

# > Indikatoren für Ökosystemleistungen

*Systematik, Methodik und Umsetzungsempfehlungen für eine wohlfahrtsbezogene Umweltberichterstattung*



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU



# > Indikatoren für Ökosystemleistungen

*Systematik, Methodik und Umsetzungsempfehlungen für  
eine wohlfahrtsbezogene Umweltberichterstattung*

*Synthèse de cette publication: [www.environnement-suisse.ch/uw-1102-f](http://www.environnement-suisse.ch/uw-1102-f)  
Extended summary of this publication: [www.environment-switzerland.ch/uw-1102-e](http://www.environment-switzerland.ch/uw-1102-e)*

## **Impressum**

### **Herausgeber**

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

### **Autoren**

Cornelia Staub, Walter Ott, Franziska Heusi, Georg Klingler, Annette Jenny, Maurus Häcki (econcept AG), Andreas Hauser (BAFU)

### **Begleitung BAFU**

Andreas Hauser (Leitung), Josef Känzig, Hannah Scheuthle, Lea Buchli, Hans Bögli, Simone Hunziker, Martina Moser, Sarah Pearson, Monika Schaffner, Christian Schlatter, Kathrin Schlup, Silvio Schmid, Mathias Stremlow, Sibylle Vermont

### **Externe Begleitung**

Elisabeth Schwaiger (Österreichisches Umweltbundesamt), Burkhard Schweppe-Kraft (Deutsches Bundesamt für Naturschutz), Markus Erhard (Europäische Umweltagentur)

### **Zitierung**

Staub C., Ott W. et al. 2011: Indikatoren für Ökosystemleistungen: Systematik, Methodik und Umsetzungsempfehlungen für eine wohlfahrtsbezogene Umweltberichterstattung. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1102: 106 S.

### **Gestaltung**

Ursula Nöthiger-Koch, 4813 Uerkheim

### **Titelbild**

Erdhummel auf Pflaumenblüte (Kaspar Ruoff)

### **Bezug der gedruckten Fassung und PDF-Download**

BBL, Vertrieb Bundespublikationen, CH-3003 Bern  
Tel. +41 (0)31 325 50 50, Fax +41 (0)31 325 50 58

[verkauf.zivil@bbl.admin.ch](mailto:verkauf.zivil@bbl.admin.ch)

Bestellnummer: 810.300.121d

[www.umwelt-schweiz.ch/uw-1102-d](http://www.umwelt-schweiz.ch/uw-1102-d)

© BAFU 2011

# > Inhalt

<b>Abstracts</b>	<b>5</b>		
<b>Vorwort</b>	<b>7</b>		
<b>Zusammenfassung</b>	<b>8</b>		
<b>1 Einleitung</b>	<b>20</b>		
1.1 Ausgangslage	20		
1.2 Fragestellungen und Ziele	21		
1.3 Wohlfahrtsperspektive und Ziele der Umweltpolitik	22		
1.4 Jährlich genutzte «Produktion» und die «Kapazität» des Naturkapitals	23		
1.5 Vorgehen und Berichtsaufbau	24		
<b>2 Methodik</b>	<b>25</b>		
2.1 Das Ausgangs-Inventar	25		
2.2 Vorgehen bei der Validierung des Inventars	27		
2.2.1 Die vier Leistungsarten	28		
2.2.2 Formulierung der Nutzen	29		
2.2.3 Formulierung der Ökosystemleistungen	30		
2.3 Vorgehen bei der Bildung von Indikatoren	31		
2.3.1 Kriterien zur Auswahl der Indikatoren	31		
2.3.2 Erstellung von Indikatorenprofilen	32		
<b>3 Stand von Inventar und Indikatoren</b>	<b>35</b>		
3.1 Nutzenkategorie Gesundheit/Wohlbefinden	37		
3.2 Nutzenkategorie Sicherheit	43		
3.3 Nutzenkategorie Natürliche Vielfalt	46		
3.4 Nutzenkategorie wirtschaftliche Leistungen (natürliche Produktionsfaktoren)	48		
3.5 FECS, für die derzeit keine Indikatoren gesucht wurden	57		
<b>4 Einordnung und Aggregation</b>	<b>60</b>		
4.1 Wohlfahrtsbezug	60		
4.2 Aggregation	61		
4.2.1 Thematische Auswahl der FECS	62		
4.2.2 Aggregation in thematische Indizes – Vorgehen	63		
4.3 Bestehende Umweltindikatoren nach DPSIR	65		
		4.4 Bezug zu internationalen Klassifizierungssystemen für Ökosystemleistungen	66
		4.5 Einordnung der FECS in CICES und MA	67
<b>5 Verwendung von Inventar und Indikatoren</b>	<b>70</b>		
5.1 Zielgruppe Politische Entscheidungsträger	70		
5.2 Zielgruppe Nutzniesser der Ökosystemleistungen	71		
5.3 Zielgruppe politisch interessierte Öffentlichkeit	72		
5.4 Fallbeispiel Tourismus und Erholung	73		
<b>6 Diskussion und Empfehlungen</b>	<b>77</b>		
6.1 Kritische Diskussionspunkte	77		
6.1.1 Abgrenzung des Begriffs «finale Ökosystemleistungen»	77		
6.1.2 Rückmeldungen zur Systematik des Inventars	78		
6.1.3 Indikatoren und Operationalisierung	79		
6.2 Weiteres Vorgehen	80		
6.3 Fazit	81		
<b>Anhang</b>	<b>82</b>		
A1 Vorschläge für Indikatoren	82		
A2 Zuordnung der FECS zu CICES-Gruppen	97		
A3 Vergleich Inventar und BAFU-Ausgangs-Inventar	99		
A4 Übersicht über die geführten Gespräche	101		
<b>Verzeichnisse</b>	<b>102</b>		
<b>Literatur</b>	<b>105</b>		



---

## > Abstracts

An inventory of relevant final ecosystem goods and services has been drawn up and given indicators for the first time in Switzerland. The inventory is checked for completeness, consistency and relevance using the international classification systems Millennium Ecosystem Assessment (MA) and Common International Classification of Ecosystem Services (CICES), as well as through consultation with experts. Furthermore, a methodology is being developed for the operationalization of the ecosystem services through welfare-significant environmental indicators. These indicators are used for national reporting, for measuring objectives of environmental policy and for communication with various target groups. The present report forms part of a series of thematically related European efforts.

**Keywords:**

Final Ecosystem Goods and Services,  
Environmental indicators,  
Natural resources policy  
Environmental policy,  
Welfare

Erstmals wird für die Schweiz ein Inventar von relevanten finalen Ökosystemleistungen erarbeitet und mit Indikatoren ausgestattet. Das Inventar wird anhand der internationalen Klassifikationssysteme Millennium Ecosystem Assessment (MA) und Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) sowie mithilfe von Expertengesprächen auf Vollständigkeit, Konsistenz und Relevanz überprüft. Weiter wird eine Methodik zur Operationalisierung der Ökosystemleistungen durch wohlfahrtsbezogene Umweltindikatoren entwickelt. Diese Indikatoren dienen der nationalen Berichterstattung, der Messbarkeit umweltpolitischer Ziele sowie der Kommunikation gegenüber verschiedenen Zielgruppen. Die Arbeit gliedert sich thematisch ein in eine Reihe zielverwandter europäischer Arbeiten.

**Stichwörter:**

Finale Ökosystemleistungen,  
Umweltindikatoren,  
Ressourcenpolitik,  
Umweltpolitik,  
Wohlfahrt

Pour la première fois, la Suisse se dote d'un inventaire des biens et services écosystémiques finaux assorti d'indicateurs. Des experts ont vérifié l'intégralité, la cohérence et la pertinence de l'inventaire au moyen de l'Evaluation des écosystèmes pour le Millénaire (EM) et de la Classification internationale commune des services écosystémiques (CICES). Dans cette étude, une méthodologie pour mesurer les prestations écosystémiques grâce à des indicateurs de l'environnement liés au bien-être a été développée. Ces derniers permettent de rendre compte de la situation au plan national, de mesurer les objectifs en matière de politique environnementale et de communiquer avec différents groupes cibles. Le présent rapport fait partie de l'ensemble des travaux européens dans ce domaine.

**Mots-clés:**

Prestations écosystémiques  
finales,  
indicateurs de l'environnement,  
politique des ressources,  
politique environnementale,  
bien-être

Per la prima volta è stato elaborato per la Svizzera un inventario dei servizi ecosistemici finali rilevanti, corredato di indicatori. L'inventario è stato esaminato in termini di completezza, coerenza e rilevanza sia in base ai sistemi internazionali di classificazione Millennium Ecosystem Assessment MA e Common International Classification of Ecosystem Services CICES, sia con la collaborazione di esperti. Inoltre, è stato sviluppato un metodo per rendere misurabili i servizi ecosistemici mediante indicatori ambientali relativi al benessere economico. Questi indicatori sono impiegati per elaborare rapporti nazionali, rendere misurabili obiettivi di politica ambientale e facilitare la comunicazione con diversi destinatari. Questo lavoro rientra nel quadro di una serie di attività a livello europeo aventi obiettivi analoghi.

Parole chiave:  
servizi ecosistemici finali,  
indicatori ambientali,  
politica delle risorse,  
politica ambientale,  
benessere



---

## > Vorwort

Grundwasser in Trinkwasserqualität, fruchtbare Böden, Erholung, gesunde Luft oder Schutz vor Lawinen: In vielfältiger Weise trägt die Umwelt zu unserer Wohlfahrt bei. Die Leistungen der Ökosysteme sind grundlegend für unser Leben und unsere Lebensqualität. Mit zunehmendem Druck auf die Umwelt werden diese Leistungen knapper. Es ist deshalb wenig überraschend, dass die ökonomische Forschung zu Ökosystemleistungen in der jüngsten Vergangenheit stark zugenommen hat. In den nationalen Berichterstattungen fehlt es dagegen bislang an breit umgesetzten Indikatoren zu Ökosystemleistungen. Damit bleibt es schwierig, sie in politischen Entscheidungen angemessen zu berücksichtigen.

Das BAFU richtet seine Arbeit auf die vier Zielbereiche Gesundheit, Sicherheit, natürliche Vielfalt und wirtschaftliche Leistungen aus. Das heisst: In diesen vier Bereichen will das Amt mit seiner Arbeit Ergebnisse erzielen. Um diese Ergebnisse messbar zu machen, werden mit der vorliegenden Studie für jeden dieser vier Zielbereiche die relevanten Ökosystemleistungen definiert und zugehörige Indikatoren vorgeschlagen.

Diese Indikatoren sind wichtige Bausteine einer zielorientierten, transparenten Umweltpolitik und ergänzen bestehende Kennzahlen. Sie machen die gesellschaftliche Bedeutung der Umwelt quantitativ sichtbar und dienen der Erfolgsmessung einer Umweltpolitik, die der langfristigen Wohlfahrt verpflichtet ist.

Mit der Entwicklung einer anwendungsorientierten Methodik zur Bildung von Indikatoren und einer ersten Umsetzung dieser Methodik beschreitet das BAFU Neuland und leistet gleichzeitig einen Beitrag zu ähnlichen Anstrengungen auf internationaler Ebene. Die vorliegende Studie richtet sich einerseits an Fachleute aus Umwelt und Wirtschaft, andererseits an Personen, die in der Umweltberichterstattung tätig sind. Die Indikatoren für Ökosystemleistungen fliessen nun Schritt für Schritt in die bestehenden Kommunikationsgefässe des BAFU ein und komplettieren so die Umweltberichterstattung des BAFU durch eine wohlfahrtsorientierte Perspektive.

Bruno Oberle  
Direktor  
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

## > Zusammenfassung

### Ausgangslage, Ziel und Vorgehen

Um die Umwelt- und Ressourcenpolitik in den Dienst der volkswirtschaftlichen Wohlfahrt zu stellen und ihren Beitrag dazu auszuweisen, müssen die Leistungen, welche die Umwelt erbringt, messbar und damit kommunizierbar gemacht werden. Zu diesem Zweck wurde in der Machbarkeitsstudie «Wohlfahrtsbezogene Umweltindikatoren» (Ott/Staub 2009) ein neuer Ansatz geprüft, um Ökosystemleistungen in physischen Einheiten zu erfassen. Darauf basierend hat das BAFU unter Mitarbeit zahlreicher interner und externer Fachleute eine Liste relevanter Ökosystemleistungen erarbeitet, welche den Ausgangspunkt für das «Inventar finaler Ökosystemleistungen» bildet.

Ausgangslage

Ziel der vorliegenden Studie ist es, das Inventar zu überprüfen und weiterzuentwickeln. Ergebnis soll ein konsolidiertes Inventar mit konkreten Vorschlägen zur Operationalisierung (Indikatoren) sein. Die Indikatoren sollen der Präzisierung umweltpolitischer Ziele sowie deren Umsetzbarkeit dienen und die Kommunikation der Ressourcenpolitik gegenüber verschiedenen Zielgruppen vereinfachen.

Ziel

Sowohl für die Prüfung und Weiterentwicklung des Inventars (Validierung) als auch für die Bildung von Indikatoren (Operationalisierung) wurde im Rahmen dieser Arbeit eine Methodik entwickelt. Das BAFU-Ausgangs-Inventar wurde auf Konsistenz, Vollständigkeit und Relevanz geprüft. Dies geschah in Verbindung mit bestehenden Klassifikations- und Indikatorsystemen. Weiter wurde eine Methode zur Operationalisierung der einzelnen Leistungen entwickelt. Schliesslich wurden konkrete Vorschläge zur Operationalisierung der einzelnen Ökosystemleistungen formuliert sowie deren Verwendung diskutiert.

Vorgehen

Neben der theoretischen, literaturbasierten Erarbeitung der Systematiken für die Validierung und Operationalisierung wurden verschiedene Expertengespräche geführt. Zur Validierung des Inventars wurden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler befragt, die in diesem und verwandten Themengebieten forschen. Daneben wurde die Verwendbarkeit des Inventars mit Vertreterinnen und Vertretern zweier Branchen (Tourismus und Naturschutz) diskutiert. Im Rahmen der Abklärungen zur Verfügbarkeit von Datengrundlagen für die Operationalisierung der einzelnen Ökosystemleistungen wurden zudem zahlreiche Gespräche mit Fachexpertinnen und -experten zu einzelnen Indikatoren geführt. Das deutsche Bundesamt für Naturschutz (BfN), das österreichische Umweltbundesamt (U) und die europäische Umweltagentur (EEA) haben die Studie aktiv begleitet.

Expertengespräche

Als Ergebnis liegen nun ein Inventar von 23 für die Schweiz relevanten Ökosystemleistungen sowie Vorschläge für Indikatoren zu den einzelnen Leistungen vor. Die dafür entwickelten Methodiken können für die Weiterentwicklung der Indikatoren wie auch für ähnliche Arbeiten in anderen Ländern eingesetzt werden.

Ergebnis

Es ist wichtig anzumerken, dass das Konzept der Ökosystemleistungen einer anthropozentrischen Perspektive entspricht. Es konzentriert sich somit auf jene Aspekte von Ökosystemen, die einen erkennbaren Wohlfahrtsbezug haben, also in irgendeiner Form von Menschen genutzt oder wertgeschätzt werden (vgl. z. B. MA 2005b, 53; Fisher et al. 2008, 2051; Plieninger et al. 2010, 192). Zudem können nur diejenigen Leistungen berücksichtigt werden, deren Nutzen nach heutigem Kenntnisstand erkennbar ist.

Abgrenzungen

Die hier besprochenen Indikatoren sind somit eine nach dem Kriterium «direkter Wohlfahrtsbezug» gebildete Selektion. Diese Auswahl ist notwendig, um den Wohlfahrtsbeitrag der Ökosysteme aufzuzeigen. Es besteht also keinerlei Anspruch auf vollständige Erfassung der Komplexität der Ökosysteme und ihrer Leistungen. Die wohlfahrtsbezogenen Umweltindikatoren sind denn auch nicht als Ersatz für bestehende Umweltindikatoren, sondern als sinnvolle Ergänzung dazu konzipiert.

Ergänzung, nicht Ersatz  
anderer Umweltindikatoren

### Systematik des Inventars

Grundsätzlich werden im Inventar ausschliesslich **finale** Ökosystemleistungen erfasst. Dies sind Ökosystemgüter und -dienstleistungen, die vom Menschen direkt genossen, konsumiert oder genutzt werden (Final Ecosystem Goods and Services, FECS) und so direkt zur Wohlfahrt beitragen.<sup>1</sup> Die Konzentration auf finale Leistungen (im Gegensatz zu **intermediären** Leistungen, welche zu den finalen Leistungen beitragen) dient der Vermeidung von Doppelzählungen.

Finale Ökosystemleistungen im  
Fokus

Zur Präzisierung des Inventars wurden zusätzliche Eigenschaften der FECS bestimmt. Diese Eigenschaften erlauben es, mit unterschiedlichen Begriffsdefinitionen von Ökosystemleistungen umzugehen und gleichzeitig die Unterschiede transparent zu machen. Folgende Leistungsarten werden unterschieden:

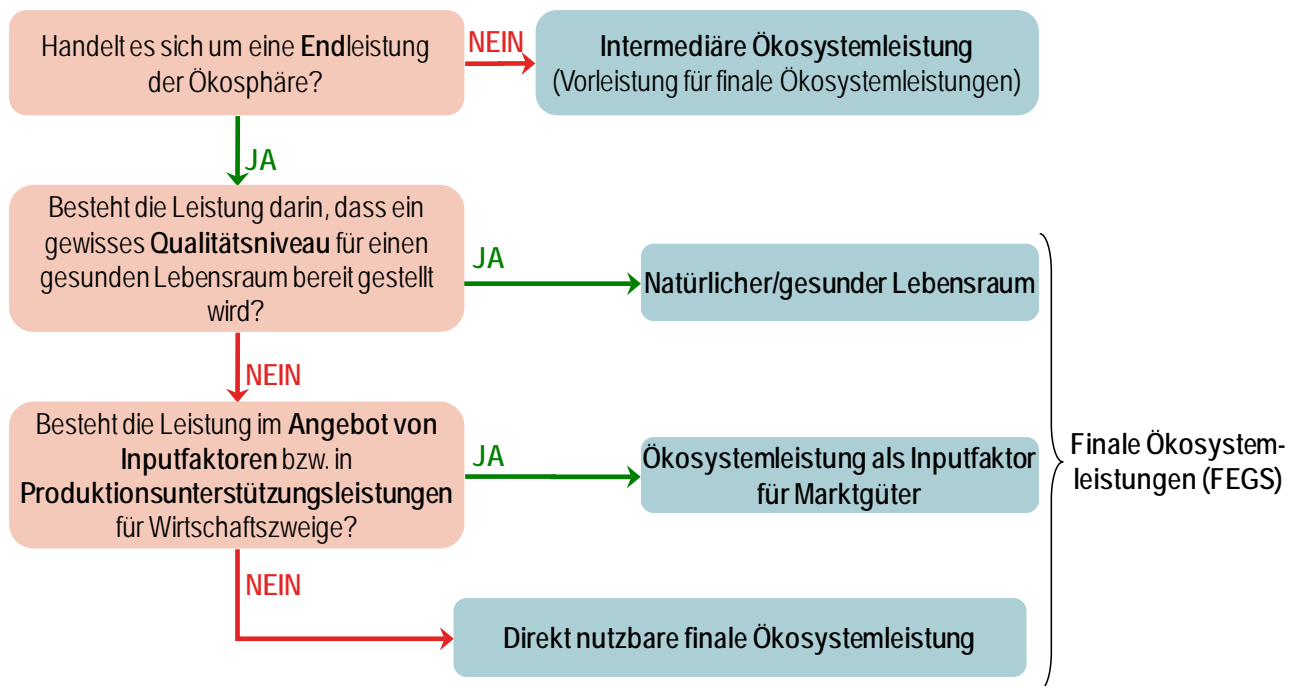
Leistungsarten

- > **Direkt nutzbare finale Ökosystemleistungen** werden direkt von Menschen genutzt (z. B. Erholungs- oder Schutzleistungen, Nahrungs- und Futtermittelproduktion, Holzertrag, erneuerbare Energie).
- > Ökosystemleistungen können auch **Inputfaktoren für Marktgüter** sein. In diesem Fall werden sie nicht direkt konsumiert (z. B. Bestäubung als Input für die Landwirtschaft).
- > Unter **natürlichem/gesundem Lebensraum** werden Qualitäten von gesundheitsrelevanten Umweltmedien zusammengefasst (z. B. Luftqualität).
- > **Intermediäre Ökosystemleistungen** sind Leistungen, die als Zwischenleistungen dem Menschen keinen direkten Nutzen liefern. Um Doppelzählungen zu vermeiden, werden intermediäre Ökosystemleistungen hier normalerweise nicht erfasst. Die einzige Ausnahme im vorliegenden Inventar bildet die Speicherung von CO<sub>2</sub> als Vorleistung zur Klimastabilität. Grund: Die resultierende finale Ökosystemleistung tritt in diesem Fall erst mit grosser zeitlicher Verzögerung auf.

Die folgende Abbildung zeigt eine für dieses Projekt entwickelte Systematik zur Einteilung der FECS in diese vier Leistungsarten.

<sup>1</sup> «Final» wird von Boyd und Banzhaf (2007, 619) umschrieben mit «directly enjoyed, consumed, or used to yield human well-being».

