-Tabelle. Es bedeuten:  $X_{ij}$  = Vorleistungsstrom,  $C_j$  = privater und staatlicher Konsum,  $I^b_j$  = Bruttoanlage- und Vorratsinvestitionen,  $Ex_j$  = Exporte,  $M_i$  = Importe,  $T^{ind}_i$  = indirekte Steuern minus Subventionen,  $A_i$  = Abschreibungen,  $L_i$  = Einkommen aus unselbstständiger Arbeit,  $G_i$  = Betriebsüberschüsse,  $X_i$  = Gesamtverwendung =  $X_j$  = Gesamtaufkommen.

Verwendung Aufkommen		Produktionssektoren					Endnachfragebereiche			
		1	2	3	....	n	1	2	3	
Produktionssektoren	1	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	....	X <sub>1n</sub>	C <sub>1</sub> +FE <sub>11</sub> ×Vö	I <sup>b</sup> <sub>1</sub> +FE <sub>12</sub> ×Vö	Ex <sub>1</sub> +FE <sub>13</sub> ×Vö	X <sub>1</sub>
	2	X <sub>21</sub>	X <sub>22</sub>	X <sub>23</sub>	....	X <sub>2n</sub>	C <sub>2</sub> +FE <sub>21</sub> ×Vö	I <sup>b</sup> <sub>2</sub> +FE <sub>22</sub> ×Vö	Ex <sub>2</sub> +FE <sub>23</sub> ×Vö	X <sub>2</sub>
	3	X <sub>31</sub>	X <sub>32</sub>	X <sub>33</sub>	....	X <sub>3n</sub>	C <sub>3</sub> +FE <sub>31</sub> ×Vö	I <sup>b</sup> <sub>3</sub> +FE <sub>32</sub> ×Vö	Ex <sub>3</sub> +FE <sub>33</sub> ×Vö	X <sub>3</sub>
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	n	X <sub>n1</sub>	X <sub>n2</sub>	X <sub>n3</sub>	....	X <sub>nn</sub>	C <sub>n</sub> +FE <sub>n1</sub> ×Vö	I <sup>b</sup> <sub>n</sub> +FE <sub>n2</sub> ×Vö	Ex <sub>n</sub> +FE <sub>n3</sub> ×Vö	X <sub>n</sub>
Primäraufwandsbereiche	1	Xö <sub>1</sub>	Xö <sub>2</sub>	Xö <sub>3</sub>	....	Xö <sub>n</sub>	Xö <sub>c</sub>	Xö <sub>j</sub> <sup>b</sup>	Xö <sub>ex</sub>	Xö
	2	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	....	M <sub>n</sub>				
	3	T <sup>ind</sup> <sub>1</sub>	T <sup>ind</sup> <sub>2</sub>	T <sup>ind</sup> <sub>3</sub>	....	T <sup>ind</sup> <sub>n</sub>				
	4	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	....	A <sub>n</sub>				
	5	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	....	L <sub>n</sub>				
	6	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	....	G <sub>n</sub>				
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	....	X <sub>n</sub>					

**Abb 4** Mögliche Einbindung von Ökosystemleistungen in die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung am Beispiel der Input-Output-Tabelle. Es bedeuten: Xö = bewertete Menge an Ökosystemleistungen (ÖSL), Vö = Vorleistungen in Form von ÖSL, FE<sub>ij</sub> = Faktoren für die Endverwendung der Vö in den Produkten i in den einzelnen Endnachfragebereichen j,  $\sum FE_{ij} = 1$ ; andere Abkürzungen siehe Abbildung 3.

auch die Grundlage für ein vergleichbares Vorhaben in Österreich (Götzl et al 2015). Der Fokus dieser Ansätze liegt häufig auf der Erfassung möglichst vieler Ökosystemleistungen. Was dabei allerdings häufig

zu kurz kommt, ist die Frage der Konsistenz im Rahmen der umweltökonomischen Gesamtrechnung insgesamt. Dieser Frage wird im Folgenden nachgegangen.