Abb. 1 &gt; Systematik zur Einteilung der FEGS in die vier Leistungsarten



Quellen: econcept und BAFU, Sektion Ökonomie

Für jede FEGS wird auch der Nutzen formuliert, den sie für die Bevölkerung generiert. Diese Nutzen geben konkret an, worauf sich der Wohlfahrtsbeitrag bezieht, also auf Erholung, Prävention etc. Um eine Verknüpfung mit den im BAFU verwendeten Produktgruppen zu erreichen, werden die Nutzen den Kategorien Gesundheit, Sicherheit, Natürliche Vielfalt und Wirtschaftliche Leistungen zugeteilt.

Nutzenkategorien und Nutzen

Das resultierende Inventar von finalen Ökosystemleistungen ist in Tab. 1 zusammengefasst. Es umfasst insgesamt 23 FEGS in den Nutzenkategorien Gesundheit, Sicherheit, Natürliche Vielfalt und Wirtschaftliche Leistungen. Neben der Ausformulierung der FEGS findet sich dort auch die Einteilung der FEGS in die Leistungsart sowie eine Angabe des Nutzens. Die zugehörigen Indikatoren und die Verbindung mit den internationalen Kategorisierungen Millennium Assessment (MA) und CICES sind in Kapitel 3 hergeleitet und im Anhang aufgelistet.

Das aktuelle Inventar

Tab. 1 &gt; Inventar von finalen Ökosystemleistungen

Nr.	Finale Ökosystemleistung (FEGS)	Leistungsart	Nutzen	Service-Typ gemäss MA (2005)
<b>Gesundheit/Wohlbefinden</b>				
G1	Erholungsleistung durch Jagen, Sammeln und Beobachten wild lebender Arten	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Erholung	Kulturelle Leistung
G2	Erholungsleistung durch städtische Grün- und Freiräume sowie Nah- und Fernerholungsräume	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Erholung	Kulturelle Leistung
G3	Erholungsleistung durch Erholungsräume im Wohnumfeld (Gärten u. a.)	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Erholung	Kulturelle Leistung
G4	Identifikationsermöglichung durch schöne und charakteristische Landschaften (Natur- und Kulturerbe)	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Wohlbefinden	Kulturelle Leistung
G5	Lokale Mikroklimaregulationsleistung durch Ökosysteme	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Wohlbefinden	Regulierungsleistung
G6	Eine für den Menschen gesunde Luftqualität	Natürlicher/gesunder Lebensraum	Prävention	So nicht enthalten (tendenziell Regulierungsleistungen)
G7	Ruhe	Natürlicher/gesunder Lebensraum	Prävention	So nicht enthalten (tendenziell Regulierungsleistungen)
G8	Ein für den Menschen gesundheitsverträgliches Niveau an nichtionisierender Strahlung	Natürlicher/gesunder Lebensraum	Prävention	So nicht enthalten (tendenziell Regulierungsleistungen)
<b>Sicherheit</b>				
S1	Schutzleistung vor Lawinen, Steinschlag und Murgängen durch Vegetation an Steilhängen	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Schutz von Mensch, Tier und Sachwerten	Regulierungsleistung
S2	Schutzleistung durch Gebiete, die überflutet werden oder Wasser zurückhalten können	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Schutz von Mensch, Tier und Sachwerten	Regulierungsleistung
S3	Speicherung von CO <sub>2</sub>	Intermediäre Ökosystemleistung	Schutz von Mensch, Tier und Sachwerten	Regulierungsleistung
<b>Natürliche Vielfalt</b>				
V1	Existenz natürlicher Vielfalt auf der Ebene der Arten, Gene, Ökosysteme und Landschaften	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Existenz natürlicher Vielfalt (zusätzlich zur Bedeutung für alle Ökosystemleistungen)	Nur teilweise abgedeckt: kulturelle Leistung
<b>Wirtschaftliche Leistungen (natürliche Produktionsfaktoren)</b>				
W1	Natürliches Angebot an Trink- und Brauchwasser aus nutzbarem Grund- und Oberflächenwasser	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Wasserversorgung	Versorgungsleistung
W2	Natürliches Angebot an Produktionsunterstützungsleistungen: Bestäubung und Schädlingsbekämpfung	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Beitrag an Land- und Forstwirtschaft / Nahrungsmittelindustrie	Regulierungsleistung
W3	Fruchtbarer Boden für die landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Beitrag an Land- und Forstwirtschaft / Nahrungsmittelindustrie	Basisleistung
W4	Futterpflanzen und organische Düngemittel für die landwirtschaftliche Nutzung	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Beitrag an Landwirtschaft / Nahrungsmittelindustrie	Versorgungsleistung
W5	Holzzuwachs für die forstwirtschaftliche Nutzung	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Beitrag an Forstwirtschaft	Versorgungsleistung
W6	Wildtiere und Fische für die kommerzielle Nutzung	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Beitrag an Fischerei- und Jagdwirtschaft	Versorgungsleistung
W7	Angebot an wertvollen Natur- und Kulturlandschaften für die kommerzielle Nutzung im Tourismus	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Beitrag an touristische Wertschöpfung	Versorgungsleistung
W8	Erneuerbare Energien: Wasserkraft, Windkraft, Biomasse, Solarenergie und Geothermie	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Beitrag an Energiewirtschaft	Nur teilweise abgedeckt: Versorgungsleistung

Nr.	Finale Ökosystemleistung (FEGS)	Leistungsart	Nutzen	Service-Typ gemäss MA (2005)
W9	Natürliche Produktionsunterstützungsleistung: Kühlleistung	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Kühlung für verschiedene Branchen	Regulierungsleistung
W10	Genetische Ressourcen und biochemische Wirkstoffe	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Beitrag an die Pharmaindustrie, Landwirtschaft u.a.	Versorgungsleistung
W11	Produktionsunterstützungsleistung: Abbau beziehungsweise Speicherung von Reststoffen	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Beitrag an die Abwasser- und Abfallentsorgung	Regulierungsleistung

### Einbettung in internationale Klassifikationssysteme

Die hier entwickelten FEGS mit den dazugehörigen Indikatoren lassen sich in die internationalen Klassifikationssysteme Millennium Ecosystem Assessment (MA 2005) und Common International Classification of Ecosystem Goods and Services (CICES; Haines-Young und Potschin 2010) einordnen.

Das **Millennium Ecosystem Assessment (MA)** teilt die Ökosystemleistungen (Ecosystem Services) in vier verschiedene Klassen ein: (1) Provisioning Services (Versorgungsleistungen) umfassen u. a. Essen, Trinkwasser und Holz. Zu den (2) Regulating Services (Regulierungsleistungen) gehören Leistungen wie Hochwasserschutz und Luftreinhaltung. Unter (3) Cultural Services (kulturelle Leistungen) werden Erholungsleistungen sowie spirituelle, religiöse und kulturelle Leistungen zusammengefasst. (4) Supporting Services (Unterstützungs- oder Basisleistungen) sind sämtliche Prozesse, welche die notwendigen Bedingungen für die Existenz aller Ökosysteme sicherstellen, wie etwa den Nährstoffkreislauf. Bei den Supporting Services handelt es sich definitionsgemäss um *intermediäre* Ökosystemleistungen, sie gehören deshalb nicht in ein Inventar *finaler* Ökosystemleistungen. Gemäss MA werden die Auswirkungen der Ökosystemleistungen auf das menschliche Wohlergehen in die Komponenten Sicherheit, Gesundheit, materielle Grundlagen für ein gutes Leben, gute soziale Bindungen und Wahl- und Handlungsfreiheit aufgeschlüsselt (MA 2005).

Das **Common International Classification of Ecosystem Goods and Services (CICES)** wird von der europäischen Umweltagentur EEA vorangetrieben. Das Ziel von CICES ist es, ausgehend vom MA ein neues Klassifizierungssystem zu entwickeln, das mit den bereits etablierten Konten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) kompatibel ist.<sup>2</sup> Die im Rahmen von CICES erarbeitete Klassifikation zur Einteilung der Ökosystemleistungen wie auch die vom MA verwendete Systematik überlagern sich zu einem grossen Teil. Ein wichtiger Unterschied ist, dass CICES keine Supporting Services einschliesst, um Doppelzählungen zu vermeiden.<sup>3</sup> Wie im vorliegenden BAFU-Inventar werden also nur Leistungen berücksichtigt, die direkt dem Menschen zugutekommen. Zudem ist CICES relativ offen formuliert und lässt bei nationalen Umsetzungen deshalb einen Spielraum für länderspezifische Gegebenheiten zu.

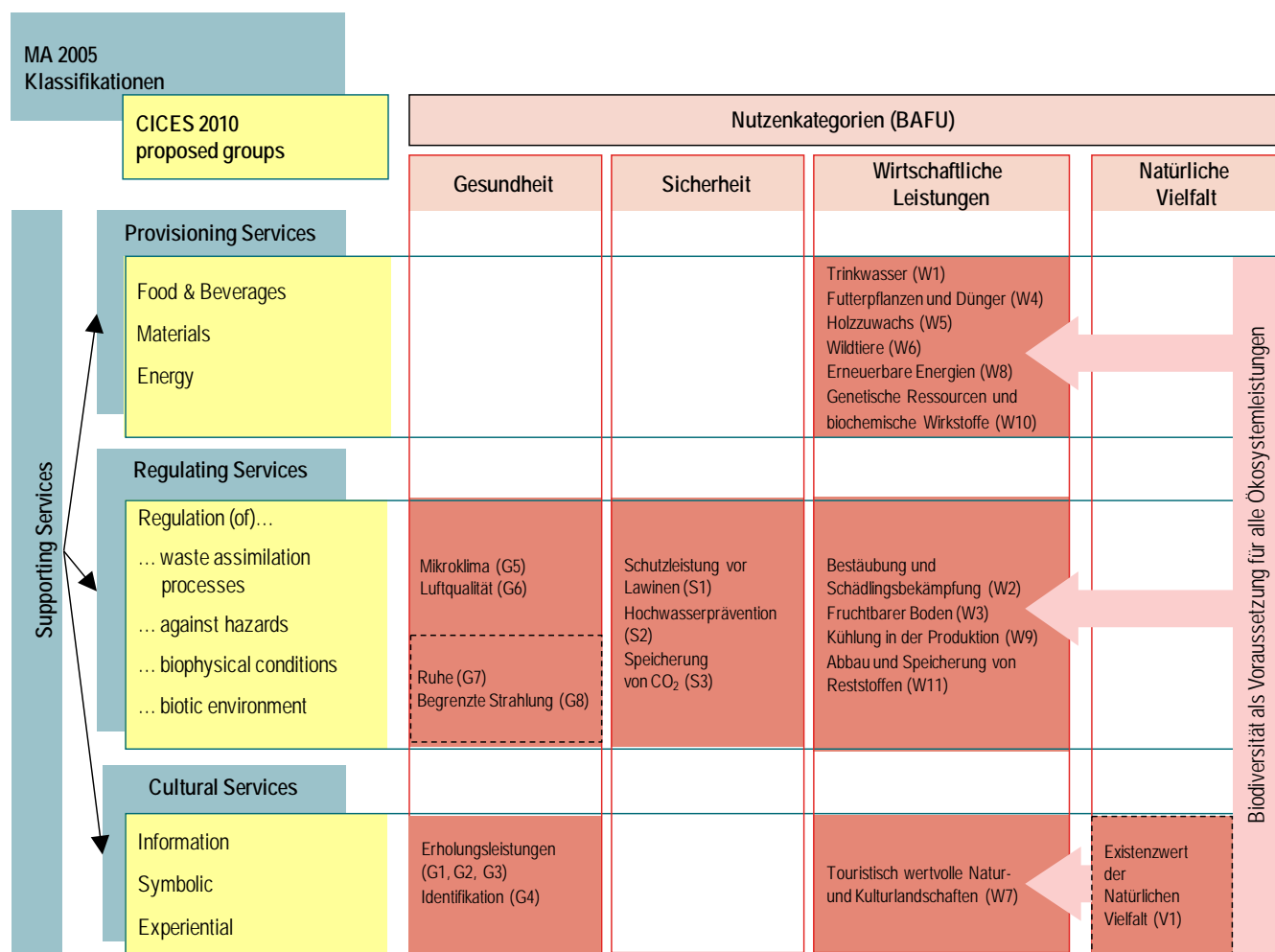
<sup>2</sup> Die VGR wird durch umweltbezogene Satellitenkonten erweitert (System of Economic and Environmental Accounts, SEEA). In Zukunft soll dieses System auch Konten zu Ökosystemleistungen enthalten. Deshalb wird die Entwicklung von CICES vorangetrieben, welche die Kompatibilität mit den bereits vorhandenen Konten gewährleisten soll.

<sup>3</sup> Dies bedeutet keineswegs, dass diese Leistungen weniger wichtig wären. Vielmehr sind sie die Grundlage für andere Leistungen und ermöglichen diese vielfach erst. Ein Argument, warum diese nicht berücksichtigt werden sollten, lautet, dass diese Leistungen ja als Inputs in den darauf aufbauenden, später von Menschen konsumierten Produkten und Leistungen enthalten sind und daher bei einer Bewertung der Endprodukte bereits mitberücksichtigt sind (vgl. Haines-Young und Potschin, 2010).

In der folgenden Abbildung sind auf der linken Seite die MA-Klassen der Ökosystemleistungen aufgeführt, und es wird aufgezeigt, wie sich die CICES-Klassen darin verorten lassen. Anschliessend werden verschiedene Ökosystemleistungen, geordnet nach den vier Nutzenkategorien des BAFU, den Klassen von MA und CICES zugeteilt.

**Abb. 2 > Einbettung des Inventars in die Klassifikationen von MA und CICES**

*Lesehilfe:* Beispielsweise kann die FECS «Natürliches Angebot an Trink- und Brauchwasser aus nutzbarem Grund- und Oberflächenwasser» (W1), welche im BAFU-Inventar (rot) den «Wirtschaftlichen Leistungen» zugeteilt wird, in die MA-Klasse (blau) «Provisioning Services» eingeordnet werden. Diese Klasse kommt auch bei CICES (gelb) vor, allerdings in leicht abgeänderter Form, mit den Untergruppen «Food & Beverages», «Materials» und «Energy». Die FECS W1 lässt sich auch in diese CICES-Klasse einordnen.



Quelle: Darstellung econcept und BAFU, basierend auf den Klassifikationen MA und CICES, Bezeichnungen der einzelnen FECS abgekürzt notiert, ausführliche Bezeichnung vgl. Tab. 1.

## Systematik zur Bildung von Indikatoren

Die Formulierung der FEGS ist bewusst allgemein gehalten. Sie liefert dadurch keine direkten Hinweise auf die Entitäten, die durch die Indikatoren erfasst werden sollen. Nach der Validierung des Inventars wurde eine Systematik zur Operationalisierung bzw. Bildung von Indikatoren der FEGS erarbeitet.

Die Operationalisierung hat das Ziel, messbare Einheiten zu definieren. Was gemessen bzw. erfasst werden soll, muss konkretisiert und spezifiziert werden. Zu diesem Zweck wird für jede FEGS ein Indikatorenprofil erstellt. Das folgende Schema zeigt auf, welche Leitfragen für die Erstellung von Indikatoren beantwortet werden müssen.

Die grundlegende Leitfrage ist die Ermittlung der Leistungsbasis, d.h. derjenigen Komponente der Natur, welche die Leistung erbringt, beispielsweise Erholungsräume für Erholungsleistungen, Schutzwälder für den Schutz vor Lawinen, Murgängen und Steinschlag usw. Als Komponente der Natur ist die Leistungsbasis materiell und damit grundsätzlich messbar. Meist können pro FEGS mehrere solche Leistungserbringer identifiziert werden.

Zweitens stellt sich die Frage, ob die Nutzung (Nachfrageseite) oder das Angebot der Leistung gemessen werden soll. Dabei ist zu beachten, dass ein Angebot ohne Nutzung keinen ökonomischen Nutzen erbringt. Drittens ist bei der Erstellung des Indikatorenprofils darauf zu achten, dass ein Wohlfahrtsbezug besteht.

Die Indikatoren sollten eindeutig interpretierbar sein. Sie werden deshalb gemäss der vierten Leitfrage nach dem Grundsatz «mehr ist besser» gewählt. Das heisst, ein höherer Indikatorwert steht für eine höhere Leistung. Wohlfahrtsökonomisch bedeutet dies ceteris paribus einen monoton ansteigenden (aber nicht notwendigerweise linearen) Zusammenhang zwischen Indikator und Wohlfahrt. Der Grundsatz «mehr ist besser» bezieht sich dabei auf die einzelne Ökosystemleistung. Eine Gesamtbetrachtung berücksichtigt die Zu- und Abnahme sämtlicher Ökosystemleistungen. Beispiel: Führt ein verbesserter Zugang zu einem naturnahen Gebiet zu einer Zunahme der Erholungsleistungen, so können durch den verstärkten Besucherstrom andere Ökosystemleistungen unter Druck geraten.

Die fünfte Leitfrage betrifft die geografischen Differenzierungsmöglichkeiten. Die sechste Frage soll Auskunft darüber geben, ob der Indikator eine Flussgrösse (Nutzenbeitrag pro Jahr) oder aber eine Bestandesgrösse (Vorrat/Potenzial an Leistungen) darstellt.

Leitfragen für die Bildung von Indikatoren

1. Leistungsbasis?

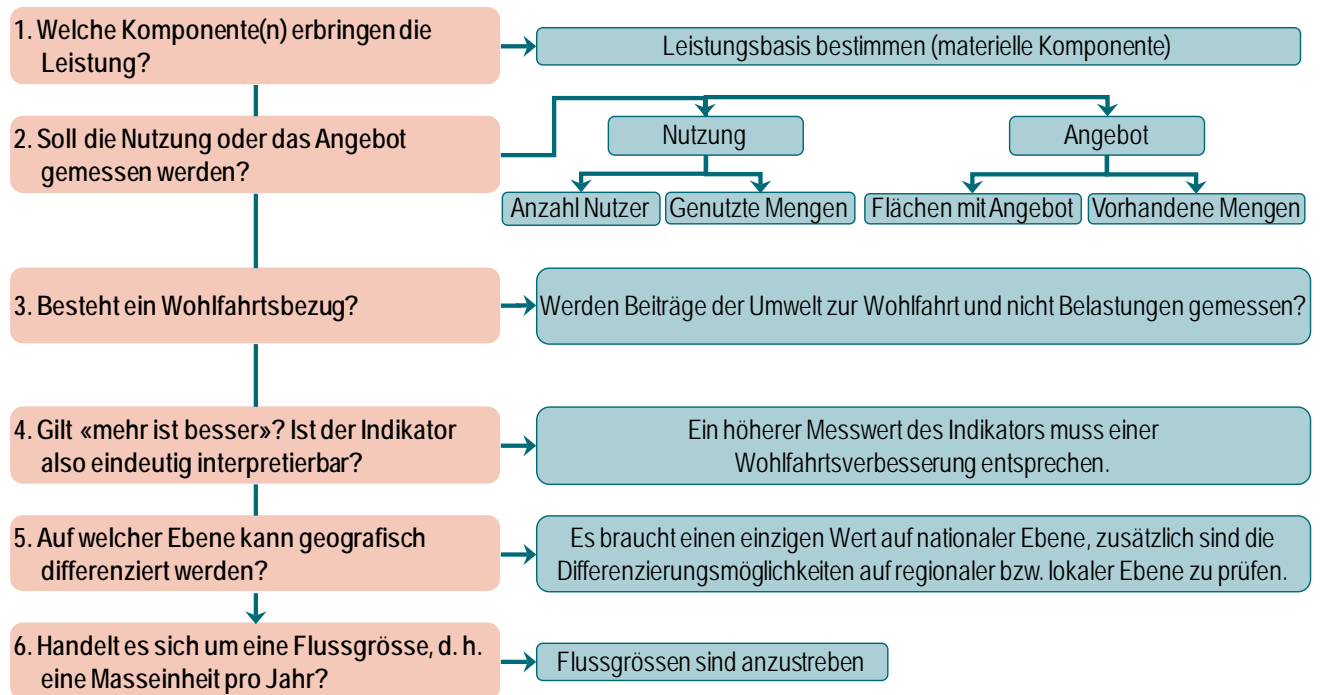
2. Nutzung vs. Angebot?  
3. Wohlfahrtsbezug?

4. Vorzeichen des Wohlfahrtsbezugs: Gilt «mehr ist besser»?

5. Geografische Differenzierung  
6. Flussgrössen



Abb. 3 &gt; Leitfragen bei der Erstellung von Indikatorenprofilen und Indikatoren



Quelle: econcept

Für jede FECS wurde anhand der oben erläuterten Leitfragen ein Indikatorenprofil erstellt, das anschliessend die Herleitung der Indikatoren ermöglichte. In Gesprächen mit Fachexperten und -expertinnen wurden inhaltliche Vorschläge diskutiert und aufgrund der verfügbaren Datenlage so weit konkretisiert, dass Indikatoren formuliert werden konnten.

Auch die Verfügbarkeit von Datengrundlagen und Indikatoren wurde in den Gesprächen abgeklärt. Dabei hat sich gezeigt, dass derzeit viele neue Indikatoren entwickelt werden und für einige FECS voraussichtlich in ein paar Jahren verbesserte Indikatoren herangezogen werden können. Parallel zur Umsetzung sind die hier vorgeschlagenen Indikatoren deshalb kontinuierlich weiterzuentwickeln.

Datenverfügbarkeit

### Beispiele von Indikatoren für ausgewählte Ökosystemleistungen

Beispielhaft werden im Folgenden die Indikatoren für ausgewählte Ökosystemleistungen dargestellt. Die einzelnen Indikatoren werden in Kapitel 3 hergeleitet. Im Anhang findet sich eine vollständige Übersicht des operationalisierten Inventars.

**Tab. 2 > Indikatoren für ausgewählte Ökosystemleistungen**

Ausgewählte Vorschläge für Indikatoren zu den einzelnen finalen Ökosystemleistungen (FEGS). Die Vorschläge basieren auf Gesprächen mit Vertreterinnen und Vertretern des BAFU und anderer Bundesämter. Sie müssen für eine weitere Verwendung des Inventars präzisiert werden.

FEGS	Indikatoren	Datengrundlage
<b>Gesundheit/Wohlbefinden</b>		
<b>G2:</b> Erholungsleistung durch städtische Grün- und Freiräume sowie Nah- und Fernerholungsräume	<b>I1:</b> Verfügbarkeit von Grünflächen und Wasserläufen im Umkreis von 4 km um Wohnhäuser in der Schweiz	LABES <sup>4</sup> -Parameter «Landschaftsqualität in Wohnumfeld»
	<b>I2:</b> Erreichbarkeit von Naherholungsgebieten für die Schweizer Wohnbevölkerung	LABES-Parameter 35 (anlagenfreie Gebiete und Stillegebiete)
	<b>I3:</b> Erreichbarkeit anlagenfreier Gebiete für die Schweizer Wohnbevölkerung	LABES-Parameter 31a/b und 32 (Gewässeranteil frei begehbar, Erreichbarkeit Naherholungsgebiete, Erreichbarkeit anlagenfreier, stiller Gebiete)
	<b>I4:</b> Erreichbarkeit von stillen Gebieten für die Schweizer Wohnbevölkerung	
	<b>I5:</b> Effektive Erholungsnutzung von Waldflächen: Anteil Flächen mit einer Frequenz von mindestens 100 Personen pro Tag auf der Probefläche (Kreis mit Radius von 100 m)	Schweizerisches Landesforstinventar (LFI)
<b>G3:</b> Erholungsleistung durch Erholungsräume im Wohnumfeld (Gärten u. a.)	<b>I1:</b> Fläche, die potenziell zum privaten Gartenbau oder zum Sitzen, Spielen und Geniessen genutzt werden kann	Arealstatistik
<b>G6:</b> Eine für den Menschen gesunde Luftqualität	<b>I1:</b> Anzahl Personen, die an ihrem Wohnort in Bezug auf die Belastung durch Feinstaub «guter Luft» (unter dem Immissionsgrenzwert) und «schlechter Luft» (über dem Immissionsgrenzwert) ausgesetzt sind	Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL). Daten zur Belastung können mit geographischen Bevölkerungsdaten verknüpft werden. Immissionsgrenzwerte werden vom Bundesrat festgelegt.
	<b>I2:</b> Anzahl Personen, die an ihrem Wohnort in Bezug auf die Belastung durch Stickstoffdioxid «guter Luft» (unter dem Immissionsgrenzwert) und «schlechter Luft» (über dem Immissionsgrenzwert) ausgesetzt sind	
	<b>I3:</b> Anzahl Personen, die an ihrem Wohnort in Bezug auf die Belastung durch Ozon «guter Luft» (unter dem Immissionsgrenzwert) und «schlechter Luft» (über dem Immissionsgrenzwert) ausgesetzt sind	
	<b>I4:</b> Anzahl Personen, die an ihrem Wohnort in Bezug auf die Belastung durch Russ «guter Luft» (russfreie Luft) und «schlechter Luft» ausgesetzt sind	
<b>G7:</b> Ruhe	<b>I1:</b> Anzahl Personen, die tagsüber in einer ruhigen Umgebung wohnen (Anzahl Personen mit einer Tages-Lärmbelastung [Strassen-, Bahn- und Fluglärm] $L_r \leq 55$ dB)	Lärmbelastung: SonBASE
	<b>I2:</b> Anzahl Personen, die nachts in einer ruhigen Umgebung wohnen (Anzahl Personen mit einer Nacht-Lärmbelastung [Strassen-, Bahn- und Fluglärm] $L_r \leq 45$ dB)	Grenzwerte: Planungswerte von Wohnzonen

<sup>4</sup> Die Abkürzung LABES steht für Landschaftsbeobachtung Schweiz. Diese ist ein Teilbereich der Nationalen Umweltbeobachtung Schweiz (NUS).

FEGS	Indikatoren	Datengrundlage
Sicherheit		
S1: Schutzleistung vor Lawinen, Steinschlag und Murgängen durch Vegetation an Steilhängen	I1: Schutzwaldfläche relevant für Lawinenschutz in km² oder als Karte	Silvaprotect
	I2: Schutzwaldfläche relevant für Schutz vor Rutschungen (Hangmuren) in km² oder als Karte	
	I3: Schutzwaldfläche relevant für Schutz vor Stein- und Blockschlag in km² oder als Karte	
	I4: Geschützte Werte durch «Schutzwald Lawinen» in CHF (erlaubt eine szenariodefinierte Risikoberechnung)	
	I5: Geschützte Werte durch «Schutzwald Rutschungen» in CHF (erlaubt eine szenariodefinierte Risikoberechnung)	
	I6: Geschützte Werte durch «Schutzwald Stein- und Blockschlag» in CHF (erlaubt eine szenariodefinierte Risikoberechnung)	
	Zusammengezogener Indikator 1: Schutzwaldfläche für den Schutz vor Naturgefahren in km² oder als Karte	
	Zusammengezogener Indikator 2: Geschützte Werte durch Schutzwald in CHF (erlaubt eine szenariodefinierte Risikoberechnung)	
S3: Speicherung von CO <sub>2</sub>	I1: Veränderung in der Treibhausgasspeicherung pro Jahr verursacht durch Änderung der Waldbewirtschaftung in Tonnen CO <sub>2</sub>	Schweizer Treibhausgasinventar: LULUCF
	I2: Veränderung in der Treibhausgasspeicherung pro Jahr durch Landnutzungsänderungen gemessen in Tonnen CO <sub>2</sub> (negative Werte = Emissionen)	
	I3: Ein Index des CO <sub>2</sub> -Vorrats für die einzelnen Landnutzungsformen (Wald, Kulturland, Grünland, Feuchtgebiete [Basis: Die Summe der Indexwerte aller Landnutzungsformen wird für 1990 auf 100 gesetzt])	
Natürliche Vielfalt		
V1: Existenz natürlicher Vielfalt auf der Ebene der Arten, Gene, Ökosysteme und Landschaften	I1–3: Indikatoren Z3, Z7 und Z9 des Biodiversitätsmonitorings (BDM): Artenvielfalt in der Schweiz und in den Regionen, Artenvielfalt in Landschaften, Artenvielfalt in Lebensräumen. Diese Vorschläge sind als vorläufig zu betrachten. Im Zusammenhang mit der Biodiversitätsstrategie werden Indikatoren intensiv diskutiert. So soll die Machbarkeit eines Indikators «Veränderung der Anzahl und Ausdehnung existierender Lebensräume in der Schweiz» geprüft werden.	Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM); Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna (SZKF), Zentrum des Datenverbundnetzes der Schweizer Flora (ZDSF); Swisssfungi, Swisslichen und Vogelwarte Sempach
	I4: Indikator zu den Landschaftstypen (basierend auf einer Typologie der Landschaften der Schweiz / Schutzgebietsstatistik)	
Wirtschaftliche Leistungen (natürliche Produktionsfaktoren)		
W1: Natürliches Angebot an Trink- und Brauchwasser aus nutzbarem Grund- und Oberflächenwasser	I1: Wasserversorgung aus unbehandeltem Quell- und Grundwasser in Mio. m³ Wasser pro Jahr	Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW), jährliche Wasserstatistik
	I2: Prozentualer Anteil des unbehandelten Quell- und Grundwasser an der gesamten Wasserversorgung	
W5: Holzzuwachs für die forstwirtschaftliche Nutzung	I1: Holzzuwachs in 1000 m³ pro Jahr	Landesforstinventar: LFI 2 und LFI 3 ( <a href="http://www.lfi.ch/resultate/resultateauswahl.php">www.lfi.ch/resultate/resultateauswahl.php</a> )
	I2: Nettoholzzuwachs in 1000 m³ pro Jahr (Holzzuwachs minus Nutzung und Mortalität)	
	I3: Menge des genutzten Holzes in 1000 m³ pro Jahr (jährliche Nutzung)	
W7: Angebot an wertvollen Natur- und Kulturlandschaften für die kommerzielle Nutzung im Tourismus	I1: Anzahl Personentransporte von Schweizer Bergbahnen	Seilbahnen Schweiz (SBS)
	I2: Ergänzender Indikator 2: Anzahl Personentransporte von Postautos (in touristischen Regionen) und Schiffen (auf Schweizer Gewässern)	Verband öffentlicher Verkehr (VoV), Kommission touristischer Verkehr Verband Schweizerischer Schifffahrtsunternehmen (VSSU)

---

## Verwendung des Inventars

Im Rahmen von Expertengesprächen wurden die Möglichkeiten und Schwierigkeiten diskutiert, die im Zusammenhang mit den drei grundlegenden Zielgruppen – politische Entscheidungsträger, politisch interessierte Öffentlichkeit sowie Nutzniesser der Ökosystemleistungen – zu beachten sind.

Zielgruppenspezifische  
Kommunikation

Die Möglichkeiten zur Verwendung des Inventars zu Kommunikationszwecken hängen stark von den konkret verfolgten politischen Zielen ab. Das Inventar muss für die Umsetzung von politischen Massnahmen spezifisch detailliert werden. In der nun vorliegenden Form kann und soll es aber als allgemeines Kommunikationsmittel zur Bewusstmachung der Nützlichkeit (und Abhängigkeit von) der Natur und als fundierte Grundlage für spezifischere Erhebungen verwendet werden. Der wohlfahrtsbezogenen Perspektive schreiben die Experten dabei insbesondere im Hinblick auf das Erreichen von breiteren Zielgruppen Potenzial zu.

Ausgehend von den bis jetzt zusammengestellten Indikatoren ist es möglich, diese thematisch zu Indizes zusammenzufassen, also zum Beispiel einen Index mit Bezug zur Standortqualität oder mit Bezug zur Gesundheit zu bilden. Noch weiter würde die Schaffung eines Gesamtindex gehen. Ein solcher hätte zwar den potenziellen Vorteil, die Komplexität in der Kommunikation zu verringern, indem der breiten politischen Öffentlichkeit statt einer Vielzahl von Grössen unterschiedlicher Dimension eine einzige Messgrösse kommuniziert werden könnte, ähnlich wie dies beim Bruttoinlandprodukt (BIP) der Fall ist. Ein Gesamtindex hätte aber den Nachteil eines grossen Informationsverlustes, da viele verschiedene Themen darin vermischt würden.

Aggregation und Gesamtindex

## Fazit

Operationalisierte Inventare von Ökosystemleistungen machen den Beitrag der Ökosphäre zur Wohlfahrt systematisch sicht- und messbar. Dies kann helfen, die politisch interessierte Öffentlichkeit für die Bedeutung von Ökosystemen zu sensibilisieren und Umweltaspekten ein angemessenes Gewicht in politischen Entscheidungen zu geben. Gleichzeitig wird die Transparenz über die Fortschritte in der Umweltpolitik erhöht.

Bei der Konzeption einer Systematik für die Definition und Operationalisierung (Bildung von Indikatoren) relevanter Ökosystemleistungen zeichnet sich das vorliegende Projekt durch seinen pragmatischen Ansatz aus. Es ermöglicht die Einordnung der FECS in das europäische CICES-Klassifizierungssystem und erlaubt so den Anschluss an die laufende wissenschaftliche und politische Diskussion. Vor allem ermöglicht es, Ökosystemleistungen für die nationale Ressourcenpolitik zu operationalisieren.

Das Inventar vermittelt in seiner Gesamtheit einen guten Überblick über die für die Schweiz relevanten Ökosystemleistungen. Der Nutzen der Umwelt für den Menschen wird ins Blickfeld gerückt, was äusserst hilfreich ist. Dies ist eine sinnvolle Ergänzung zum Monitoring der Belastung der Umwelt und erlaubt wohlfahrtsbezogene Aussagen zur Umwelt und zu umweltpolitischen Themen.

In den Gesprächen mit verschiedenen Fachexpertinnen und Vertretern von Akteursgruppen hat sich gezeigt, dass diese den gewählten Ansatz, das Inventar und die Indikatoren übereinstimmend als Schritt in die richtige Richtung beurteilen. In der Form eines Gesamtinventars oder eines Gesamtindexes können sie sich eine direkte Verwendung zu Kommunikationszwecken zwar nur begrenzt vorstellen. In der Verwendung einer themenspezifisch aufbereiteten Auswahl von FEGS oder Indikatoren wird aber ein grosses Potenzial gesehen, sowohl für die Kommunikation der Ziele der Ressourcenpolitik als auch für konkrete Anwendungen.

Verwendung aus der Sicht  
von Experten

Bei Bestrebungen zur internationalen Standardisierung muss zwischen der Systematik und der konkreten Operationalisierung unterschieden werden. Bezüglich der Systematik ist die Verknüpfung mit der CICES-Klassifizierung ein grosser Vorteil. Bezüglich der Operationalisierung werden auch künftig länderspezifische Indikatoren erwartet. Im internationalen Vergleich zeichnet sich die Schweiz durch eine sehr gute Datenverfügbarkeit und -qualität aus, welche es ihr ermöglicht, durch Beispiele gemessener Indikatoren einen Beitrag an die internationale Zusammenarbeit zu leisten.

Internationale Zusammenarbeit

#### **Empfehlung für das weitere Vorgehen**

In Bezug auf das weitere Vorgehen ist zu empfehlen, Indikatoren für Ökosystemleistungen schrittweise in die Umweltberichterstattung zu integrieren. Parallel sollten die bis jetzt erarbeiteten Vorschläge zur Operationalisierung der einzelnen FEGS zielspezifisch weiter konkretisiert und präzisiert werden. Die Strategie für die weiteren Schritte hängt stark vom beabsichtigten Verwendungszweck ab. Die Autorinnen und Autoren sehen aber mehr Potenzial in einer ziel- und themenbezogenen Weiterentwicklung als in der Ausrichtung auf ein vollständig operationalisiertes Inventar. Dabei müsste festgelegt werden, welche FEGS für welche Zielgruppe mit welchem Zweck noch weiter konkretisiert werden sollen.

Aspekte des weiteren Vorgehens

# 1 > Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

Umwelt und Ökosysteme sind grundlegend für unser Leben. Mit so unterschiedlichen Leistungen wie Grundwasser in Trinkqualität, Schutz vor Lawinen, oder der Ermöglichung von Erholung tragen sie zur menschlichen Wohlfahrt bei. Während dies heute allgemein akzeptiert ist und während die wissenschaftliche Forschung im Bereich Ökosystemleistungen einen Boom erlebt hat, (vgl. Fisher et al. 2009, 643), werden diese bisher in nationalen Berichterstattungen kaum systematisch erfasst. Das Fehlen von umsetzbaren Indikatoren bedeutet, dass bei politischen Entscheiden quantifizierte Informationen zu Ökosystemleistungen fehlen, was ihre angemessene Berücksichtigung erschwert.

Ressourcenpolitik

Um die Umwelt- und Ressourcenpolitik in den Dienst der langfristigen volkswirtschaftlichen Wohlfahrt zu stellen und ihren Beitrag dazu auszuweisen, müssen die Leistungen, welche die Umwelt bzw. die Ökosysteme erbringen, messbar und damit kommunizierbar gemacht werden. Es geht darum,

Quantifizierung von  
Ökosystemleistungen

- > den Beitrag der Ökosysteme zur Wohlfahrt systematisch sichtbar zu machen und damit die Öffentlichkeit zu sensibilisieren;
- > dazu beizutragen, dass die Umwelt und ihre Leistungen ein angemessenes Gewicht in politischen Entscheidungen erhalten;
- > die Erfolgskontrolle der Umweltpolitik zu verbessern.

Machbarkeitsstudie

In einer von econcept erarbeiteten Machbarkeitsstudie «Wohlfahrtsbezogene Umweltindikatoren» des BAFU (2009) wurde deshalb die Eignung des Ansatzes von Boyd und Banzhaf (2007) geprüft, welcher Ökosystemgüter und -dienstleistungen mit einem konsequenten Nutzenbezug definiert und diese in physischen, also nicht monetären Einheiten erfasst.

Der Begriff der Ökosystemleistungen wird in der Literatur unterschiedlich definiert.<sup>5</sup> Das Millennium Ecosystem Assessment setzt Ökosystemleistungen mit dem Nutzen gleich, welchen Menschen von Ökosystemen erhalten (MA 2005b, 53). Demgegenüber wird in der neueren Literatur<sup>6</sup> konzeptionell zwischen den Leistungen und deren Nutzen unterschieden. Ökosystemleistungen *sind* somit kein Nutzen, vielmehr *erbringen* sie einen Nutzen. Analog verhält es sich mit Marktleistungen: Ein Medikament oder eine Versicherungsleistung *ist* kein Nutzen, sondern *erbringt* einen Nutzen. Diese Unterscheidung hilft zu präzisieren, was genau gemessen werden soll. Das For-

Begriff  
«Ökosystemleistungen»

<sup>5</sup> Eine der früheren Definitionen ist jene von Gretchen Daily: «conditions and processes through which natural ecosystems, and the species that make them up, sustain and fulfill human life [...]. In addition to the production of ecosystem goods, ecosystem services are the actual life-support functions, [...] and they confer many intangible aesthetic and cultural benefits as well.» (Daily 1997, 3)

<sup>6</sup> Vgl. z. B. Boyd/Banzhaf (2007), Cowling et al. (2008, 9483), Brown et al. (2007, 334), Fisher et al. (2009, 2051–2052), de Groot et al. (2009a, 3), Haines-Young/Potschin, (2010, 3)

schungsprogramm TEEB («The Economics of Ecosystems and Biodiversity») beispielsweise definiert Ökosystemleistungen als die direkten und indirekten Beiträge von Ökosystemen zum menschlichen Wohlergehen (De Groot et al. 2009b, 19).

Im Folgenden werden Ökosystemgüter- und -dienstleistungen zusammenfassend als Ökosystemleistungen bezeichnet. In Anlehnung an die Terminologie von Boyd und Banzhaf (2007)<sup>7</sup> werden Ökosystemleistungen, die dem Menschen einen direkten Nutzen stiften, als «Finale Ökosystemleistungen» bezeichnet und mit FECS abgekürzt (Final Ecosystem Goods and Services).

FECS: Finale  
Ökosystemleistungen  
Ausgangs-Inventar  
Definition gemäss TEEB

In der Machbarkeitsstudie wurde unter anderem ein konzeptioneller Rahmen zur Erstellung eines Inventars von Ökosystemleistungen erarbeitet. Inzwischen hat das BAFU unter Mitarbeit zahlreicher interner und externer Fachleute und unter Beizug neuerer wissenschaftlicher Publikationen<sup>8</sup> eine erste Version eines solchen «Inventars finaler Ökosystemleistungen» erstellt. Dieses Inventar wird nun im Rahmen dieser Studie validiert (vgl. Kapitel 2.1), worauf Vorschläge zu ihrer Operationalisierung erarbeitet werden.

## 1.2

### Fragestellungen und Ziele

Diese Arbeit bezweckt, eine Systematik und Methodik zur Erarbeitung und Operationalisierung von wohlfahrtsbezogenen Umweltindikatoren zu entwickeln. Ein erster Vorschlag für ein Inventar von Ökosystemleistungen wird im Rahmen dieser Arbeit validiert und in Verbindung mit internationalen Klassifikationssystemen und Indikatoren in Bezug auf Konsistenz, Vollständigkeit und Relevanz geprüft. Darauf wird eine Methode zur Operationalisierung der einzelnen Leistungen entwickelt. In einem weiteren Schritt werden konkrete Vorschläge zur Operationalisierung der einzelnen Ökosystemleistungen erarbeitet und deren Verwendung diskutiert. Die Indikatoren sollen der Präzisierung und Umsetzbarkeit umweltpolitischer Ziele dienen und die Kommunikation der neuen Ressourcenpolitik gegenüber verschiedenen Zielgruppen vereinfachen. Eine abschliessende Auflistung aller möglichen Indikatoren ist in diesem Rahmen nicht möglich, vielmehr soll die Methode zur Erarbeitung solcher Indikatoren aufgezeigt werden. Damit soll interessierten Personen die Möglichkeit gegeben werden, weitere, speziell auf ihre Ziele ausgerichtete Indikatoren zu entwickeln. Konkret werden folgende drei Blöcke von Fragen bearbeitet:

#### Weiterentwicklung und Validierung des Inventars anhand von geeigneten Kriterien

- > Welche für die Schweiz und Österreich (sowie teilweise auch für Deutschland) relevanten finalen Ökosystemleistungen (FECS) fehlen im Inventar?
- > Welche der aufgeführten Ökosystemleistungen sollten aus Konsistenz- oder Relevanzgründen weggelassen werden?

Validierung

<sup>7</sup> «Final ecosystem services are components of nature, directly enjoyed, consumed, or used to yield human well-being» (Boyd / Banzhaf 2007, 619)

<sup>8</sup> Besondere Berücksichtigung fand die Typologie von de Groot et al. (2002)

- > Welche der aufgeführten finalen Ökosystemleistungen sollten anders definiert bzw. präzisiert werden? Beispielsweise durch Zusammenfassung oder durch Aufgliederung einzelner Ökosystemleistungen.

#### Konkrete Indikatoren-Vorschläge zur Operationalisierung einzelner Ökosystemleistungen

Operationalisierung

- > Mit welchen Indikatoren können die Ökosystemleistungen erfasst werden, damit sie der Präzisierung umweltpolitischer Ziele und damit deren Umsetzbarkeit dienen?
- > Wie können die Ökosystemleistungen/Indikatoren zum Erreichen ökologischer Ziele zielgruppenspezifisch kommuniziert werden?