### Einbezug von Ökosystemleistungen in Input-Output-Tabelle

Die Möglichkeiten und Grenzen einer umfassenden Abbildung von Ökosystemleistungen lassen sich gut anhand einer Input-Output-Tabelle ableiten. Abbildung 3 zeigt das Grundschemata einer solchen Input-Output-Tabelle mit den wesentlichen Kennzahlen. Im ersten Quadranten sind die Produktionssektoren dargestellt. Sie erstellen Güter, die im eigenen Sektor sowie von anderen Produktionssektoren als Vorleistungen eingesetzt werden oder der Endnachfrage zufließen. Der Wert des Aufkommens an Gütern (Zeilenbetrachtung) ist aus Gründen der Sachlogik identisch mit dem Wert der eingesetzten Produktionsfaktoren (Spaltenbetrachtung). Die einzelnen Produktionssektoren setzen dabei nicht nur die Güter verschiedener anderer Sektoren als Vorleistungen ein, sondern auch noch andere, primäre Produktionsfaktoren (Boden, Arbeit, Kapital und Unternehmerleistungen).

Grundsätzlich lässt sich dieses Schema der bewerteten Darstellung einer Volkswirtschaft und ihrer Verflechtungen auch um Ökosystemleistungen erweitern. Grundgedanke hierbei ist, dass Ökosystemleistungen im engeren Sinn nicht im Produktionsprozess entstehen, sondern ähnlich wie die primären Produktionsfaktoren quasi exogen gegeben sind. Von den primären Produktionsfaktoren unterscheiden sich die Ökosystemleistungen allerdings dadurch, dass sie auch der Endnachfrage direkt zur Verfügung stehen. Abbildung 4 zeigt die Einbindung von Ökosystemleistungen als neue, rot markierte Zeile 1 bzw. als Ergänzung im Endnachfragebereich in der Input-Output-Tabelle.

Die bewerteten Mengen Xö<sub>1</sub> bis Xö<sub>n</sub> stellen diejenigen Ökosystemleistungen dar, die den Produktionssektoren als Vorleistung dienen, bisher aber nicht bewertet und entlohnt worden sind. Durch ihre Berücksichtigung erhöht sich der Wert der Produktion in den betroffenen Produktionssektoren. Ein Beispiel für solche Ökosystemleistungen wäre der Schutz von Infrastruktur vor Lawinen oder Überschwemmungen. Um die Identität von Aufkommen und Verwendung zu gewährleisten, muss der Wert der als Produktionsfaktoren eingesetzten Ökosystemleistungen auch im Wert der Endnachfrage erscheinen. Der Nutzen, den die Güter, bewertet mit dem Grenznutzen der letzten Nachfrage, stiften, erhöht sich um den bisher nicht enthaltenen Wert der Ökosystemleistungen. So wird beispielsweise aus dem Sektor Forstwirtschaft in der klassischen Input-Output-Tabelle überwiegend Brennholz beim Konsum privater Nachfrager verbucht. Dieser private

Konsum würde sich nach Einführung der Ökosystemleistungen zum Beispiel noch um den Wert der in Anspruch genommenen Walderholung erhöhen. Ökosystemleistungen, die unabhängig von einer Bereitstellung durch Sektoren konsumiert werden, wären zum Beispiel die Existenzwerte einzelner Arten.

Wenngleich der hier vorgestellte Ansatz zunächst in sich schlüssig ist, sind mit ihm einige zum Teil erhebliche Probleme verbunden. Auf sie wird im Folgenden näher eingegangen.

#### **Vermeidung von Doppelzählungen zur Konsistenzwahrung**

Ein Hauptproblem aus Sicht der konsistenten Darstellung in der Input-Output-Tabelle ist, dass die Methoden zur Bewertung des Einsatzes von Ökosystemleistungen in den Produktionsprozessen so mit den Methoden zur Bewertung der Ökosystemleistungen aus Sicht der Endnachfrager harmonisiert werden müssen, dass das Grundprinzip der Input-Output-Tabelle, nämlich die Identität von Aufkommen und Verwendung, erhalten bleibt. Ein weiteres Problem dürfte sein, dass Ökosystemleistungen, die durch öffentliche Verwaltungen, zum Beispiel Forstverwaltungen, bereitgestellt werden, bereits in der traditionellen Input-Output-Tabelle implizit mit ihren Herstellungskosten, d.h. mit den Ausgaben für diese öffentlichen Verwaltungen, verbucht sind. Ähnlich dürfte es mit dem Wert der Erholungsleistung von Wald sein. Er dürfte sich zum Teil bereits in den Ausgaben für Wegebau und -unterhalt sowie in den Umsätzen des Hotel- und Gaststättengewerbes in Waldnähe widerspiegeln. Diese Gefahr von Doppelzählungen müsste bei der Erweiterung um Ökosystemleistungen durchgehend beachtet werden.