#### Pilot-Anwendung um Optionen für die Implementierung/Kommunikation aufzuzeigen

Pilot-Anwendung

- > Welche Indikatoren und Kommunikationsmassnahmen sind geeignet, um Ökosystemleistungen im Bereich Erholung und Tourismus sichtbar zu machen?

1.3

### Wohlfahrtsperspektive und Ziele der Umweltpolitik

*«Die natürlichen Ressourcen sind ein wesentliches Element der gesellschaftlichen Wohlfahrt. Eine langfristig stabile Qualität der natürlichen Ressourcen ist Voraussetzung für das Wohlbefinden und die Lebensqualität der Menschen. Die natürlichen Ressourcen bilden darüber hinaus neben dem Kapital und der Arbeit den dritten Produktionsfaktor. Diese Produktionsfaktoren hängen von einander ab und bedingen sich gegenseitig. Ohne Umweltgüter in genügender Menge und in ausreichender Qualität gäbe es weder Arbeit noch Kapital.»*  
(Die Umweltpolitik des Bundes, Grundsätze für die Umsetzung und die Weiterentwicklung, BAFU, Mai 2008)

Es ist wichtig anzumerken, dass das Konzept der Ökosystemleistungen einer anthropozentrischen Perspektive entspricht (vgl. z. B. MA 2005b, 53, Fisher et al 2008, 2051, Plieninger et al. 2010, 192). Das heisst, es konzentriert sich auf jene Aspekte von Ökosystemen, die einen Wohlfahrtsbezug haben, also in irgendeiner Form von Menschen genutzt oder wertgeschätzt werden. Dies entspricht einer klassischen volkswirtschaftlichen Perspektive: Diese stellt die menschliche Wohlfahrt in den Mittelpunkt der Betrachtungen, auch wenn das Instrumentarium der Ökonomie durchaus geeignet ist, auch zur Erfüllung anderer Anliegen beizutragen, welche aus anderen, ebenso legitimen Perspektiven<sup>9</sup> heraus formuliert werden (vgl. Hauser 1998, 22–29). Zudem werden nur diejenigen Leistungen berücksichtigt, deren Nutzen nach heutigem Kenntnisstand erkennbar ist.

Anthropozentrische Perspektive

Die hier besprochenen Indikatoren sind somit eine nach dem Kriterium «erkennbarer Wohlfahrtsbezug» ausgewählte Selektion, ohne Anspruch, die Komplexität der Ökosysteme und ihre Leistungen vollständig zu erfassen. Sie sind denn auch nicht als Ersatz für bestehende Umweltindikatoren konzipiert, sondern als sinnvolle Ergänzung (vgl. Fisher et al 2008, 2051).

Ergänzung, nicht Ersatz  
anderer Umweltindikatoren

<sup>9</sup> beispielsweise aus einer pathozentrischen, einer biozentrischen, einer ökozentrischen oder einer theozentrischen Perspektive heraus.



Gemäss Art. 2 der Bundesverfassung gehört zum Zweck der Schweizerischen Eidgenossenschaft, dass sie die gemeinsame Wohlfahrt und die nachhaltige Entwicklung fördert, und dass sie sich für die dauerhafte Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen einsetzt.

Aufgaben des Bundes

Das Bundesamt für Umwelt BAFU hat unter anderem das Ziel, die nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen langfristig zu sichern. Durch das Setzen geeigneter Rahmenbedingungen will es dazu beizutragen, dass diese ausgewogen genutzt und geschützt werden. Das hier weiterentwickelte und mit Indikatoren ausgestattete Inventar von Ökosystemleistungen – oder Teile davon – kann in verschiedenen Bereichen dazu beitragen, diese umweltpolitischen Ziele des BAFU besser messbar zu machen, zu kommunizieren und umzusetzen.

Der wichtigste Beitrag dieses Inventars an die umweltpolitischen Ziele ist die explizite Verknüpfung von Umweltpolitik mit Wohlfahrt. Es wird also aufgezeigt, dass diese Ökosysteme und deren Leistungen eine ganz wesentliche Grundlage der Wohlfahrt sind: Auf individueller Ebene werden Gesundheit und Sicherheit als zentrale Faktoren für das Wohlergehen der Menschen positiv von Ökosystemleistungen beeinflusst. Und auf wirtschaftlicher Ebene werden Ökosystemleistungen als Inputfaktoren für verschiedene Branchen und Industrien verwendet. Die im Inventar aufgelisteten finalen Ökosystemleistungen (FEGS) und die dazugehörigen Indikatoren helfen, die Nutzniesser in der Wertschöpfungskette aufzuzeigen.

Verknüpfung von Umweltpolitik mit Wohlfahrt

Das Sichtbarmachen der Ökosystemleistungen stärkt und fördert die Selbstverantwortung der einzelnen Akteure. Es wird den Akteuren nicht nur aufgezeigt, dass ihre Entscheidungen die Ökosysteme beeinflussen, sondern auch dass sie stets und in mannigfaltiger Art (teilweise kostenlos) Leistungen des Ökosystems beziehen. Gleichzeitig wird den Kosten für Umweltschutz der Nutzen aus einem intakten Ökosystem gegenübergestellt. Dieses Bewusstsein kann die nachhaltige Bewirtschaftung der Ökosystemleistungen fördern.

Selbstverantwortung stärken

Basierend auf den Informationen zu den Nutzniessern der Ökosystemleistungen lassen sich neue Instrumente zur Deckung der Kosten der Ressourcenpolitik entwickeln. Das Aufzeigen der Relevanz von (kostenlosen) Ökosystemleistungen für die gesamte Wertschöpfungskette ermöglicht es, umweltpolitische Steuerungsinstrumente zur Sicherung dieser Leistungen zu entwickeln. Beispielsweise hilft die Identifikation der Nutzniesser von Ökosystemleistungen (also jener, die Leistungen beziehen) Anreize zu setzen, die einen schonenden Umgang mit Ökosystemen und ihren Leistungen fördern.

Neue politische Instrumente

#### 1.4

### Jährlich genutzte «Produktion» und die «Kapazität» des Naturkapitals

Die Meta-Studie TEEB<sup>10</sup> (de Groot et al., 2009b, 20) empfiehlt, bei der Messung von Ökosystemleistungen folgende Aspekte separat zu betrachten:

Abgrenzung des Teilprojekts

> die Kapazität eines Ökosystems, eine Leistung nachhaltig zu erbringen;

<sup>10</sup> TEEB steht für «The Economics of Ecosystems and Biodiversity», siehe [www.teebweb.org](http://www.teebweb.org).

> die tatsächliche Nutzung dieser Leistung.<sup>11</sup>

Der hier an zweiter Stelle genannte Aspekt steht im Zentrum des vorliegenden Inventars. Der erstgenannte Aspekt ist Gegenstand eines separaten Teilprojekts, welches Indikatoren für den langfristigen Bestand, die Gesundheit und die Produktionspotenziale der Ökosysteme (Kapazität des Naturkapitals) vorschlagen soll.

Im Mittelpunkt des vorliegenden Teilprojekts stehen somit die jährlichen Leistungen, die effektiv genutzt oder wertgeschätzt werden. Für ihre Bemessung ist die Anzahl Nutzer ein zentrales Element.

1.5

## Vorgehen und Berichtsaufbau

Im folgenden Kapitel 2 zur Methodik wird das Vorgehen erläutert. Zuerst wird das vom BAFU vorgelegte Ausgangs-Inventar erklärt. Danach wird gezeigt, welche Verfahren bei der Validierung und Anpassung des Inventars angewendet werden. Zuletzt wird der Ablauf bei der Operationalisierung der FEGS aufgezeigt.

2. Kapitel: Methodik

Im dritten Kapitel werden das aktuelle Inventar und die Vorschläge zur Bildung von Indikatoren (Operationalisierung) präsentiert. Für jede FEGS finden sich hier sowohl eine Beschreibung als auch Vorschläge für die Operationalisierung sowie Hinweise auf die Verwendung und Interpretation der vorgeschlagenen Indikatoren.

3. Kapitel: Aktueller Stand von Inventar und Indikatoren

Im vierten Kapitel findet eine Einordnung und Verknüpfung zu aktuell bestehenden wissenschaftlichen Konzepten zu Ökosystemleistungen sowie zu den bestehenden Umweltindikatoren in der Schweiz statt. Zusätzlich werden dort die Möglichkeiten der Aggregation von Indikatoren aufgezeigt.

4. Kapitel: Einordnung und Verknüpfung

Das fünfte Kapitel erläutert die Verwendung und Kommunikation des Inventars. Die Indikatoren sollen der Präzisierung ressourcenpolitischer Ziele und damit deren Umsetzbarkeit dienen. Anhand eines Fallbeispiels, das unter Beizug von Fachexperten und -expertinnen erarbeitet wurde, werden die Möglichkeiten einer zielgruppenspezifischen Kommunikation aufgezeigt.

5. Kapitel: Verwendung des Inventars

Zum Abschluss wird im Kapitel 6 das Resultat diskutiert, wonach Empfehlungen für das weitere Vorgehen formuliert werden. Die Diskussion fasst die verschiedenen Gespräche mit wissenschaftlichen Fachexperten und -expertinnen zusammen.

6. Kapitel: Diskussion und Empfehlung

Das resultierende Inventar von finalen Ökosystemleistungen, sowie ein Vergleich mit dem Ausgangs-Inventar finden sich im Anhang. Zusätzlich enthält der Anhang die Liste mit den vorgeschlagenen Indikatoren inklusive den Hinweisen zu den Datengrundlagen und ihrer Verfügbarkeit.

Vollständiges Inventar im Anhang

<sup>11</sup> «actual measurement of ecosystem services should be split into a) the capacity of an ecosystem to provide a service (e.g., how much fish can a lake provide on a sustainable basis) and b) the actual use of that service (e.g., fish harvesting for food or for use in industrial processing)»

## 2 > Methodik

*Diese Studie validiert und operationalisiert ein vom BAFU erarbeitetes Ausgangs-Inventar. Der Validierungsprozess überprüft die Vollständigkeit, Relevanz und Konsistenz des Inventars. In diesem Kapitel wird die Methodik dazu entwickelt. Ausserdem wird eine Systematik zur Bildung von Indikatoren für FECS erarbeitet.*

### 2.1 Das Ausgangs-Inventar

Basierend auf den Arbeiten der Machbarkeitstudie (Ott, Staub 2009) erstellte das BAFU ein vorläufiges Inventar der finalen Ökosystemleistungen. Die gewählten FECS stützen sich einerseits auf die wissenschaftliche Literatur, wobei besonders die Arbeiten von Boyd und Banzhaf (2007) sowie de Groot et al. (2002) berücksichtigt wurden, andererseits auf die Expertise von Fachleuten in- und ausserhalb des BAFU.

Grundlagen

Das Ausgangs-Inventar des BAFU umfasst insgesamt 28 FECS, die je anhand von 7 Eigenschaften beschrieben werden. In Tab. 3 sind diese 7 Merkmale beschrieben. Anhang 3 zeigt den vollständigen Vergleich des validierten Inventars mit dem Ausgangs-Inventar, welches als Ausgangspunkt für dieses Projekt diente.

Inhalt

**Tab. 3 > Eigenschaften zur Systematisierung der FECS**

*Jede FECS im Ausgangs-Inventar wird anhand dieser Eigenschaften beschrieben.*

Eigensch.	Nutzenkategorie	Nutzen	Nutzenart	Id.	Finale Ökosystemleistungen (FECS) (= Güter und Dienstleistungen)	Erste Ideen für Indikatoren und geeignete Datenquellen	Service-Typ gemäss MA <sup>12</sup>
Einträge	Gesundheit, Sicherheit, Natürliche Vielfalt, Wirtschaftliche Leistungen	Beschreibung	Aktiver Nutzwert, passiver Nutzwert, Existenz-, Vermächtniswert	Nr.	Beschreibung	Vorschläge	Einordnung
Beispiel	Gesundheit	Erholung	Aktiver Nutzwert	G1	Erholungsleistung durch Tier und Pflanzenarten (zum Jagen, Sammeln, Beobachten)	Menge gesammelter Pilze	Cultural services (recreational and aesthetic values)

Quelle: BAFU 2009 angelehnt an Ott und Staub 2009

**Nutzenkategorien:** Jede FECS wird einer Nutzenkategorie zugeteilt. Diese Kategorien entsprechen den BAFU-Produktgruppen Gesundheit, Sicherheit, Natürliche Vielfalt und Wirtschaftliche Leistungen. Hinter dieser Einteilung steht die Annahme, dass

BAFU-Produktgruppen

<sup>12</sup> MA: Millenium Ecosystem Assessment

sämtliche den Menschen von der Natur bereitgestellten finalen Ökosystemleistungen einen Nutzen generieren, der sich einer dieser vier Kategorien zuordnen lässt.

- > **Nutzen:** In der nächsten Spalte wird direkt der Nutzen beschrieben, den eine FECS generiert. Dies ist der Nutzen, den die Bevölkerung bzw. ein Teil der Bevölkerung aus dieser FECS zieht, also beispielsweise Erholung oder Prävention innerhalb der Nutzenkategorie Gesundheit.

Nutzen, der durch FECS generiert wird
- > **Nutzenart:** Die Nutzen lassen sich wiederum noch genauer spezifizieren. Die Nutzenart kann auch dazu verwendet werden, die Nutzer geografisch zuzuordnen. Als zusätzliche Eigenschaft wird daher für jede FECS auch noch die Nutzenart angegeben. Es wird zwischen folgenden drei Nutzenarten unterschieden: aktiver Nutzwert, passiver Nutzwert sowie Existenz- und Vermächtniswert. Diese Einteilung baut auf der Theorie des Total Economic Value auf, welche in der Umweltökonomie eine breite Anwendung findet. Die Unterscheidung zwischen aktivem und passivem Nutzwert zeigt an, ob die Nutzer **aktiv** die Nutzung anstreben (z. B. Aufsuchen des Waldes zur Erholung) oder ob die Nutzung **passiv** erfolgt (z. B. Präventionsnutzen aus der gesunden Luft). Bei der dritten Kategorie handelt es sich um den **Existenz- oder Vermächtniswert**. Hierbei handelt es sich um eine Wertschätzung unabhängig von der aktuellen Nutzung.

Bestandteile des Total Economic Value
- > **Finale Ökosystemleistungen (FECS):** Die Formulierungen von finalen Ökosystemleistungen bilden den eigentlichen Kern des Inventars. Finale Ökosystemleistungen sind Güter oder Dienstleistungen, die Teile der Bevölkerung aus der ökologischen Sphäre beziehen (während Marktgüter aus der ökonomischen Sphäre bezogen werden). Als final werden Ökosystemleistungen bezeichnet, wenn sie entweder direkt von Personen konsumiert werden oder als Inputs Eingang in die Produktion von Marktgütern finden. Durch die Beschränkung auf finale Ökosystemleistungen sollen Doppelzählungen verhindert werden. Eine wichtige Eigenschaft von FECS ist die Nutzenspezifität. FECS beziehen sich immer auf einen Nutzen und werden deshalb auch gemeinsam mit diesem aufgelistet.

Nutzenspezifische Endprodukte und Endleistungen der Natur
- > **Indikatoren:** FECS beschreiben Güter und Dienstleistungen, die zumeist in physischen Masseneinheiten gemessen werden sollen. Dazu werden Vorschläge zur Operationalisierung der FECS erarbeitet. Das Ausgangs-Inventar enthält bereits einige Vorschläge für Indikatoren, die als Ausgangspunkt für den systematischen Operationalisierungs-Prozess dienen. Das Finden von guten – also einfachen, eindeutigen und unbestrittenen – Indikatoren für jede FECS ist einer der zentralen Schritte dieser Arbeit. Es ist aber wichtig anzumerken, dass auch die jetzt gefundenen Indikatoren noch weiterentwickelt und angepasst werden können und müssen.

Operationalisierte FECS

### Service-Typ gemäss MA

Das Millennium Ecosystem Assessment (MA 2005) ist der zum jetzigen Zeitpunkt international am häufigsten verwendete Rahmen zur Klassifizierung von Ökosystemleistungen. Auf der ersten Ebene unterscheidet das MA Supporting (unterstützende) Services, Provisioning (bereitstellende) Services, Regulating (regulierende) Services

Aufzeigen von Gemeinsamkeiten

und Cultural (kulturelle) Services. Die FEGS werden so weit als möglich den Service-Typen des MA zugeordnet.

### Nicht berücksichtigte Ökosystemleistungen

Aufgrund des bereits vollzogenen Auswahlprozesses des BAFU existiert eine Liste von Ökosystemleistungen, die nicht oder nur teilweise in das Inventar finaler Ökosystemleistungen aufgenommen werden. Sie umfassen namentlich intermediäre Ökosystemleistungen, weil es zu Doppelzählungen führen würde, sie aufzuführen, sowie Ökosystemleistungen, die als ökonomisch zu wenig relevant eingestuft werden. Diese Liste bleibt bestehen und wird aufgrund des Validierungsprozesses des Inventars ergänzt. Sie wird ein wichtiges Hilfsmittel darstellen, wenn das Inventar zu einem späteren Zeitpunkt ergänzt und weiterentwickelt werden soll.

Negativ-Auswahl

## 2.2 Vorgehen bei der Validierung des Inventars

Das Inventar wird aufgrund der folgenden, grundlegenden Fragen validiert. Dieser Prozess kann zum Weglassen oder Hinzufügen, sowie zur Aufteilung, Zusammenfassung, Neudefinition oder Präzisierung einzelner FEGS führen.

- > Definitionen: Sind die aufgeführten Nutzen tatsächlich Elemente der Wohlfahrt und tragen sie zum Wohlbefinden der Menschen bei? Handelt es sich bei den aufgeführten Ökosystemleistungen tatsächlich um finale Ökosystemleistungen und falls nein, welche Gründe sprechen dafür, sie dennoch im Inventar zu belassen?
- > Sind die Auswahl der finalen Ökosystemleistungen und die Auswahl der Indikatoren konsistent? Ist die Verhinderung von Doppelzählungen durch die Unterscheidung zwischen finalen Leistungen und Zwischenleistungen/Prozessen sichergestellt?
- > Ist das Inventar vollständig? Gibt es weitere gewichtige Nutzen, die Menschen in der Schweiz und vergleichbaren westeuropäischen Ländern aus Ökosystemleistungen ziehen und die bisher nicht aufgeführt sind? Gibt es weitere gewichtige Ökosystemleistungen, die zur Generierung der angegebenen Nutzen beitragen?
- > Sind die aufgeführten Nutzen und Ökosystemleistungen relevant im dem Sinne, dass ein substanzieller Anteil der Bevölkerung betroffen ist und einen substanziellen Nutzen aus der Ökosystemleistung zieht?

Konsistenz der Definitionen

Ökonomische Konsistenz

Vollständigkeit

Relevanz

Um die FEGS des oben beschriebenen Ausgangs-Inventars systematisch zu validieren, werden zunächst zusätzliche Eigenschaften der FEGS bestimmt. Dies sind die «Leistungsart» und die «Leistungsbasis» (vgl. folgende Abschnitte). Gleichzeitig bilden diese Eigenschaften die Ausgangslage für die Bildung von Indikatoren (Operationalisierung). Diese Eigenschaften dienen als Arbeitsinstrument zur Präzisierung des Inventars. Gleichzeitig erlauben sie es, mit unterschiedlichen Begriffsdefinitionen von Ökosystemleistungen umzugehen und die Unterschiede transparent zu machen.

Arbeitsbegriffe «Leistungsart»  
und «Leistungsbasis»

## 2.2.1 Die vier Leistungsarten

Die neu definierte Eigenschaft «Leistungsart» gibt für jede Ökosystemleistung an, ob die durch sie erbrachte Leistung

Neue Eigenschaft: Leistungsart

- > eine direkt nutzbare Ökosystemleistung ist,
- > ein Inputfaktor für die Produktion von Marktgütern durch die Wirtschaft ist,
- > als intermediäre Ökosystemleistung zu finalen Ökosystemleistungen beiträgt,
- > oder ob die Leistung von der Art ist, dass ein natürlicher/gesunder Lebensraum zur Verfügung gestellt wird.

Jede Ökosystemleistung des Ausgangs-Inventars kann einer dieser vier Leistungsarten zugeteilt werden. Abb. 4 gibt eine Übersicht über diese vier Leistungsarten. Abb. 5 zeigt anschliessend schematisch auf, wie die Zuteilung einer Ökosystemleistung auf die vier Leistungsarten erfolgt.

**Abb. 4 > Die vier Leistungsarten von Ökosystemen**

*Direkt nutzbare finale Ökosystemleistungen sind Leistungen der Ökosysteme, die direkt von Menschen konsumiert oder genossen werden. Das Inventar umfasst drei weitere Leistungsarten, die alle zur Wohlfahrt beitragen, jedoch nicht alle Eigenschaften einer direkt nutzbaren Ökosystemleistung erfüllen.*

Finale Ökosystemleistungen (FEGS)			Intermediäre Ökosystemleistungen
(1) Direkt nutzbare Ökosystemleistungen	(2) Ökosystemleistungen als Inputfaktoren	(3) Natürlicher/gesunder Lebensraum	(4) Intermediäre Ökosystemleistungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• direkter Nutzen für Menschen</li> <li>• Leistung von Ökosystemen</li> <li>• Endleistung</li> </ul>	Endleistung der Natur, wird jedoch nicht direkt konsumiert, sondern geht als Input in ein Marktgut ein.	Qualität von gesundheitsrelevanten Umweltmedien, die sowohl durch Ökosysteme als auch anthropogen beeinflusst wird	Die aus den intermediären Ökosystemleistungen resultierende finale Ökosystemleistung tritt erst mit grosser zeitlicher Verzögerung auf

Quelle: econcept

(1) **Direkt nutzbare Ökosystemleistungen** werden direkt von Menschen genutzt oder wertgeschätzt (z. B. Erholungsleistungen).

Die vier Leistungsarten

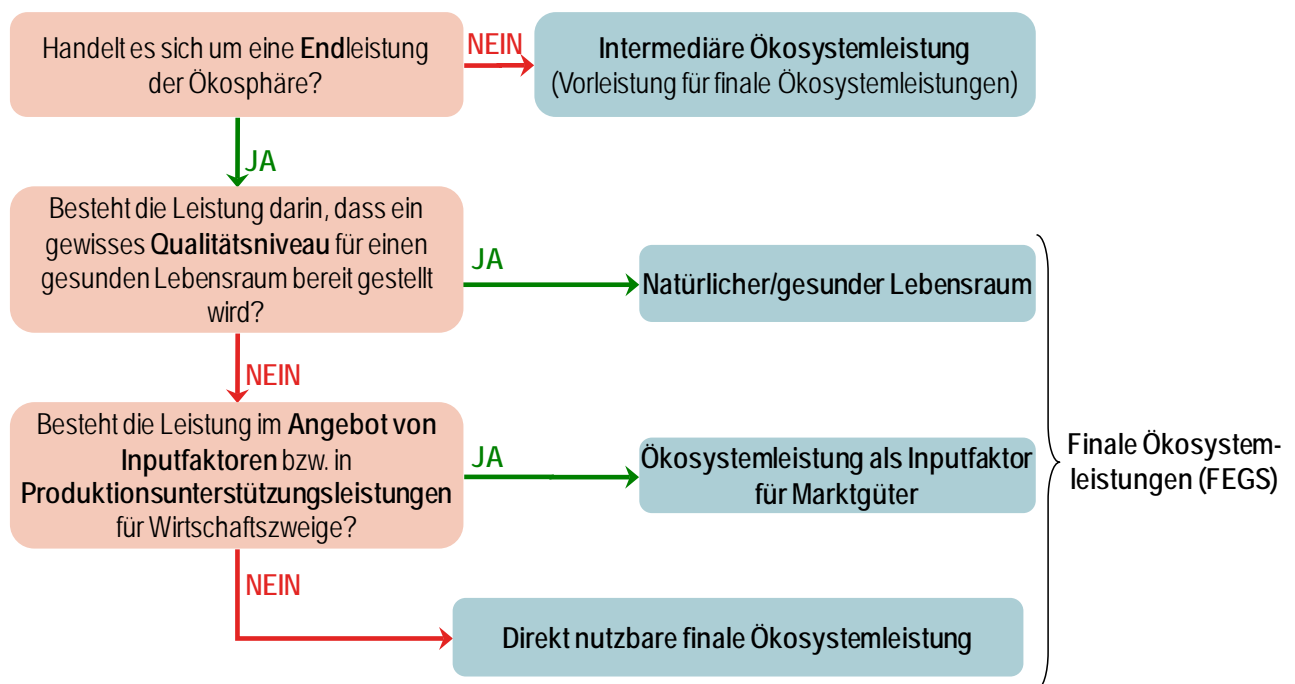
Die Gruppe (2) der Ökosystemleistungen als **Inputfaktoren** bilden finale Leistungen der ökologischen Sphäre, welche als Input in ein Marktgut eingehen (z. B. Holzzuwachs). Sie werden nicht direkt konsumiert, sondern von der Wirtschaft genutzt, weswegen sie alle zur Nutzenkategorie «Wirtschaftliche Leistungen» zählen.

Gewisse Wohlfahrtsbeiträge der Umwelt werden nicht von Ökosystemen «produziert», sie sind eher Qualitäten des Lebensraumes, die Menschen ein gesundes Leben erst ermöglichen (z. B. gesunde Luftqualität). Solche Qualitäten, werden im Inventar der Leistungsart (3) **natürlicher/gesunder Lebensraum** zugeordnet, im Gegensatz zu den klassischen Ökosystemleistungen. Ähnlich wie die direkt nutzbaren Ökosystemleistungen stiften sie dem Menschen einen direkten Nutzen.

Die (4) **intermediären Ökosystemleistungen** sind keine «finalen» Ökosystemleistungen. Nur im Ausnahmefall (Speicherung von CO<sub>2</sub>) werden sie im Inventar dennoch

aufgeführt, nämlich wenn die daraus entstehenden finalen Ökosystemleistungen erst mit grosser zeitlicher Verzögerung auftreten und so noch nicht gemessen werden können.

**Abb. 5 > Systematik zur Einteilung in die vier Leistungsarten**



Quelle: econcept und BAFU, Sektion Ökonomie

### 2.2.2 Formulierung der Nutzen

Innerhalb der Nutzenkategorien lassen sich die Nutzen teilweise einheitlich formulieren. Die Bestimmung der Leistungsart erleichtert die Formulierung des Nutzens zusätzlich. Tab. 4 zeigt die im Inventar auftretenden Leistungsarten, die primären Nutzer dieser Leistungsarten sowie eine Beschreibung des Nutzens, den sie generieren.

**Tab. 4 > Formulierung der Nutzen nach Nutzenkategorien**

Nutzenkategorie	Leistungsart	Primäre Nutzer	Nutzenformulierung
Gesundheit	Natürlicher/gesunder Lebensraum	Bevölkerung	Prävention
	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistungen	Bevölkerung	Prävention, Rekonvaleszenz, Erholung, Wohlbefinden
Sicherheit	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistungen	Bevölkerung	Schutz vor ...
	Intermediäre Ökosystemleistungen	Bevölkerung	Schutz vor ...
Natürliche Vielfalt	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistungen	Bevölkerung	Existenz von ...
Wirtschaftliche Leistung	Ökosystemleistungen als Inputfaktor	Wirtschaftszweige	Beitrag an ...

Quelle: econcept

### 2.2.3 Formulierung der Ökosystemleistungen

Die FEGS lassen sich nun jeweils innerhalb jeder Leistungsart semantisch einheitlich formulieren. Dazu wird auch die Unterteilung in Leistung und Leistungsbasis verwendet. Jede FEGS kann anhand zweier Aspekte beschrieben werden: einerseits anhand der Leistung, die erbracht wird und andererseits anhand der Leistungsbasis, die diese Leistung erbringt.

Möglichkeit der einheitlichen Formulierung

- > Den Begriff **Leistung** verstehen wir als Oberbegriff für Güter oder Dienstleistungen, die für den Menschen einen Nutzen aufweisen. Entsprechend wird beispielsweise von Erholungsleistung, Schutzleistung, Speicherleistung, Produktionsunterstützungsleistung gesprochen.
- > **Leistungsbasis** sind diejenigen Komponenten der Natur, welche die Leistung erbringen beziehungsweise produzieren.<sup>13</sup> Beispielsweise dient ein Schutzwald als Leistungsbasis für Schutzleistungen. Als Komponente der Natur ist die Leistungsbasis materiell und damit messbar. Meist können pro FEGS mehrere solcher Leistungserbringer identifiziert werden.

Die Leistungsbasis

Tab. 5 gibt eine Übersicht, wie die FEGS anhand dieser Unterteilungen systematisch konsistent formuliert werden können. Da diese Formulierungen jedoch letztlich umständlich und lang werden können, sind diese lediglich als Richtlinie zu verstehen. Im Inventar werden anschliessend verkürzte Formulierungen verwendet.

Die Leistung

**Tab. 5 > Formulierung der FEGS nach Leistungsart**

	Leistungsart	Leistungsbasis	Leistung	Generische Formulierung der finalen Ökosystemleistungen (FEGS)
(1)	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistungen	Komponente der Natur	...leistung	...leistung durch [Leistungsbasis] Natürliches Angebot an ... durch [Leistungsbasis]
(2)	Ökosystemleistungen als Inputfaktor	Komponente der Natur	(Natürliches) Angebot (für Wirtschaftszweig) Produktionsunterstützungsleistung (für Wirtschaftszweig)	(Natürliches) Angebot an [Leistungsbasis] Natürliches Angebot an Produktionsunterstützungsleistung: [Leistungsbasis]
(3)	Natürlicher/gesunder Lebensraum	Zustand eines Umweltmediums	Qualität der verschiedenen Umweltmedien	Für den Menschen gesunde ...qualität, ...niveau
(4)	Intermediäre Ökosystemleistungen	Komponente der Natur	...leistung	...leistung durch [Leistungsbasis] Natürliches Angebot an ... durch [Leistungsbasis]

Quelle: econcept

<sup>13</sup> Boyd und Banzhaf (2007, 619) begreifen diese materielle Komponente im Unterschied zu den meisten Autoren als wesentliche Eigenschaft von Ökosystemleistungen («Final ecosystem services are components of nature, directly enjoyed, consumed, or used to yield human well-being.») Wir verwenden die materielle Komponente hier nicht als definitorisches Element, sondern als Ausgangspunkt für die Bildung von Indikatoren (vgl. Ott/Staub/Hauser 2009, 5).



## 2.3 Vorgehen bei der Bildung von Indikatoren

Bei der Operationalisierung werden für jede Ökosystemleistung ein oder mehrere Indikatoren bestimmt, die es ermöglichen, diese FEGS zu erheben und zu messen. Für jede FEGS sind verschiedene Indikatoren denkbar, weshalb eine Auswahl nach begründeten Kriterien notwendig ist. Resultat des Operationalisierungsprozesses sind erste Vorschläge für Indikatoren, die eine Messung der Ökosystemleistungen ermöglichen.

### 2.3.1 Kriterien zur Auswahl der Indikatoren

Idealerweise weisen die Indikatoren, die in Tab. 6 aufgeführten Eigenschaften auf. Neben der in der Definition einer FEGS bereits enthaltenen Eigenschaft, dass sie eine Endleistung der Natur sein soll, sollen aus den Indikatoren im Idealfall die Anzahl Nutzer oder die genutzten Mengen/Qualitäten in biophysikalischen Masseinheiten ersichtlich sein.

Tradeoffs bei den Eigenschaften

Zudem sollte ein Indikator räumlich differenzierbar sein und so eine geografische Einordnung erlauben. Analog zur wirtschaftlichen Produktion sollte die «Produktion» von Ökosystemleistungen zudem als Grösse pro Jahr (Flussgrösse) angegeben werden, so dass ein Vergleich über die Jahre möglich ist.<sup>14</sup> Kaum ein Indikator wird alle diese Eigenschaften erfüllen können. Die Operationalisierung beinhaltet deshalb Tradeoffs zwischen den Eigenschaften.

**Tab. 6 > Ideale Eigenschaften für FEGS-Indikatoren**

Eigenschaften von FEGS	Implikation für die Bildung von Indikatoren
Endleistungen der Natur	Auch bei der Indikatorenauswahl muss darauf geachtet werden, dass keine Zwischenprodukte erfasst werden
Nutzerspezifität	Möglichkeiten für die Messung der Anzahl Nutzer müssen geprüft werden
In biophysikalischen Masseinheiten messbare, materielle Mengen oder Qualitäten	Insbesondere wenn es sich bei der FEGS um eine Dienstleistung handelt, muss überlegt werden, welche messbaren Komponenten der Natur diese Dienstleistungen erbringen (Leistungsbasis).
Geografische Differenzierung	Möglichkeiten der geografischen Differenzierung müssen geprüft werden
Flussgrössen	Idealerweise beziehen sich die Einheiten auf einen Zeitraum und nicht auf einen Zeitpunkt

econcept, Quelle: Ott, Staub 2009, 118, weiterentwickelt

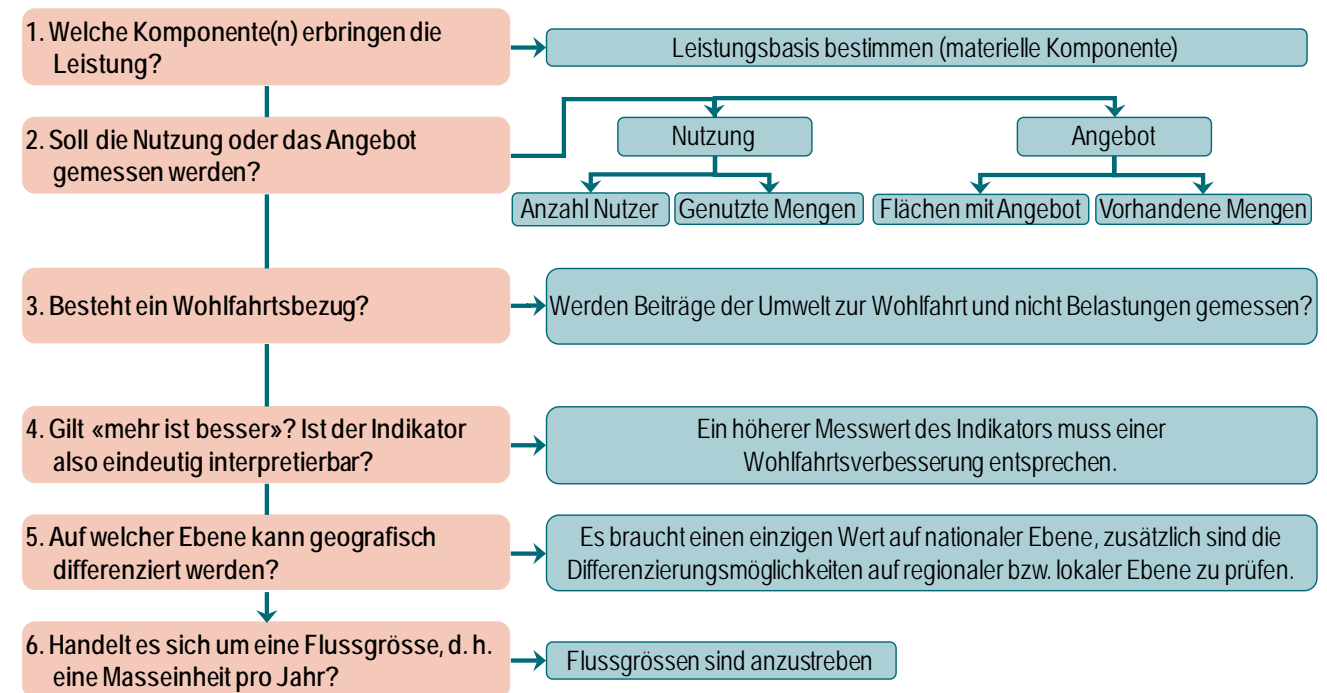
Eine Kombination von Qualitäts-/Quantitätsmessung der Leistung der Natur, sowie eine Angabe zu der Anzahl Nutzenden sollte angestrebt werden. Dies erlaubt Aussagen darüber, wie viele Nutzer bzw. Nutzergruppen welcher Qualität oder Quantität einer für einen bestimmten Nutzen eingesetzten Ressource gegenüberstehen.

<sup>14</sup> Dieses Kriterium weist zudem darauf hin, dass hier die Produktion von Ökosystemleistungen und nicht der Kapitalstock von Ökosystemen, d. h. das Potenzial für diese Leistungen erhoben werden soll.

### 2.3.2 Erstellung von Indikatorenprofilen

Die Formulierung der FEGS in Kapitel 2.2.3 ist bewusst allgemein gehalten. Sie liefert dadurch keine direkten Hinweise auf die Entitäten, die später durch die Indikatoren erfasst werden sollen. Ziel der Bildung von Indikatoren ist es, messbare Entitäten zu definieren. Das was gemessen bzw. erfasst werden soll, muss konkretisiert und spezifiziert werden. Zu diesem Zweck wird für jede FEGS ein Indikatorenprofil erstellt. Folgendes Schema zeigt auf, welche Leitfragen für die Erstellung von Indikatoren beantwortet werden müssen. Diese Leitfragen orientieren sich direkt an den oben beschriebenen idealen Eigenschaften eines Indikators.

**Abb. 6** > Leitfragen bei der Erstellung von Indikatorenprofilen und Indikatoren



Quelle: econcept

Für jede FEGS wurde anhand der oben erläuterten Leitfragen ein Indikatorenprofil erstellt, das danach die Herleitung der Indikatoren ermöglichte. In Gesprächen mit Fachexperten und -expertinnen wurden inhaltliche Vorschläge diskutiert und aufgrund der verfügbaren Datenlage soweit konkretisiert, dass Indikatoren formuliert werden konnten. In diesen Fachgesprächen konnte somit geklärt werden, ob die Formulierung der FEGS sinnvoll ist und welche existierenden oder entstehenden Datensätze sich für deren Operationalisierung eignen.

### Beispiel zur Erläuterung des Schemas anhand der FEGS «Erholungsleistung durch Jagen, Sammeln und Beobachten wild lebender Arten»:

#### 1. Welche Komponenten der Natur erbringen die FEGS?

Leistungsbasis

Z. B. Pilze, Jagdtiere, Pflanzen, Vögel, Beeren etc.

- Bei mehreren Komponenten muss geklärt werden, ob diese zusammengefasst werden können, oder ob mehrere separate Indikatoren gebildet werden sollen. Zusätzlich muss geklärt werden, ob aufgrund einer zeitlichen Differenzierung (z. B. Tag / Nacht oder saisonal) mehrere Indikatoren gebildet werden sollen.

#### 2. Sollen Nutzer, Mengen/Qualitäten oder Flächen gemessen werden?

Entitäten

- Anzahl Nutzer (z. B. Pilzsammler, Absolventen von Pilzkursen)
- Genutzte Mengen/Qualitäten (z. B. gesammelte Pilze),
- Vorhandene Mengen/Qualitäten (z. B. Anzahl heimische Pilzarten, Pilzbestand)
- Flächen auf denen FEGS bereitgestellt werden (z. B. Flächen auf denen genügend Pilze zum Sammeln wachsen)
- Tendenziell werden Messungen der Nutzung, d. h. die Anzahl Nutzer oder das Ausmass der genutzten FEGS-Mengen bevorzugt, da sie einen strikteren Wohlfahrtsbezug aufweisen. So stiftet beispielsweise eine schöne Landschaft ohne Zugang keine Erholungsleistung, da sie nicht genutzt werden kann. Ein Spezialfall stellt die Ökosystemleistung V1 «Existenz natürlicher Vielfalt». Die «Nachfrage» äussert sich hier nicht durch die Nutzung, sondern durch die nutzungsunabhängige Wertschätzung für die vorhandene Vielfalt (Existenzwert; vgl. Abschnitt 3.3).

#### 3. Zeigen die Indikatoren die neue Ressourcenperspektive und haben sie einen Wohlfahrtsbezug?

Ressourcenperspektive und Wohlfahrtsbezug

- Die Pilzsammler, Jäger, Fischer etc. sind in Vereinen organisiert oder betreiben Aufwand um Patente zu erwerben, was zeigt, dass sie einen Nutzen aus dieser Tätigkeit ziehen.
- NICHT: Aufzeigen von Umweltzuständen. Diese werden bereits durch bestehende Indikatoren in den Umweltzustandsberichten dargestellt.<sup>15</sup>

#### 4. Wird die Regel «mehr ist besser»<sup>16</sup> von den Indikatoren eingehalten?

«Mehr ist besser»

- Aus einer wohlfahrtstheoretischen Perspektive lässt sich beispielsweise argumentieren, dass es positiv ist, wenn mehr Personen einem Hobby in der Natur nachgehen und sich in solchen Vereinen organisieren. Denn je grösser die Zahl der Nutzer, desto grösser der Gesamtnutzen dank Ökosystemleistungen.
- Durch die Regel «mehr ist besser» wird eine einheitliche Interpretation geschaffen, was die Verständlichkeit der Indikatoren erhöht und eine spätere Aggregation erleichtert. Dies stellt sicher, dass Leistungen und nicht Belastungen gemessen

<sup>15</sup> Vgl. [www.bafu.admin.ch/umwelt/status/](http://www.bafu.admin.ch/umwelt/status/)

<sup>16</sup> Das heisst, es liegt ein monoton ansteigender (aber nicht linearer) Zusammenhang zwischen Indikatorausprägung und Wohlfahrt vor.

werden. Es ist aber zu berücksichtigen, dass diese Regel nur solange gelten kann, als die nachhaltige Nutzung einer Ressource noch möglich ist.

5. Auf welcher Ebene kann und soll die durch den Indikator gemessene Grösse geografisch differenziert werden? Soll die Messung auf nationaler, regionaler, lokaler Ebene erfolgen (Rastergrösse)?

Geografische Differenzierung

- Die Anzahl Personen in Vereinen und mit Patenten kann je nach Datenverfügbarkeit regional differenziert oder aber auf nationaler Ebene erhoben werden.

6. Handelt es sich um eine Flussgrösse?

Flussgrössen

- Die Anzahl Personen in Vereinen oder mit Patenten kann pro Jahr erhoben werden.
- Grundsätzlich werden Indikatoren angestrebt, die Leistungen in einem Zeitraum angeben. Allerdings ist dies keine prioritäre Eigenschaft. Insbesondere wenn ein Zielkonflikt mit der Verständlichkeit des Indikators vorliegt, kann darauf verzichtet werden.