#### **Die fehlende Bewertungsreferenz als Hauptproblem**

Wesentlich schwerwiegender ist allerdings die Frage, ob die durch den erwähnten EU-Beschluss erhobene Forderung nach einer ökonomischen Bewertung von Naturkapital und Ökosystemleistungen überhaupt zu erfüllen ist und welchen Einschränkungen sie gegebenenfalls unterliegt. Grundsätzlich ist festzustellen, dass eine Bewertung nur gegen eine Referenz vorgenommen werden kann. Beim Konsum privater Güter im täglichen Leben erfolgt dieser Vergleich intuitiv. Jeder Konsument verfügt in der Regel über die Preisinformationen zu den von ihm nachgefragten Gütern. Bei der Entscheidung für ein Gut ist dem Konsumenten damit das Ausmass des damit verbundenen Verzichtes auf andere Güter bekannt. Viel schwieriger ist die Situation bei öffentlichen Gütern, zu denen auch viele Ökosystemleistungen des Waldes zählen. Für ihre Bewertung muss explizit eine Referenz entworfen und die Auswirkungen auf die Produktion privater und öffentlicher Güter müssen bestimmt und bewertet werden.

Es ist einsichtig, dass diese Anforderung dem Wunsch nach einer umfassenden Bewertung von Naturkapital und Ökosystemleistungen entgegensteht. So kann zum Beispiel die Versorgung mit Holz als eine wichtige Versorgungsleistung des Ökosystems Wald entsprechend dem Millennium Ecosystem Assessment (2005) nicht bewertet werden. Für eine Bewertung müsste nämlich die Frage beantwortet werden, wie die Welt ohne diese Ökosystemleistung und damit ohne Holz aussehen würde. Die damit verbundenen Fragen wären zum Beispiel: Wo würden die Menschen in einer Welt ohne Holz leben? Hätten die Entdeckungen und Eroberungen auch ohne Schiffe aus Holz stattgefunden? Hätte es auch ohne Papier eine Möglichkeit gegeben, Wissen weiterzugeben und zu verbreiten? Solche Fragen sind nicht seriös zu beantworten. Auch im kleineren Massstab stellen sich ähnliche Fragen. Für die Bewertung der Ökosystemleistung Schutz vor Lawinen oder Überschwemmungen müsste bekannt sein, ob die Referenz für die betroffenen Menschen Verbleib in den Gebieten mit hohen Kosten für technische Schutzmassnahmen oder Umzug in andere, dichter besiedelte Gebiete wäre und wie sich in diesen dann die Lebensbedingungen gestalten würden.

Die Beispiele zeigen, dass das Naturkapital und seine Ökosystemleistungen schwerlich seriös und umfassend bewertet werden können (vgl. auch Mullan & Kontoleon 2008). Für das Naturkapital insgesamt verbietet sich ohnehin eine ökonomische Bewertung. Was wäre auch die Referenz, gegen die die Bewertung durchzuführen ist? Eine unbelebte Welt, quasi der Entzug unserer Lebensgrundlage? Da für unsere Lebensgrundlagen die Grenzrate der Substitution am unteren Rand unendlich ist, führt auch die Bewertung zum Ergebnis unendlich.

#### **Bewertung von Veränderungen als Lösungsansatz**

Hingegen ist es durchaus möglich, Veränderungen zu bewerten. Menschliches Leben ist bei unterschiedlichem Stand von Naturkapital und Ökosystemleistungen möglich. Damit stellt sich jenseits der grundsätzlichen Frage nach dem Wert von Naturkapital die Frage nach der Bewertung unterschiedlicher Naturkapitalzustände und ihrer Ökosystemleistungen. In solchen Fällen ist eine ökonomische Bewertung möglich und aus Gründen der Entscheidungsunterstützung auch sinnvoll. Beispiele dafür finden sich vor allem im Bereich Klimaschutz, so zum Beispiel bei Elsasser et al (2010) mit einem Vergleich von Szenarien zur Waldbewirtschaftung im Hinblick auf Klimaschutz und andere Ökosystemleistungen.