## 3 > Stand von Inventar und Indikatoren

*Dieses Kapitel enthält die detaillierte Beschreibung der aktuellen Version des validierten und operationalisierten Inventars zum Zeitpunkt des Berichts. Für jede finale Ökosystemleistung wird zuerst die Definition angegeben, gefolgt von der Beschreibung der dazugehörigen Indikatoren zur Operationalisierung sowie einigen Überlegungen zu deren Interpretation und Verwendung.*

**Tab. 7 > Aktueller Stand der finalen Ökosystemleistungen (FEGS)**

*Insgesamt wurden 23 finale Ökosystemleistungen (FEGS) zusammengestellt*

	Finale Ökosystemleistung (FEGS)	Leistungsart	Nutzen	Anz. Indikatoren	Service-Typ gemäss MA (2005)
<b>Gesundheit/Wohlbefinden</b>					
G1	Erholungsleistung durch Jagen, Sammeln und Beobachten wild lebender Arten	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Erholung	3	Cultural services (recreational and aesthetic values)
G2	Erholungsleistung durch städtische Grün- und Freiräume sowie Nah- und Fernerholungsräume	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Erholung	5	Cultural services (recreational and aesthetic values)
G3	Erholungsleistung von Erholungsräumen im Wohnumfeld (Gärten u.a.)	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Erholung	1	Cultural services (recreational and aesthetic values)
G4	Identifikationsermöglichung durch schöne und charakteristische Landschaften (Natur- und Kulturerbe)	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Wohlbefinden	1	Cultural services (sense of place, spiritual & religious values, education and inspiration)
G5	Lokale Mikroklimaregulationsleistung durch Ökosysteme	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Wohlbefinden	-	Regulating services (climate regulation)
G6	Eine für den Menschen gesunde Luftqualität	Natürlicher/gesunder Lebensraum	Prävention	3	So nicht enthalten
G7	Ruhe	Natürlicher/gesunder Lebensraum	Prävention	2	So nicht enthalten
G8	Ein für den Menschen gesundheitsverträgliches Niveau an nichtionisierender Strahlung	Natürlicher/gesunder Lebensraum	Prävention	-	So nicht enthalten
<b>Sicherheit</b>					
S1	Schutzleistung vor Lawinen, Steinschlag und Murgängen durch Vegetation an Steilhängen	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Schutz von Mensch, Tier und Sachwerten	2 <sup>17</sup>	Regulating services (natural hazard protection, erosion protection)
S2	Schutzleistung durch Gebiete, die überflutet werden oder Wasser zurückhalten können	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Schutz von Mensch, Tier und Sachwerten	-	Regulating services (natural hazard protection)
S3	Speicherung von CO <sub>2</sub>	Intermediäre Ökosystemleistung	Schutz von Mensch, Tier und Sachwerten	3	Regulating services

<sup>17</sup> Zwei zusammengezogene Indikatoren, basierend auf sechs Einzel-Indikatoren

	Finale Ökosystemleistung (FEGS)	Leistungsart	Nutzen	Anz. Indikatoren	Service-Typ gemäss MA (2005)
<b>Natürliche Vielfalt</b>					
<b>V1</b>	Existenz natürlicher Vielfalt auf der Ebene der Arten, Gene, Ökosysteme und Landschaften	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Existenz natürlicher Vielfalt (zusätzlich zur Bedeutung für alle Ökosystemleistungen)	4	Nur teilweise abgedeckt: Cultural services (knowledge system, education & inspiration, spiritual and religious values), betrifft aber alle Service-Typen
<b>Wirtschaftliche Leistungen (natürliche Produktionsfaktoren)</b>					
<b>W1</b>	Natürliches Angebot an Trink- und Brauchwasser aus nutzbarem Grundwasser und Oberflächenwasser (Inputfaktor für die Wasserwirtschaft)	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung und Inputfaktor für Wasserversorgung	Wasserversorgung	2	Provisioning services (fresh water), basierend auf regulating services (water purification)
<b>W2</b>	Natürliches Angebot an Produktionsunterstützungsleistungen: Bestäubung und Schädlingsbekämpfung	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Beitrag an Land- und Forstwirtschaft / Nahrungsmittelindustrie	2	Regulating services (pollination, herbivory, pest & disease regulation)
<b>W3</b>	Fruchtbarer Boden für die landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Beitrag an Land- und Forstwirtschaft / Nahrungsmittelindustrie	2	Supporting services (soil formation and retention, nutrient cycling)
<b>W4</b>	Futterpflanzen und organische Düngemittel für die landwirtschaftliche Nutzung	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Beitrag an Landwirtschaft / Nahrungsmittelindustrie	3	Provisioning services (primary production)
<b>W5</b>	Holzzuwachs für die forstwirtschaftliche Nutzung	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Beitrag an Forstwirtschaft	3	Provisioning services (primary production)
<b>W6</b>	Wildtiere und Fische für die kommerzielle Nutzung	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Beitrag an Fischerei- und Jagdwirtschaft	4	Nur teilweise enthalten: Provisioning services (food, fiber, fuel)
<b>W7</b>	Angebot an wertvollen Natur- und Kulturlandschaften für die kommerzielle Nutzung im Tourismus	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Beitrag an touristische Wertschöpfung	2	Provisioning services
<b>W8</b>	Erneuerbare Energien: Wasserkraft, Windkraft, Biomasse, Solarenergie und Geothermie	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Beitrag an Energiewirtschaft	2	So nicht enthalten
<b>W9</b>	Natürliche Produktionsunterstützungsleistung: Kühlleistung	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Kühlung für verschiedene Branchen	1	Regulating services (wird in MA nicht aufgeführt)
<b>W10</b>	Genetischen Ressourcen und biochemische Wirkstoffe	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Beitrag an die Pharmaindustrie, Landwirtschaft und andere Branchen	1	Provisioning services
<b>W11</b>	Produktionsunterstützungsleistung: Abbau beziehungsweise Speicherung von Reststoffen	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Beitrag an die Abwasser- und Abfallentsorgung	-	Regulating services

Quelle: econcept

## 3.1

**Nutzenkategorie Gesundheit/Wohlbefinden**

Tab. 1 gibt eine Übersicht über die acht FECS der Nutzenkategorie Gesundheit. In dieser Nutzenkategorie sind einerseits fünf FECS der Leistungsart «direkt nutzbare finale Ökosystemleistung» und drei FECS der Leistungsart «natürlicher/gesunder Lebensraum» enthalten. Entlang dieser Leistungsarten werden im Folgenden die einzelnen FECS und deren Operationalisierungen diskutiert.

Übersicht

**G1 Erholungsleistung durch Jagen, Sammeln und Beobachten wild lebender Arten**

Erholungsleistung durch Arten

*Diese Leistung wird durch Wildtiere, Pilze und Pflanzen erbracht. Nutzer sind Menschen, die als Hobby dem Jagen, Fischen, Sammeln oder Beobachten dieser Lebewesen nachgehen. Gemeint sind hier Erholungsaktivitäten, die explizit vom Vorkommen spezifischer Arten abhängen und nicht von Erholungsräumen im Allgemeinen.*

Die wichtigsten Nutzergruppen sind hier die Jäger, die Fischer, die Ornithologen, die Pilzsammler und eventuell auch die Heilkräutersammler. Für die Abgrenzung gegenüber G2 werden hier die Nutzer von denjenigen Nutzern separiert, die Erholungsleistung generell aus dem Besuch von Naturräumen ziehen. Hobbys werden in der Schweiz häufig im Rahmen von Vereinen ausgeübt oder es sind Lizenzen oder Patente für deren Ausübung notwendig. Die Anzahl Nutzer wird deshalb über Inhaber von Lizenzen/Patenten oder Mitgliederzahlen der Vereine erhoben. Diese Gruppen zeigen den Bevölkerungsanteil, der einen relevanten Erholungsnutzen aus Pilzen, Vögeln, Fischen und Jagdwild zieht. Neben der Anzahl Nutzer soll auch die «Qualität des Erholungsangebotes» quantifiziert werden.

Mit Hilfe der nachfolgenden Indikatoren kann aufgezeigt werden, wie viele Personen in der Schweiz ein Hobby (=Erholung) ausüben, für das explizit das Vorkommen bestimmter Tierarten notwendig ist. Je grösser diese Zahl, desto eher kann es als politisches Ziel gelten, die Ausübung dieser Tätigkeiten zu ermöglichen.

Wir empfehlen, die folgenden Indikatoren für eine Umsetzung zu prüfen:

**Wildtiere:**

> **Indikator 1:** Die Anzahl Personen, die in der Freizeit zur Jagd gehen

**Fische:**

> **Indikator 2:** Anzahl Personen, die in der Freizeit fischen:

*Fischereipatente oder Mitgliederzahlen*

> **Indikator 3:** Index zur Entwicklung essbarer Fischpopulationen, abgeleitet aus den Erträgen der Angelfischerei

## G2 Erholungsleistung durch städtische Grün- und Freiräume sowie Nah- und Fernerholungsräume

Erholungsleistung durch Räume

*Diese Leistung wird durch natürliche Erholungsräume erbracht. Dazu gehören Wälder, Wiesen und Weiden, Seen und Wasserläufe. Es kann zwischen städtischen Grün- und Freiräumen, Naherholungsräumen in der Umgebung von Siedlungsgebieten sowie Fernerholungsräumen unterschieden werden.*

Diese Ökosystemleistung wird in drei Räumen – urbanen Grünflächen, Naherholungsräumen und Fernerholungsräumen – erbracht, für die jeweils ein Indikator bestimmt wird. Diese Indikatoren zeigen, wie gut es in der Schweiz möglich ist, sich in Natur und Landschaft zu erholen und wie gross das Angebot (Potenzial) von Ökosystemleistungen ist, die diese Erholung ermöglichen. Für den städtischen Bereich sind hier auf europäischer Ebene mehrere Indizes in Entwicklung z. B. «Green Urban Area Index» und «Green Background Index». Erste Ergebnisse werden im SOER2010 Bericht der EEA veröffentlicht. Alle Indikatoren befinden sich aber noch in der Konsolidierungsphase.

Für die effektive Nutzung können für die Erholung im Wald Daten der Landesforstinventare genutzt werden.<sup>18</sup> Im Fall der Fernerholung könnten ausserdem Nutzerdaten zu den Wanderwegen bzw. zum gesamten Langsamverkehr hinzugezogen werden.<sup>19</sup>

Wir empfehlen, die folgenden Indikatoren für eine Umsetzung zu prüfen:

- > **Indikator 1:** Verfügbarkeit von Grünflächen und Wasserläufen im Umkreis von 4 km um Wohnhäuser in der Schweiz
- > **Indikator 2:** Erreichbarkeit von Naherholungsgebieten für die Schweizer Wohnbevölkerung
- > **Indikator 3:** Erreichbarkeit anlagefreier<sup>20</sup> Gebiete für die Schweizer Wohnbevölkerung
- > **Indikator 4:** Erreichbarkeit von stillen Gebieten für die Schweizer Wohnbevölkerung
- > **Indikator 5:** Effektive Erholungsnutzung von Waldflächen: Flächen mit einer Frequenz von mindestens 100 Personen pro Flächeneinheit und Jahr (die Flächeneinheit ist noch zu klären)

<sup>18</sup> Vgl. Brändli et al. (2010, 258–260)

<sup>19</sup> Vgl. dazu Lamprecht, M. et al (2009): Wandern in der Schweiz 2008. Bericht zur Sekundäranalyse von «Sport Schweiz 2008» und zur Befragung von Wandernden in verschiedenen Wandergebieten. Studie im Auftrag der Schweizer Wanderwege und des Bundesamtes für Strasse (ASTRA)

<sup>20</sup> unter «Anlagen» ist hier zu verstehen: Infrastrukturen, welche mindestens periodisch genutzt werden und/oder welche Immissionen verursachen



### G3 Erholungsleistung durch Erholungsräume im Wohnumfeld (Gärten u.a.)

Eigenanbau

*Diese Leistung wird durch die privaten Erholungsräume im Wohnumfeld (v. a. Gärten) erbracht. Dazu gehören Flächen auf denen Gemüse, Blumen, Kräuter und Heilpflanzen für den Eigengebrauch angebaut werden können oder die zum Sitzen, Spielen und Geniessen zur Verfügung stehen.*

In der Schweiz werden diese Aktivitäten vornehmlich als Freizeitaktivitäten zur Erholung und weniger für die Ernährung ausgeführt. Deshalb handelt es sich um eine Erholungsleistung als Teil der Nutzenkategorie Gesundheit/Wohlbefinden und nicht um eine wirtschaftliche Leistung. Als Leistungsbasis können beispielsweise Flächen im Siedlungsgebiet identifiziert werden, welche für den Gartenbau geeignet sind. Solche Flächen finden sich primär im Umfeld von Häusern, deren Wohnungen direkten Zugang zu einem Garten haben, sowie in Schrebergärten und Quartierparks.

Je mehr solcher Flächen im Umfeld von Wohnhäusern zur Verfügung stehen, desto mehr Erholung ist durch Tätigkeiten auf diesen Flächen möglich. Umgekehrt weist die Existenz dieser Flächen, insbesondere der Schrebergärten, auch darauf hin, dass eine Nachfrage nach solchen Gärten besteht. Ein alternativer Indikator könnte beispielsweise auch über die Ausgaben für Gartenutensilien konstruiert werden oder über Angaben aus den Privatgarten-Organisationen erhoben werden.

Wir empfehlen, den folgenden Indikator für eine Umsetzung zu prüfen:

.....

**> Indikator 1:** Fläche, die im Betrachtungssperimeter potenziell zum privaten Gartenanbau oder zur Erholung durch Gartenarbeit, Spielen/Ruhen im Freien genutzt werden kann

.....

Ideal wäre Messung der effektiven Beanspruchung der Flächen. Zurzeit sind dazu jedoch keine Daten verfügbar.

### G4 Identifikationsermöglichung durch vielfältige, schöne und charakteristische Landschaften (Natur- und Kulturerbe)

Identifikation

*Das Landschaftsbild der als Heimat empfundenen Region ermöglicht einerseits aufgrund der Vertrautheit, andererseits aufgrund von Schönheit und Charakteristik eine Identifikation. Leistungserbringer sind somit Landschaften, die von der Bevölkerung als schön und charakteristisch für die Schweiz empfunden werden und dadurch ein Gefühl des Wohlbefindens auslösen.*

Es soll gemessen werden, inwiefern die Landschaftsqualität zur Lebensqualität (Zufriedenheit/Wohlbefinden/Glück) der Schweizer Wohnbevölkerung beiträgt.

Da die Identifikation mit einer Landschaft insbesondere auch von der Vielfalt und Mischung der landschaftlichen Aspekte abhängt, kann hier keine physische Menge oder Fläche gemessen werden. Um eine Anzahl Nutzer/Personen zu erheben, die sich

mit der Landschaft identifizieren, müssen die diesbezüglichen Präferenzen der Bevölkerung erfasst werden. Nur die Bevölkerung als Nutzerin dieser Leistung kann Aussagen darüber machen, wie stark die schweizerischen Landschaften zum Wohlbefinden beitragen, was Befragungen bzw. die Nutzung von Befragungsdaten erfordert. Diese müssen einerseits die Anzahl Personen, deren Wohlbefinden von der Landschaftsqualität abhängt, ausweisen und andererseits die Stärke dieses Effekts quantifizieren. Können die Landschaften klassiert werden oder kann eine Beschränkung auf spezielle Landschaftstypen mit einem hohen Identifikationspotenzial erfolgen, wäre es auch möglich, einen Indikator zu bilden, der die Anzahl der Besucher dieser Landschaften misst.

Wir empfehlen, den folgenden Indikator für eine Umsetzung zu prüfen:

.....

**> Indikator 1: Identifikation der Schweizer Bevölkerung mit der Natur**  
(Anzahl Personen pro Identifikationsniveau)

.....

## **G5 Lokale Mikroklimaregulationsleistung durch Ökosysteme**

Mikroklima

*Grünflächen und Wälder speichern Feuchtigkeit, spenden Schatten, produzieren Sauerstoff und reinigen bzw. filtern die Luft. Oberflächengewässer geben Feuchtigkeit ab und speichern Wärme. So tragen diese Ökosysteme zur Regulierung des lokalen Mikroklimas, insbesondere der Feuchtigkeit, Temperatur und Luftqualität bei, was den Menschen direkt zu Gute kommt. Relevant ist diese Leistung daher insbesondere in urbanen Gebieten.*

Die Mikroklimaregulierung durch Ökosysteme erfolgt in erster Linie in Grünräumen und über Wasserflächen. Diese Mikroklimaregulierung ist in Ballungsräumen besonders relevant, da das Angebot an Grünräumen und Wasserflächen dort knapp ist. Es bietet sich daher an, diesen Indikator für Siedlungsflächen in Ballungsräumen als Pro-Kopf-Grösse auszuweisen. Alternativ könnte auch der Anteil Grün- und Wasserflächen in Stadträumen ausgewiesen werden.

Für die Erfassung der Grünflächen und Bäume innerhalb von Siedlungsgebieten und von deren Anordnung bietet sich eine Kombination des neuen Datenmodells von Swisstopo und der Arealstatistik an. Hintermann & Weber (2009) schlagen einen Indikator «unversiegelte Böden im Siedlungsgebiet» bzw. «Anteil des mit zusammenhängender Vegetation bedeckten Bodens im Siedlungsgebiet» vor, beim welchem der effektive Zusammenhang zu bestimmten Mikroklimata jedoch noch geklärt werden müsste: In der Schweiz ist für die Mikroklimaregulation weniger die reine Existenz von Grünflächen relevant, als deren Anordnung und Verteilung im Raum. Beispielsweise ist es besonders relevant, wie gut der Wind Zugang zu solchen Grünflächen hat. Eine Anordnung in Bändern von Grünflächen ist beispielsweise dem Mikroklima besonders förderlich. Die Arealstatistik erhebt den Anteil unversiegelter Böden pro Hektar und gibt sehr detailliert an, wie diese Böden genutzt werden. Um diese Daten aber auf ihre Relevanz für die Mikroklimaregulation auswerten zu können, wäre ein sehr grosser Aufwand von Spezialisten und Spezialistinnen notwendig, zusätzlich

müssten die Daten mit Bevölkerungsdaten verknüpft werden. Es wäre auch zu prüfen, ob ein Indikator zu den Wasserflächen pro Kopf geeignet ist.

> **Indikator:** Im jetzigen Zeitpunkt wird auf die Bildung eines Indikators für Grünflächen verzichtet.

## G6 Eine für den Menschen gesunde Luftqualität

Luftqualität

*Eine für den Menschen gesunde Luftqualität zeichnet sich aus durch genügend Sauerstoff und geringe Konzentration von Schadstoffen, wie z. B. Feinstaub, Russ, Stickoxiden und Ozon.*

*Die Qualität in Bezug auf den Sauerstoffgehalt ist nicht infrage gestellt. Eine geringe Konzentration von Schadstoffen reduziert Krankheitsrisiken. Gesundheitsrelevant ist die Qualität an den Orten, an denen sich die Menschen häufig und lange aufhalten.*

Gesunde Luft weist geringe Schadstoffimmissionen auf. Für die Gesundheit und damit für die Wohlfahrt besonders relevant sind die Schadstoffe Feinstaub (PM10, PM2.5), Stickoxid (NO<sub>x</sub>), Ozon und Russ.

Aus gesundheitlicher Sicht ist die Qualität an denjenigen Orten, an denen sich die Menschen häufig und lange aufhalten, d. h. an den Wohnorten, am bedeutendsten. Die vorgesehenen Indikatoren zeigen den Anteil Personen mit einer guten Luftqualität am Wohnort. In Verbindung mit anderen Indikatoren kann damit die Qualität des Wohnorts kommuniziert werden.

Wir empfehlen, die folgenden Indikatoren für eine Umsetzung zu prüfen:

- > **Indikator 1:** Anzahl Personen, die an ihrem Wohnort in Bezug auf die Belastung durch Feinstaub «guter Luft» (unter dem Immissionsgrenzwert), und «schlechter Luft» (über dem Immissionsgrenzwert) ausgesetzt sind
- > **Indikator 2:** Anzahl Personen, die an ihrem Wohnort in Bezug auf die Belastung durch Stickstoffdioxid «guter Luft» (unter dem Immissionsgrenzwert), und «schlechter Luft» (über dem Immissionsgrenzwert) ausgesetzt sind
- > **Indikator 3:** Anzahl Personen, die an ihrem Wohnort in Bezug auf die Belastung durch Ozon «guter Luft» (unter dem Immissionsgrenzwert), und «schlechter Luft» (über dem Immissionsgrenzwert) ausgesetzt sind

**G7 Ruhe**

## Ruhe

*Diese FECS zeigt die akustische Lebensraumqualität. Ruhe trägt zur physischen und psychischen Gesundheit der Menschen bei. Neben der Abwesenheit störender Schallquellen kann auch die Anwesenheit angenehmer Klänge zur Wohlfahrt beitragen. Als angenehm werden insbesondere natürliche Klänge wie Vogelgezwitscher und Wassergeräusche empfunden. Diese Naturklänge dienen der Erholung und sind Bestandteil von den unter G2 erfassten Erholungslandschaften. Um eine Doppelzählung zu verhindern, werden sie hier deshalb nicht berücksichtigt.*

Das Angebot an Ruhe im Alltag, also am Wohn- und Arbeitsort ist für das Wohlbefinden relevant. Je mehr Personen im Alltag Ruhe um sich haben, desto höher ist die Wohlfahrt. Die Online-Umweltindikatoren des BAFU weisen den Bevölkerungsanteil aus, der am Wohnort durch Strassen- bzw. Schienenlärm belastet ist. Insgesamt werden vier Indikatoren unterschieden: Die Belastung am Tag und in der Nacht aufgrund dieser beiden Lärmquellen. Für wohlfahrtsbezogene Indikatoren ist eine Differenzierung nach Lärmquellen aber nicht von Interesse. Der Indikator soll deshalb die Schnittmenge der Bevölkerung abbilden, die weder vom Strassen- und Schienenlärm noch von Fluglärm übermässig betroffen ist. Die Differenzierung für Tag und Nacht ist sinnvoll, so dass diese FECS durch zwei Indikatoren ausgedrückt werden soll. Eine Differenzierung nach Wohn- und Arbeitsort wäre zwar wünschenswert, ist derzeit aber nicht einfach konstruierbar.

Diese Indikatoren zeigen den Anteil Personen, die zumindest an ihrem Wohnort Ruhe geniessen können.

Wir empfehlen, die folgenden Indikatoren für eine Umsetzung zu prüfen:

- **Indikator 1:** Anzahl Personen, die tagsüber in einer Umgebung mit Ruhe wohnen (Anzahl Personen mit einer Tages-Lärmbelastung [Strassen-, Bahn- und Fluglärm]  $L_r \leq 55$  dB)
- **Indikator 2:** Anzahl Personen, die nachts in einer Umgebung mit Ruhe wohnen (Anzahl Personen mit einer Nacht-Lärmbelastung [Strassen-, Bahn- und Fluglärm]  $L_r \leq 45$  dB)

**G8 Ein für den Menschen gesundheitsverträgliches Niveau an nichtionisierender Strahlung**

## Nichtionisierende Strahlung (NIS)

*Die Lebensraumqualität in Bezug auf nichtionisierende Strahlung (NIS) zeichnet sich durch deren Absenz bzw. durch ein geringes Niveau aus.<sup>21</sup> Die Relevanz der NIS zeigt sich beispielsweise darin, dass die NIS-Belastung bei der Wohnortwahl berücksichtigt wird. Umgangssprachlich wird die nichtionisierende Strahlung auch Elektromagnetismus genannt.*

<sup>21</sup> Die Wirkung der nichtionisierenden Strahlung unterhalb der internationalen Grenzwerte (wie sie in der Schweiz eingehalten werden) auf die Gesundheit, ist Gegenstand wissenschaftlicher Forschung.

*Es muss zwischen hoch- und niederfrequenter Strahlung unterschieden werden. Die so genannte Niederfrequenz-Strahlung wird unter anderem durch Hochspannungsleitungen und Eisenbahnleitungen verursacht. Die wichtigsten Quellen von Hochfrequenz-Strahlung sind hingegen Mobilfunk- und Rundfunkantennen.*

Geringe Immissionen nichtionisierender Strahlung sind ein Faktor der Lebensraumqualität. Wichtigste Quellen der Niederfrequenz-Strahlung sind Hochspannungsleitungen, Transformatorenstationen und Eisenbahnleitungen, diejenigen von Hochfrequenz-Strahlung Mobilfunk- und Rundfunkantennen sowie Mobil- und Schnurlostelefone. Die Datenlage in Bezug auf die Belastung mit nichtionisierender Strahlung ist im Moment noch relativ schlecht. Es wird an einem NIS-Monitoring und der Entwicklung von Indikatoren für NIS gearbeitet, allerdings ist erst per 2013/2014 mit repräsentativen Daten zu rechnen. Grundsätzlich werden drei Ansätze diskutiert:

- > *Personenbezogene Messung:* Einer repräsentativen Stichprobe der Bevölkerung werden für einige Tage kleine, portable Messgeräte zur Verfügung gestellt, so dass deren Belastung über diese Zeit erhoben wird (Exposimeter). Danach kann die Belastung für die Gesamtbevölkerung hochgerechnet werden.
- > *Modellierung:* Ausgehend von einem Kataster mit den relevanten emittierenden Anlagen ist es möglich, die von den Infrastrukturanlagen stammende Strahlungsbelastung flächendeckend zu modellieren. Durch Verknüpfung mit Bevölkerungsdichtedaten kann anschliessend die statistische Verteilung der Belastung für die ganze Bevölkerung berechnet werden.
- > *Halbstationäre Messungen:* Regelmässig an anderen Orten aufgestellte Messgeräte erheben die Strahlenbelastung an diesen Orten.

In ca. zwei Jahren (2012) wird ein Konzept vorliegen, welches über die Machbarkeit und Durchführbarkeit dieser drei Ansätze Auskunft gibt. Dieses Konzept soll als Entscheidungsgrundlage für die Einrichtung eines nationalen NIS-Monitoring dienen. Repräsentative Daten werden somit erst in mehreren Jahren verfügbar sein.

- 
- > *Indikator:* Aufgrund der Datenlage wird zum jetzigen Zeitpunkt auf die Bildung eines Indikators verzichtet.
- 

## 3.2 Nutzenkategorie Sicherheit

Sämtliche FEGS dieses Kapitels sind dem Nutzen «Schutz von Mensch, Tier und Sachwerten» zuzuordnen. Während die beiden ersten Leistungen unmittelbare Schutzleistungen und somit «direkt nutzbare finale Ökosystemleistungen» darstellen, ist die Speicherung von CO<sub>2</sub> eine intermediäre Ökosystemleistung. Sie erscheint dennoch im Inventar, weil ihre Auswirkungen auf die Stabilität des Klimas erst mit grosser zeitlicher Verzögerung gemessen werden können.

Übersicht

## S1 Schutzleistung vor Lawinen, Murgängen, flachgründigen Rutschungen sowie vor Stein- und Blockschlag durch Vegetation an Steilhängen.

Geländesicherung

*Schutzwälder schützen Mensch und Sachwerte in gefährdeten Gebieten vor Lawinen, Murgängen, flachgründigen Rutschungen sowie Stein- und Blockschlag. Die Wurzeln der Vegetation an Steilhängen binden und verfestigen das Erdreich und vermindern so die Gefahr von Murgängen und flachgründigen Rutschungen zusätzlich.*

Die Schutzwaldleistung kann einerseits durch die Schutzwaldfläche und andererseits durch die geschützten Werte – verhinderte Schäden – operationalisiert werden. Weiter wäre abzuklären, inwiefern sich die Wahrscheinlichkeiten für derartige Ereignisse in die Indikatoren integrieren liessen und ob sich allenfalls bei Versicherungen Angaben zu den geschützten Werten und den Ereignishäufigkeiten ermitteln liessen.

Wir empfehlen, die folgenden Indikatoren für eine Umsetzung zu prüfen:

- > **Indikator 1:** Schutzwaldfläche relevant für Lawinenschutz; in km<sup>2</sup> oder als Karte (Hintermann & Weber (2009) schlagen als Indikator die Verwendung von Schutzwaldflächen oberhalb Verkehrswegen und Siedlungen anhand des LFI 2 vor)
- > **Indikator 2:** Schutzwaldfläche relevant für Schutz vor Rutschungen (Hangmuren); in km<sup>2</sup> oder als Karte
- > **Indikator 3:** Schutzwaldfläche relevant für Schutz vor Stein- und Blockschlag; in km<sup>2</sup> oder als Karte
- > **Indikator 4:** Geschützte Werte durch «Schutzwald Lawinen» in CHF (erlaubt eine szenariodefinierte Risikoberechnung)
- > **Indikator 5:** Geschützte Werte durch «Schutzwald Rutschungen» in CHF (erlaubt eine szenariodefinierte Risikoberechnung)
- > **Indikator 6:** Geschützte Werte durch «Schutzwald Stein- und Blockschlag» in CHF (erlaubt eine szenariodefinierte Risikoberechnung)

Falls die Indikatoren zusammengezogen werden sollten, bieten sich beispielsweise die folgenden zwei Indikatoren an:

- > **Zusammengezogener Indikator 1:** Schutzwaldfläche für den Schutz vor Naturgefahren, in km<sup>2</sup> oder als Karte
- > **Zusammengezogener Indikator 2:** Geschützte Werte durch Schutzwald in CHF (erlaubt eine szenariodefinierte Risikoberechnung mit Eintretenswahrscheinlichkeit x Schaden ausmass)

## S2 Schutzleistung durch Gebiete, die überflutet werden oder Wasser zurückhalten können

Hochwasserprävention

*Grosse Niederschlagsmengen können die Wasseraufnahmefähigkeit der Böden überfordern. Nicht versiegelte Flächen wie Auen, Flachmoore, Wälder und landwirtschaftliches Anbaugelände dienen in unterschiedlichem Mass der Hochwasserprävention und schützen so Infrastrukturen und Menschen vor Überflutung.*

Für die Operationalisierung wäre es notwendig, entweder diese nicht-versiegelten Flächen in Gebieten mit Hochwassergefahr aufzuzeigen<sup>22</sup> oder den risikogewichteten Wert der natürlich geschützten Gegenstände. Es bestehen derzeit keine Daten, die aufzeigen, welche natürlichen Gebiete für den Hochwasserschutz besonders wichtig sind. Im Rahmen des Projekts Aquaprotect wird die Überflutungsgefährdung für sämtliche Flächen in der Schweiz bestimmt. Der Fokus liegt dabei auf der Überflutungsgefahr, und nicht auf Flächen, welche für Siedlungsgebiete einen Überflutungsschutz bieten.

**> Indikator:** Im jetzigen Zeitpunkt wird auf die Bildung eines Indikators verzichtet.

## S3 Speicherung von CO<sub>2</sub>

Speicherung von CO<sub>2</sub>

*Die Bindung von CO<sub>2</sub> durch Wälder, Grünland und Moore reduziert die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre. Die CO<sub>2</sub>-Speicherung ist für die Bevölkerung nicht direkt nutzbar. Sie dient langfristig dem Klimaschutz und verhindert so indirekt Schäden der Klimaveränderung. Die Stabilität des Klimas stellt die eigentliche Endleistung dar. Da diese Endleistung allerdings mit bis zu 50 Jahren Verzögerung eintritt, wird die CO<sub>2</sub>-Speicherung als intermediäre Ökosystemleistung ins Inventar aufgenommen.*

Die Speicherleistung von CO<sub>2</sub> durch Ökosysteme kann durch die Mengenangabe der CO<sub>2</sub>-Speicherung operationalisiert werden.<sup>23</sup>

Interessant ist die jährliche CO<sub>2</sub>-Reduktion (falls positive Werte) durch Ökosysteme, indem diese mehr CO<sub>2</sub> durch Photosynthese binden als durch Verwesung freigesetzt wird (Vergrösserung CO<sub>2</sub>-Vorrat). Dies wird für die unterschiedlichen Landnutzungen, im Sinne von unterschiedlichen Ökosystemen dargestellt. Diese Leistung kann einerseits nach Regionen, andererseits auch exakt für die Einheiten der Arealstatistik dargestellt werden. Ebenfalls interessant ist die relative und absolute Bedeutung der einzelnen Landnutzungsformen für die CO<sub>2</sub>-Speicherung sowie die gesamthafte Entwicklung des durch Ökosysteme gespeicherten CO<sub>2</sub> über die Zeit.

<sup>22</sup> Hintermann & Weber (2009) schlagen als Indikator u.a. die «Gesamtfläche der regelmässig überschwemmten Gebiete» vor

<sup>23</sup> Vgl. Auch Ansätze zum carbon accounting (SEEA, UNFCCC, LULUCF und Kyoto Protokoll, REDD)

Wir empfehlen, die folgenden Indikatoren für eine Umsetzung zu prüfen:

- > **Indikator 1:** Veränderung in der Treibhausgasspeicherung pro Jahr verursacht durch Änderung der Waldbewirtschaftung in Tonnen CO<sub>2</sub>
- > **Indikator 2:** Veränderung in der Treibhausgasspeicherung pro Jahr durch Landnutzungsänderungen gemessen in Tonnen CO<sub>2</sub> (negative Werte = Emissionen)
- > **Indikator 3:** Ein Index des CO<sub>2</sub>-Vorrats für die einzelnen Landnutzungsformen (Wald, Kulturland, Grünland, Feuchtgebiete [Basis: Die Summe der Indexwerte aller Landnutzungsformen wird für 1990 auf 100 gesetzt])

## 3.3

### Nutzenkategorie Natürliche Vielfalt

Die Nutzenkategorie natürliche Vielfalt enthält nur eine FECS der Art direkt nutzbare finale Ökosystemleistung.

Übersicht

#### V1 Existenz natürlicher Vielfalt auf der Ebene der Arten, Gene, Ökosysteme und Landschaften

Biodiversität

*Die Existenz und der Fortbestand der Biodiversität ist eine Endleistung, insofern als damit Existenz- oder Vermächtniswerte begründet werden. D. h. dass unabhängig von einer eigentlichen Nutzung der Biodiversität ein Wert und damit ein Wohlfahrtsbeitrag zugesprochen wird. Es geht hier also um die nutzungsunabhängige Wertschätzung durch die Bevölkerung. Die Biodiversität umfasst die natürliche Vielfalt auf der Ebene der Ökosysteme, der Arten und des Genpools der einzelnen Arten sowie der Landschaften. Sie stellt gleichzeitig die Grundlage für viele weitere Ökosystemleistungen dar.*

Bei dieser FECS handelt es sich insofern nicht um eine klassische Ökosystemleistung, als es sich nicht um eine Dienstleistung oder ein Gut handelt, welches genutzt wird. Dennoch sind Existenz- und Vermächtniswerte Teil des «Total Economic Value». Folgerichtig werden sie beispielsweise bei EEA (2010, 13) als Ökosystemleistungen aufgeführt.

Diese FECS wird mit Hilfe von mehreren einzelnen Indikatoren erhoben. Derzeit steht kein Indikator zur Biodiversität in allen Dimensionen bereit, weshalb für jeden Aspekt (Arten, Gene, Ökosysteme und Landschaften) je einzeln ein Indikator gefunden werden muss. Da keine Masse für funktionale Vielfalt (und damit auch Überlebensfähigkeit einer Art) bestehen, werden Indikatoren verwendet, welche die Vielfalt als Vielfalt im engeren Sinn von «Anzahl ...», messen. Auch werden aktuell die Indikatoren intensiv, unter anderem im Zusammenhang mit der Biodiversitätsstrategie diskutiert, was zur Folge hat, dass die hier diskutierten Indikatoren Vorschläge sind, die momentan den am besten und einfachsten verfügbaren Informationen entsprechen.



- 
- > *Arten:* Die Indikatoren Z3, Z5, Z7 und Z9 des Biodiversitätsmonitoring BDM<sup>24</sup> sind zur Erhebung von Trends und Veränderungen der Artenvielfalt konzipiert. Es umfasst daher nur ca. 1/3 der tatsächlich existierenden Arten. Um die tatsächliche Anzahl existierender Arten in der Schweiz auszuweisen, wäre daher eine Kombination von Angaben aus verschiedenen nationalen Datenbanken notwendig.
  - > *Ökosysteme:* Die BDM-Indikatoren Z10/Z11 beziehen sich nicht auf die Anzahl verschiedener Habitate und können darum eher nicht als Indikatoren für die Vielfalt der Ökosysteme verwendet werden. Es sollte aber möglich sein, aufgrund der in den nationalen Datenbanken verfügbaren Informationen und Rohdaten und der Angaben über die Anzahl und Ausdehnung existierender Lebensräume in der Schweiz einen Indikator zu generieren. Entsprechende Untersuchungen sind derzeit im Gang.
  - > *Genetische Vielfalt:* Soweit die genetische Vielfalt z. B. in der Landwirtschaft oder Pharmaindustrie wirtschaftlich genutzt wird, wird sie durch die Ökosystemleistung W10 abgedeckt. Der nutzungsunabhängige Wert der genetischen Vielfalt müsste durch Indikatoren für Wildpflanzen, -tiere und -pilze abgebildet werden. Solche stehen derzeit nicht zur Verfügung. Deshalb wird zum jetzigen Zeitpunkt auf die Bildung eines Indikators verzichtet.
  - > *Landschaften:* Allenfalls könnten über die Typologie der Schweizer Landschaften, die von BAFU und ARE erstellt wurde, die Fläche gesicherter Schutzgebiete (Vorschlag Hintermann & Weber 2009) oder die Gesamtfläche der Naturparks von nationaler Bedeutung (Vorschlag Hintermann & Weber 2009) solche Indikatoren erstellt werden (wobei die beiden genannten Vorschläge tendenziell zu begrenzt sind).

Generell ist die Operationalisierung von natürlicher Vielfalt sehr schwierig. Um unumstrittene Indikatoren und die geeigneten Datengrundlagen zu finden, müssten noch weitere Gespräche mit Experten und Expertinnen geführt werden.

Wir empfehlen, die folgenden Indikatoren für eine Umsetzung zu prüfen:

- 
- > **Indikatoren 1–3:** BDM-Indikatoren Z3, Z7 und Z9
  - > **Indikator 4:** Indikator zu den Landschaftstypen (basierend auf einer Typologie der Landschaften der Schweiz, Schutzgebietsstatistik)
- 

Ausserdem soll die Machbarkeit eines Indikators «Veränderung der Anzahl und Ausdehnung existierender Lebensräume in der Schweiz» vertieft geprüft werden.

---

<sup>24</sup> [www.biodiversitymonitoring.ch](http://www.biodiversitymonitoring.ch)

## 3.4

**Nutzenkategorie wirtschaftliche Leistungen (natürliche Produktionsfaktoren)**

In dieser Nutzenkategorie befinden sich FEGS, die als Inputfaktor für Branchen und Industrien genutzt werden.

Übersicht

**W1 Natürliches Angebot an Trink- und Brauchwasser aus nutzbarem Grundwasser und Oberflächenwasser.**

Wasser

*Die Nachfrage nach sauberem Trink- und Brauchwasser wird in der Schweiz einerseits direkt aus Quellen und Grundwasser andererseits durch die Aufbereitung von Wasser aus Oberflächengewässern (v. a. Seen) gedeckt. Diese Ökosystemleistung beschränkt sich auf Wasser aus Quellen und Grundwasser, das ohne Aufbereitung Trinkwasserqualität aufweist.*

80 % der gesamten Wasserversorgung stammen aus Grund- und Quellwasser. Gemäss einer Befragung des SVGW aus dem Jahr 1984 werden 50 % davon unbehandelt ins Leitungsnetz gespeist. Alles Seewasser, also die restlichen 20 % der gesamten Wasserversorgung, wird dagegen mit aufwendigen Anlagen aufbereitet und kann nicht als direkte Ökosystemleistung betrachtet werden.

Wir empfehlen, die folgenden Indikatoren für eine Umsetzung zu prüfen:

- > **Indikator 1:** Wasserversorgung aus unbehandeltem Quell- und Grundwasser in Mio. m<sup>3</sup> Wasser pro Jahr
- > **Ergänzender Indikator 2:** Prozentanteil des unbehandelten Quell- und Grundwassers an der gesamten Wasserversorgung

**W2 Natürliches Angebot an Produktionsunterstützungsleistungen: Bestäubung und Schädlingsbekämpfung**Prozesse zur  
Produktionsunterstützung

*Die Landwirtschaft und die Waldwirtschaft sind auf diverse Ökosystemleistungen angewiesen, welche als Inputfaktoren der landwirtschaftlichen Produktion betrachtet werden können. Dazu gehört die Bestäubung der Nutzpflanzen durch Insekten, sowie die Schädlingsbekämpfung durch Nützlinge.*

Bestäubung und Schädlingsbekämpfung sind Ökosystemleistungen. Die beiden Aspekte müssen aber getrennt operationalisiert werden.

Zur **Bestäubung** als Produktionsunterstützung tragen in erster Linie Insekten bei, wobei den Bienen (Honig- und Wildbienen, inkl. Hummeln) die grösste Bedeutung beizumessen ist. In der Schweiz wird die Imkerei nach wie vor grösstenteils von Hobby-Imkern betrieben, die aber in Verbänden zusammengeschlossen sind und daher statistisch erfassbar sind.

Als Indikatoren für die Bestäubung bieten sich einerseits Anzahl und Qualität von Pollen und Nektar liefernden Pflanzen an, andererseits die Bienendichte. Dabei ist natürlich zu beachten, dass der Indikator Bienendichte keine reine Leistung des Ökosystems erfasst, weil der menschliche Beitrag durch die Imkerei wichtig ist.

Die Artenvielfalt der Flora stellt eine Art Versicherungswert der Bestäuber für Zeiten ohne Massentrachten dar. So ist beispielsweise für die Entwicklung der Bienenvölker eine gute Nektar- und Pollenversorgung während des ganzen Jahres wichtig, also auch im Herbst, wenn die Winterbienen schlüpfen und Vorräte angelegt werden. In Gebieten, in denen eine grosse Artenvielfalt an Wildpflanzen herrscht, ist diese Voraussetzung am besten gegeben. Neben diesem Qualitätsaspekt ist auch deren Verbreitung (Anzahl) wichtig.

Ein indirekter Indikator für die Bestäubungsleistung als Ökosystemleistung wäre allenfalls der Anteil nicht genutzter oder extensiv genutzter naturnaher Flächen (also ökologischer Ausgleichsflächen, und übriger Flächen) in der Umgebung von Produktionsflächen. Empirische Studien haben gezeigt, dass die Nähe von solchen Flächen die Erträge positiv beeinflusst. Derzeit ist unseres Wissens kein Indikator zur Messung der Nähe von Agrarflächen zu solchen Flächen verfügbar. Daher müssen diesbezüglich weitere Abklärungen z. B. bei der Arealstatistik vorgenommen werden.

Die **Schädlingsbekämpfung** wird in der Schweiz sowohl mit Hilfe von chemischen als auch mit Hilfe von organischen Wirkstoffen durchgeführt, wobei eine abschliessende Liste von für diesen Zweck zugelassenen Mikro- und Makroorganismen existiert. Dies ermöglicht sichtbar zu machen, wie viele natürliche Organismen so als Ökosystemleistung für die Landwirtschaft eingesetzt werden. Erfasst sind nur Organismen, die in irgendeiner Form aktiv eingesetzt werden. Das heisst, dass sämtliche Prozesse, die ohne weiteres menschliches Zutun ablaufen können, nicht erhoben werden.