Unter diesen Voraussetzungen kann die dargestellte Erweiterung der Input-Output-Tabelle dafür zielführend sein, die Änderungen von bestimmten Ökosystemleistungen bei unterschiedlichen

Naturkapitalzuständen abzuschätzen und zu bewerten. Wenn bekannt ist, welche Produktionssektoren von Veränderungen der Ökosystemleistungen betroffen sind, dann geben die Verflechtungen der Sektoren im ersten Quadranten der Input-Output-Tabelle die notwendigen Hinweise auf indirekte Einflüsse auf andere Produktionssektoren. Voraussetzung für deren Berechnung ist, dass die Kosten für die direkt betroffenen Sektoren bekannt sind. Sie dürften in der Regel mit Methoden alternativer Kosten wie Schutzkosten, Erstellungskosten oder Ertragsdifferenzen (Mullan & Kontoleon 2008) hergeleitet werden. Sind für die (marginalen) Veränderungen die Kosten bekannt, können, analog der Analyse der Preisänderung für primäre Produktionsfaktoren, die Auswirkungen auf die Produktpreise über das statische offene Preismodell ermittelt werden (Holub & Schnabl 1994). Über die sektorweise Multiplikation der Preisänderungen mit dem Wert der Gesamtproduktion kann der Gesamtwert der betrachteten Ökosystemleistung ermittelt werden. Sinken die Preise im gewichteten Durchschnitt, entsteht durch die Änderung insgesamt ein volkswirtschaftlicher Nutzen. Er besteht darin, dass mit gegebenem Einkommen mehr Güter konsumiert werden können. Steigen die Preise, bedeutet das höhere volkswirtschaftliche Kosten. Es können in diesem Fall insgesamt weniger Güter konsumiert werden. Die gleichzeitige Abbildung von Aufkommen und Verwendung ermöglicht es, die produktionsseitige Bewertung anhand von Kosten mit Ergebnissen von Bewertungsansätzen, die bei den Verbraucherpräferenzen ansetzen, zu plausibilisieren.

### Schlussfolgerungen für die Weiterentwicklung des IEEAF

Das IEEAF ist ein Tabellensystem, das den Waldzustand eines Landes sowie die Nutzung und Weiterverarbeitung von Holz sehr gut abbildet. In seinen ökonomischen Kennzahlen steht es überdies in guter Übereinstimmung mit dem europäischen System volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen. Die Ökosystemleistungen des Waldes insgesamt sind bisher aber nur im Ansatz abgebildet. Konkret sind es die Versorgungsleistung mit Holz sowie die Regulationsleistung durch Kohlenstoffspeicherung als Beitrag zum Klimaschutz. Tabellensysteme oder zumindest geeignete Indikatoren für andere Ökosystemleistungen wie zum Beispiel Wasserspende und -reinigung, Artenvielfalt oder Erholung fehlen.

Um der Forderung des Europäischen Parlaments und des Rates der EU-Mitgliedstaaten nach einem System von umweltökonomischen Gesamtrechnungen, das auch physische und monetäre Konten für Naturkapital und Ökosystemleistungen umfasst, zumindest im Ansatz gerecht zu werden, müsste das

IEEAF im Hinblick auf andere wichtige Indikatoren für Ökosystemleistungen erweitert werden. Wegen der grundsätzlichen Schwierigkeit, Ökosystemleistungen umfassend zu bewerten, würde es genügen, diese Erweiterungen nur für physische Einheiten vorzusehen. Monetäre Bewertungen könnten dann für die Veränderungen zwischen den einzelnen Jahren durchgeführt werden. Dafür bedarf es aber noch methodischer Richtlinien, um die Ergebnisse der Bewertungen auch auf europäischer Ebene vergleichbar zu machen. Ob die mit einer solchen Veränderung vorliegenden Bewertungen später einmal in eine erweiterte Input-Output-Tabelle Eingang finden werden, liegt ausserhalb des Einflussbereiches der für das IEEAF zuständigen Experten. Im Netzwerk mit den anderen Bereichen der umweltökonomischen Gesamtrechnung liegt jedoch einiges Potenzial für eine entsprechende schrittweise Implementierung des SEEA 2012 (United Nations et al 2014a), sei es durch die statistischen Institutionen oder im Verbund mit der Forschung für den Bereich der experimentellen ökosystemischen Gesamtrechnungen. ■

*Eingereicht: 28. April 2016, akzeptiert (mit Review): 21. September 2016*

### Dank

Hermann Englert danke ich für seine Unterstützung bei der Bereitstellung der aktuellen Informationen zum IEEAF.

### Literatur

- BORMANN K, DIETER M, ENGLERT H, KÜPPERS JG, ROSIN A (2006A) Die Waldgesamtrechnung als Teil einer integrierten ökologischen und ökonomischen Berichterstattung. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, UGR-Online-Publikation. 95 p.
- BORMANN K, DIETER M, ENGLERT H, KÜPPERS JG, ROSIN A, HOFFMANN-MÜLLER R (2006B) Waldgesamtrechnung für Deutschland 1993–2004. Ergebnisse und Tabellen. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, UGR-Online-Publikation. 36 p.
- ELSASSER P, MÜLLER HA, ENGLERT H (2010) Ökonomische Bewertung: Ökonomische Auswirkung des Leitbildes «klimaplastischer Laubmischwald». In: Aenis T, Ende HP, Foos E, Nagel JU, editors. Klimaplastische Wälder im nordostdeutschen Tiefland: Leitfaden zur Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Berlin: Humboldt Univ. pp. 22–25.
- EUROPEAN COMMISSION, INTERNATIONAL MONETARY FUND, ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, UNITED NATIONS, WORLD BANK (2009) System of national accounts 2008. New York: United Nations. 661 p.
- EUROSTAT (2002A) The European framework for integrated environmental and economic accounting for forests – IEEAF. Luxembourg: Office Official Publications European Communities. 106 p.
- EUROSTAT (2002B) Accounts for recreational and environmental functions of forests – results of pilot applications. Luxembourg: Office Official Publications European Communities. 57 p.
- EUROSTAT (2014) Europäisches System volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen auf nationaler und regionaler Ebene – ESVG 2010. Luxembourg: Amt Veröffentlichungen Europäische Union. 778 p.

- FRENKEL M, JOHN KD (1999) Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung. München: Vahlen. 284 p.
- GÖTZL M, SCHWAIGER E, SCHWARZL B, SONDEREGGER G (2015) Ökosystemleistungen des Waldes. Erstellung eines Inventars für Österreich. Wien: Umweltbundesamt, REP-0544. 59 p.
- HARTMANN G, NIENHAUS F, BUTIN H (1988) Farbatlas Waldschäden – Diagnose von Baumkrankheiten. Stuttgart: Ulmer. 256 p.
- HOLUB HW, SCHNABL H (1994) Input-Output-Rechnung: Input-Output-Analyse. München: Oldenbourg. 637 p.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005) Ecosystems and human well-being: Synthesis. Washington DC: Island Press. 155 p.
- MULLAN K, KONTOLEON A (2008) Benefits and costs of forest biodiversity: Economic theory and case study evidence. Cambridge: Univ Cambridge. 82 p.
- MURBACH F (2016A) Forests in the national accounts. Presentation at HEG-Workshop on economic valuation of forest ecosystem services. [www.hesge.ch/heg/sites/default/files/actualite/documents/Workshop-economic-valuation-forest-ecosystem-services/murbach.pdf](http://www.hesge.ch/heg/sites/default/files/actualite/documents/Workshop-economic-valuation-forest-ecosystem-services/murbach.pdf) (13.9.2016).
- MURBACH F (2016B) Ökonomische Bewertung des stehenden Holzvorrates der Schweiz. Neuenburg: Bundesamt Statistik, BFS Aktuell. 4 p.
- STAUB C, OTT W, HEUSI F, KLINGLER G, JENNY A ET AL (2011) Indikatoren für Ökosystemleistungen: Systematik, Methodik und Umsetzungsempfehlungen für eine wohlfahrtsbezogene Umweltberichterstattung. Bern: Bundesamt Umwelt, Umwelt-Wissen 1102. 106 p.
- UNITED NATIONS (1984) A framework for the development of environment statistics. New York: United Nations, Statistical Papers, Series M, No. 78. 36 p.
- UNITED NATIONS (1993) Handbook of national accounting: Integrated environmental and economic accounting. Interim version. New York: United Nations, Studies in Methods, Series F, No. 61. 198 p.
- UNITED NATIONS, EUROPEAN UNION, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, INTERNATIONAL MONETARY FUND, ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT ET AL (2014A) System of environmental-economic accounting 2012 – central framework. New York: United Nations. 378 p.
- UNITED NATIONS, EUROPEAN UNION, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, WORLD BANK (2014B) System of environmental-economic accounting 2012 – experimental ecosystem accounting. New York: United Nations. 198 p.
- WOLF-CROWTHER M (2015) Results of the 3rd meeting of the Task Force on reviewing IEEAF. Working Group meeting of 26-27 February 2015 at Eurostat. [https://circabc.europa.eu/sd/a/92cdf188-5f2d-4a8d-8723-6e79010d3862/TF%20on%20IEEAF\\_Results%203rd\\_5.1.ppt](https://circabc.europa.eu/sd/a/92cdf188-5f2d-4a8d-8723-6e79010d3862/TF%20on%20IEEAF_Results%203rd_5.1.ppt) (13.9.2016).

## Comptabilité environnementale et économique intégrée: possibilités et limites

Le Parlement européen et le Conseil des Etats membres de l'Union européenne exigent la création d'un système de comptabilités environnementales et économiques intégrées qui comprennent aussi des comptes physiques et monétaires pour le capital naturel et les services écosystémiques. Pour le domaine forestier, il existe déjà depuis des années un concept de comptabilité environnementale et économique intégrée, l'European framework for integrated environmental and economic accounting for forests (IEEAF). Il se compose d'une série de tables qui découlent logiquement l'une de l'autre. Le concept de base permet une représentation cohérente de la production et de l'utilisation de bois dans un pays. En complément de cette base, il existe des tables qui démontrent la création et l'utilisation de la valeur de production, informent sur l'état de la défoliation et comprennent les chiffres-clés du bilan carbone. Les indicateurs économiques de l'IEEAF sont majoritairement relevés en accord avec les comptabilités nationales européennes et sont comparables avec les indicateurs économiques globaux correspondants. Par contre, les services écosystémiques de la forêt ne sont représentés que sommairement. Concrètement, sont représentés les services d'approvisionnement en bois et de régulations par le captage de carbone pour la protection climatique. Des systèmes de tables ou, au moins, des indicateurs pour d'autres services écosystémiques comme par exemple l'approvisionnement en eau et sa purification, la biodiversité ou l'accueil manquent. L'IEEAF doit être complété en ce sens. Le capital naturel et les services écosystémiques sont difficiles à évaluer sérieusement et exhaustivement. Par contre, il est possible de valoriser les changements. Pour cette raison, il suffirait de prévoir les ajouts mentionnés ci-dessus à l'IEEAF pour des unités physiques uniquement. L'évaluation monétaire pourrait être effectuée pour les changements entre les différentes années.

## Environmental and economic accounting for forests: feasibilities and limits

The European Parliament and the Council of the Member States of the European Union point out the need to further develop a system of environmental accounts, including physical and monetary accounts for natural capital and ecosystem services. For the forestry sector such a system already exists. The European framework for integrated environmental and economic accounting for forests (IEEAF) consists of a series of logically ordered tables. Basically it shows the flow of wood from the forest to the different intermediate and final use purposes in a consistent manner. Supplementary, IEEAF provides tables that present production and generation of income in the forestry sector, inform about defoliation, and show the key figures on forest carbon balances. The economic key figures of IEEAF are broadly in accordance with the European system of national accounting, and hence comparable with the respective overall economic key figures. In contrast, ecological indicators are not yet appropriately developed. Hence, ecosystem services on the whole are insufficiently accounted for. Provision with wood as well as carbon sequestration are the only ecosystem services which are covered rather comprehensively. Table systems or at least appropriate indicators for other ecosystem services like water purification and fresh water supply, biodiversity or recreation in forests are missing and deserve recording in the IEEAF framework. Natural capital and its ecosystem services on the whole can hardly be meaningfully evaluated in monetary terms. Changes, though, can. For this purpose it would be sufficient to include above mentioned ecosystem services into the IEEAF in physical terms only. Monetary evaluations could then be conducted for the changes of the services between the individual years.