Wir empfehlen, die folgenden Indikatoren für eine Umsetzung zu prüfen:

- 
- > **Indikator 1:** Anzahl und Qualität von Pollen und Nektar liefernden Pflanzenarten (gemäss Hintermann & Weber (2009))
  - > **Indikator 2:** (Alternativ und etwas weniger umfassend bezüglich der Bestäuber): Durchschnittliche Bienendichte in der Schweiz (Völker pro km<sup>2</sup>)
- 

### W3 Fruchtbarer Boden für die landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung

Fruchtbarer Boden

*Qualität und Quantität von Acker- und Weideland bilden eine zentrale Grundlage für die landwirtschaftliche Produktion von Nahrungsmitteln.*

*Diese Definition ersetzt jene im BAFU-Ausgangs-Inventar «Bildung fruchtbarer Böden und Bodenrückhaltung (soil formation and retention)». Die ursprüngliche Definition entspricht jener im Millennium Ecosystem Assessment (2005) sowie von De Groot et*

al. (2009a, 4)<sup>25</sup>, während die hier vorgeschlagene Definition auf dem Begriffsverständnis von Boyd aufbaut («Soil quality», «final ecosystem services are components of nature»).

Für die ursprüngliche Definition spricht, dass diese konzeptionell klar trennt zwischen Ökosphäre und Anthroposphäre und damit den Beitrag der Ökosysteme in den Fokus rückt. «Fruchtbarer Boden» ist demgegenüber das Resultat sowohl von Leistungen der Ökosysteme als auch von menschlichen Leistungen (z. B. Düngen, Bewässern, etc.). So gesehen ist der Boden keine Endleistung der Natur. Ausserdem entspricht die ursprüngliche Definition einer Flussgrösse (Flow), während «fruchtbarer Boden» eigentlich eine Bestandesgrösse (Stock) darstellt.

Für die Messung der Verfügbarkeit von Böden bieten sich die Daten der Arealstatistik an. Die Arealstatistik gibt nur die Flächen nach Nutzungsart an, differenziert aber nicht nach Qualität der Böden. Die Nutzung zu einem landwirtschaftlichen oder forstwirtschaftlichen Zweck deutet aber darauf hin, dass dieser Boden für diesen Zweck fruchtbar genug ist. Diese Indikatoren können aufzeigen, wie viel Fläche in der Schweiz durch Ökosysteme bereitgestellt wird, so dass eine land- oder forstwirtschaftliche Nutzung möglich ist.

Wir empfehlen, die folgenden Indikatoren für eine Umsetzung zu prüfen:<sup>26</sup>

.....

➤ **Indikator 1:** Landwirtschaftlich genutzte Bodenfläche in Hektaren:

Fläche (einzeln oder aufsummiert) von Böden, die für die landwirtschaftliche Nutzung gemäss den Arealstatistik-Kategorien Obstbauflächen (Obstanlagen, Feldobst), Rebbauf Flächen, Gartenbauflächen, Wies- und Ackerland, Heimweiden, ev. Alpweiden (werden nicht ganzjährig genutzt) und günstige Alp- und Juraweiden, verwendet werden.

➤ **Indikator 2:** Forstwirtschaftlich genutzte Bodenfläche in Hektaren:

Fläche (einzeln oder aufsummiert) von Böden, die für die forstwirtschaftliche Nutzung gemäss den Arealstatistik-Kategorien Normalwald, Waldstreifen, Waldecken, Aufforstungen, Waldschadenflächen, aufgelöster Wald auf unproduktiven Flächen und aufgelöster Wald auf Landwirtschaftsflächen verwendet werden. Sie umfassen alle forstwirtschaftlichen Flächen, die der Produktion von Holz im Sinne der Forstwirtschaft dienen.

.....

<sup>25</sup> De Groot et al. (2009a, 4) sprechen von «Soil formation and regeneration». Sieben Jahre früher führten De Groot et al. (2002, 396) «Soil formation» und «Soil retention» noch unter «Functions» auf, mit den zugehörigen *goods and services* «Maintenance of productivity on arable land» und «Maintenance of natural productive soils» sowie «Maintenance of arable land» und «Prevention of damage from erosion/siltation».

<sup>26</sup> Als möglicher weiterer Indikator sind vielleicht noch die Fruchtfolgeflächen denkbar, welche ja als die qualitativ besten Böden für die Landwirtschaft deklariert und im Raumplanungsgesetz RPG geschützt werden.

#### W4 Futterpflanzen und organische Düngemittel für die landwirtschaftliche Nutzung

Futter und Dünger

*Im Ausgangs-Inventar des BAFU hiess diese FECS «Wildwachsendes Tierfutter und organische Düngemittel (z. B. Stroh, Blätter)». Diese Formulierung fokussierte noch stärker auf die Leistungen der Ökosphäre, und schloss Leistungen der Landwirtschaft als Wirkungsbereich des Menschen konzeptionell aus. Diese Abgrenzung ist aber gerade in der Landwirtschaft unscharf, da natürliche Prozesse auch in einer vom Menschen stark geprägten Landwirtschaft eine grosse Rolle spielen (die Literatur spricht teilweise auch von Agrar-Ökosystemen).*

*Die Produktion pflanzlicher Nahrungsmittel profitiert von der Nährstoffanreicherung des Bodens durch organische Düngemittel. Diese umfassen sowohl pflanzliche Biomasse als auch Hofdünger (Gülle, Mist) aus der Tierhaltung. Die Nutztierhaltung der Landwirtschaft profitiert von Futterpflanzen. Als prominentes Beispiel kann das Gras auf dem Weideland der Kühe genannt werden. Bei der Operationalisierung dieser FECS muss die Abgrenzung gegenüber dem W3 «fruchtbarer Boden» beachtet werden.*

Gesucht sind Indikatoren, die aufzeigen, welchen Anteil oder welche Menge der Futterpflanzen und organischen Düngemittel für die landwirtschaftliche Nutzung direkt als Ökosystemleistung bezogen werden.

Für Futterpflanzen sollten diese Daten ermittelbar sein, indem berechnet wird, welcher Anteil des Futterbedarfs der Nutztiere nicht zugekauft werden muss.

Beim Dünger besteht das Problem, dass Bauern die Menge des verwendeten organischen Düngers nicht erheben müssen.

Wir empfehlen, die folgenden Indikatoren für eine Umsetzung zu prüfen:

- > **Indikator 1:** Verwendetes Schweizer Futtergetreide (in 1000 Tonnen pro Jahr)
- > **Indikator 2:** Schätzung der Menge (in Tonnen) des aus Wiesen und Weiden stammenden Futters für die Landwirtschaft
- > **Indikator 3:** Schätzung der Menge (in Tonnen) des in der Landwirtschaft verwendeten organischen Düngemittels

#### W5 Holzzuwachs und forstwirtschaftliche Nutzung

Holzzuwachs

*Im Ausgangs-Inventar des BAFU hiess diese FECS «Nutzbarer Holzzuwachs (bei Naturverjüngung) z. B. für Bau, Möbel, und Papierproduktion». Diese Formulierung fokussierte noch stärker auf die Leistungen der Ökosphäre, und schloss Leistungen der Forstwirtschaft als Wirkungsbereich des Menschen konzeptionell aus. Diese Abgrenzung ist aber gerade in der Forstwirtschaft unscharf, da natürliche Prozesse auch hier eine grosse Rolle spielen (die Literatur spricht teilweise auch von Agrar-Ökosystemen).*

*Holz stellt in Form von Stammholz, Industrieholz und Energieholz eine wichtige Ressource dar. Die Menge der nachhaltigen Holznutzung durch die Forstwirtschaft ist*

*primär durch den Holzzuwachs beschränkt. Lokal kann zur Erhaltung und Förderung der Waldstabilität der Vorrat zugunsten von Jungwald abgebaut werden. Um langfristig den Holzvorrat konstant zu halten, muss der Holzzuwachs der Summe aus den genutzten und abgestorbenen Bäumen (Mortalität) entsprechen.*

Der jährliche Holzzuwachs, die jährliche Holznutzung und die Mortalität sollen gemeinsam die Entwicklung des nachhaltigen Nutzungspotenzials sowie die tatsächlich pro Jahr genutzte Holzmenge beschreiben. Damit diese drei Werte einander gegenübergestellt werden können, ist es wichtig, dass für alle Grössen die gleiche Bemessungsmethode verwendet wird. Der jährliche Holzzuwachs abzüglich Mortalität steht als nachhaltige natürliche Ressource zur Nutzung zur Verfügung und trägt so direkt zur Wohlfahrt bei.

Wir empfehlen, die folgenden Indikatoren für eine Umsetzung zu prüfen:

- > **Indikator 1:** Holzzuwachs in 1000 m<sup>3</sup> pro Jahr
- > **Indikator 2:** Nettoholzzuwachs in 1000 m<sup>3</sup> pro Jahr  
(Holzzuwachs minus Nutzung und Mortalität)
- > **Indikator 3:** Menge des genutzten Holzes in 1000 m<sup>3</sup> pro Jahr  
(jährliche Nutzung: Bei diesem Indikator besteht die Gefahr, dass bei zu grosser jährlicher Holznutzung das Holz-Umweltkapital abgebaut wird deswegen der Indikatorwert überhöht wird)

## W6 Wildtiere und Fische für die kommerzielle Nutzung

Wildtiere und Fische  
(kommerziell)

*Ein Teil der auf dem Markt gehandelten tierischen Produkte sind nicht das Resultat einer gezielten Züchtung und Haltung der Tiere. Wildtiere und Fische werden geschossen beziehungsweise gefangen ohne vorher vom Menschen gezüchtet worden zu sein.*

Für die Operationalisierung müssen sowohl Indikatoren für Fisch als auch für Wildtiere (Wildbret) gefunden werden. Dabei bietet sich die absolute Menge der gefangenen / gejagten Tiere an. Zur besseren Einordnung dieser Mengen andererseits könnte ergänzend angegeben werden, welchen Anteil diese in der Schweiz gefangenen / gejagten Tiere an der gesamten Schweizer Produktion aufweisen.

- > **Fische:** Die Menge der für die kommerzielle Nutzung verwendeten Fische lässt sich der Fischereistatistik entnehmen. Dabei ist die totale Menge der durch die Berufsfischerei gefangenen Fische in der Schweiz der beste Indikator. Die industrielle Speisefischproduktion ist in der Schweiz grossenteils keine eigentliche Aufzucht sondern eine Fischhaltung von importierten Fischen. Diese Produktion wird daher nicht als eigentliche Ökosystemleistung gezählt und fliesst daher nicht in diesen Indikator ein.
- > **Wildbret:** In der Schweiz gibt es keine Berufsjagd. Aufgrund der Abschusszahlen und des Durchschnittsgewichts der erlegten Tiere lässt sich der Wildbret-Ertrag be-

rechnen. Für Anteile des selbst konsumierten und des weiterverkauften Wildbrets bestehen allerdings lediglich Schätzungen und keine exakten Zahlen.

Diese Indikatoren ermöglichen es zu kommunizieren, wie relevant Wildtiere aus der Schweiz für den Konsum von Schweizer Wildtieren sind, unter der Annahme, dass der Regulator dafür sorgt, dass nicht mehr gejagt und gefischt wird als die Populationen auch zulassen.

Wir empfehlen, die folgenden Indikatoren für eine Umsetzung zu prüfen:

- 
- > **Indikator 1:** *Totaler Jahresertrag der Berufsfischerei in Schweizer Seen in Tonnen Fisch (Der Indikator ist aber insofern problematisch, als er eine Überfischung nicht anzeigt. Ausserdem überschätzt er die Leistung der Ökosysteme wegen der in vielen Seen üblichen Aussetzung von Jungfischen.)*
  - > **Ergänzender Indikator 2:** *Ertragsanteil der Schweizer Berufsfischerei am gesamten Konsum von Schweizer Fischen*
  - > **Indikator 3:** *Totaler Jahresertrag der Jagd (Wildbret) in der Schweiz in Tonnen Fleisch (oder besser: Totaler Jahresertrag plus Bestandesveränderung in der Schweiz [wenn letztere verfügbar])*
  - > **Ergänzender Indikator 4:** *Anteil des in der Schweiz geschossenen Wildbrets am gesamten Wildbret-Konsum in der Schweiz*
- 

## **W7 Wertvolle Natur- und Kulturlandschaften für die kommerzielle Nutzung im Tourismus**

Landschaften für Tourismus

*Die schönen Natur- und Kulturlandschaften sind ein Hauptargument in der Tourismuswerbung in der Schweiz, Österreich und in Deutschland. Sie stellen eine zentrale Grundlage für die touristische Wertschöpfung dar. Es ist wichtig, den Beitrag dieser Landschaften zur touristischen Wertschöpfung von ihrem Erholungsnutzen abzugrenzen (siehe G2).*

Die Natur- und Kulturlandschaften stellen einen relevanten Inputfaktor für die touristische Wertschöpfung dar. Diese Landschaften erbringen gleichzeitig auch Erholungsleistungen (G2). Der gesuchte Indikator soll deshalb auf solche Nutzungen der Landschaften beschränkt werden, die direkt zu einer touristischen Wertschöpfung führen.

Für die touristische Wertschöpfung stehen die Beherbergung, die Verpflegung in Gaststätten und Hotels sowie der Passagierverkehr im Vordergrund. Von diesen drei hängt die Nutzung von Transportleistungen am stärksten mit den Landschaftsleistungen zusammen. Deshalb wird vorgeschlagen, die Anzahl Personentransporte durch die Schweizer Bergbahnen sowie die Personentransporte durch Postauto und Schiffe als Indikator zu verwenden. Diese Transportmittel werden in erster Linie für den Besuch schöner Landschaften genutzt. Die Nutzung ist kostenpflichtig, was zeigt, dass Personen eine Zahlungsbereitschaft haben, diese Landschaften zu betrachten. Idealerweise wird die Nutzung der Bergbahnen getrennt nach Sommer- und Winterhalbjahr erfasst, da die Qualität von Landschaft und Ökosystemen für den Sommertourismus wichtiger ist als für den Wintertourismus. Eine Abgrenzung der Nutzung von Schiffen und

Postautos von Pendlern und für die Freizeit ist nur schwer machbar, wäre aber wünschenswert.

Wir empfehlen, die folgenden Indikatoren für eine Umsetzung zu prüfen:

- > **Indikator 1:** Anzahl Personentransporte von Schweizer Bergbahnen, differenziert nach Sommer- und Winterhalbjahr
- > **Ergänzender Indikator 2:** Anzahl Personentransporte von Postautos (in touristischen Regionen) und Schiffen (auf Schweizer Gewässern)

## W8 Erneuerbare Energien:

### Wasserkraft, Windkraft, Biomasse, Solarenergie, Umweltwärme und Geothermie

Erneuerbare Energien

*Alle Energiequellen werden letztlich von der belebten und der unbelebten Umwelt zur Verfügung gestellt. Die nicht erneuerbaren Energiequellen werden hier nicht aufgeführt, da die Energieproduktion aus diesen Ressourcen langfristig nicht dem Grundsatz «mehr ist besser» genügt. Alle erneuerbaren Energien ausser der Biomasse, werden allerdings nicht von Ökosystemen produziert. Es handelt sich um abiotische Energiequellen. Einzig zur Energieproduktion verwendete Biomasse wird durch Ökosysteme produziert. Insofern gelten erneuerbare Energien deshalb nicht als klassische Ökosystemleistungen (siehe Diskussion in Kapitel 6.1.1). Hier werden sie unter anderem aufgrund ihrer volkswirtschaftlichen Bedeutung in der Liste von Ökosystemleistungen aufgeführt.*

Erneuerbare Energien als Ökosystemleistungen können auf unterschiedlichen Stufen der Energieproduktion quantifiziert werden. Relevant ist der Endverbrauch aus Wasserkraftnutzung, Nutzung von Sonnenenergie, Biomasse, Windenergie, Umweltwärme, und Geothermie. Um die in der Schweiz produzierte Leistung zu erhalten, müssen die Exporte zum Endverbrauch hinzugerechnet werden und die Importe abgezogen werden.

Energiemengen sind schwer kommunizierbar, da sowohl die Masseinheiten als auch die Grössenordnungen wenig intuitiv sind. Ausserdem ist bei der Elektrizität als nicht speicherbare Energieform der Zeitpunkt der Energiebereitstellung fast so wichtig wie die Menge. Um die Bedeutung erneuerbarer Energien zu kommunizieren, sind deshalb prozentuale Anteile besser geeignet. Auch für die Kommunikation politischer Zielsetzungen sind solche Anteile besser geeignet (Beispiel EU 20 %-Ziel). Werden Elektrizität und andere Energien getrennt aufgezeigt, können diese beiden Themengebiete einzeln diskutiert werden.



Wir empfehlen, die folgenden Indikatoren für eine Umsetzung zu prüfen:

- 
- > **Indikator 1:** Absolute Menge und Anteile der aus erneuerbaren Energien produzierten Elektrizität am Endverbrauch von Strom in der Schweiz (prozentuale Anteile von in der Schweiz produzierter Elektrizität aus Wasserkraft, Sonnenenergie, Windenergie, Biomasse und Geothermie)
  - > **Indikator 2:** Absolute Menge und Anteile der erneuerbaren Energien am Endverbrauch von Energie ohne Elektrizität (wie oben)
- 

#### W9 Natürliche Produktionsunterstützungsleistungen: Kühlleistung

Kühlleistung

*Verschiedene Industrien nutzen Komponenten von Ökosystemen als Kühlmittel. Kühlleistungen werden insbesondere durch Wasser aus Wasserläufen, aber auch von Böden und der Umgebungsluft erbracht.*

Daten zur Kühlleistung bestehen lediglich in Bezug auf Kühlwasser. Gemäss einer Studie des Schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfaches SVGW zum Wasserverbrauch der Industrie entfallen circa 75 % des gesamten geschätzten Durchflusskühlwasserbedarfs auf die Atomkraftwerke (Auskunft B. Guggisberg, BFE). Der Kühlwasserbedarf der AKW zeigt einen wichtigen Produktionsaspekt von Atomstrom, der als Ökosystemleistung bezogen wird.

Wir empfehlen, den folgenden Indikator für eine Umsetzung zu prüfen:

- 
- > **Indikator 1:** Kühlwasserverbrauch der AKW in Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr
- 

#### W10 Genetische Ressourcen und biochemische Wirkstoffe

Organische Ressourcen

*Genetische Ressourcen werden in unterschiedlichen Sektoren genutzt, unter anderem in der Landwirtschaft (z. B. für die Züchtung neuer Tierrassen oder Pflanzensorten), in der Pharma- und Biotech-Industrie (z. B. für die Herstellung neuer Medikamente), in der Forschung (z. B. Isolierung von Wirkstoffen aus Pflanzen), etc. Lieferanten von neuen interessanten biochemischen Wirkstoffen sind Bakterien, Pflanzen sowie andere Organismen. Daneben dienen Organismen auch als Vorbilder für verschiedene technische Konstruktionen.*

Genetische Ressourcen (Material von Pflanzen, Tieren, Mikroorganismen oder anderem Ursprung, das funktionale Erbinheiten enthält) können direkt aus Ökosystemen im In- und Ausland gewonnen werden. Sie werden oft auch in so genannten Stammsammlungen oder Genbanken ex-situ gelagert. Derzeit befindet sich zum Beispiel eine neue Stammsammlung für Mikroorganismen «Culture Collection of Switzerland» im Aufbau

Aus pragmatischen Gründen findet in diesem Bericht für den Indikator eine Einschränkung auf die Mikroorganismen in der Milch- und Käseproduktion statt. Hierzu unterhält die Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux (ALP) eine Stammsammlung. Diese umfasst rund 13 000 Bakterienisolate von 350 verschiedenen Spezies, die alle aus der Schweiz stammen. Im Rahmen der Biodiversitätskonvention werden neue Indikatoren betreffend Zugang zu genetischen Ressourcen und die gerechte Aufteilung der Vorteile (Access and Benefit-Sharing) diskutiert, die später ebenfalls für diese Ökosystemleistung verwendet werden könnten.

Wir empfehlen, den folgenden Indikator für eine Umsetzung zu prüfen:

.....

➤ **Indikator 1:** Anzahl Bakterienisolate für die Milchproduktion, Käseproduktion und Fleischproduktion (ev. sind auch andere Kategorien möglich).

.....

Ausserdem soll die Machbarkeit eines Indikators zur Vielfalt an Pflanzensorten oder Tierrassen in der Landwirtschaft vertieft geprüft werden.

#### **W11 Produktionsunterstützungsleistungen: Abbau beziehungsweise Speicherung von Reststoffen**

Abbau/Speicherung von Reststoffen

*Böden und die darin lebenden Kleinstlebewesen bauen organische Reststoffe ab. Diese Leistung wird beispielsweise in der Abwasserreinigung eingesetzt.*

Für die Operationalisierung müsste beispielsweise auf Studien zum Abbau unerwünschter Nährstoffe in Flüssen (Denitrifizierung) zurückgegriffen werden.

.....

➤ **Indikator:** Wir verzichten zurzeit auf die Bildung eines Indikators.

.....

## 3.5

**FEGS, für die derzeit keine Indikatoren gesucht wurden**

Im Folgenden findet sich eine Liste von Leistungen aus der Ökosphäre, die im Ausgangs-Inventar enthalten waren, die aber für das vorliegende Inventar aus verschiedenen Gründen nicht operationalisiert wurden.

Übersicht

**Tab. 8 > Nicht weiter verfolgte Leistungen aus der Natur**

*Für die nicht weiterverfolgten finalen Ökosystemleistungen (FEGS) aus dem Ausgangs-Inventar werden die Begründungen nachfolgend im Text erläutert. Die letzte Spalte zeigt zudem auf, in welche anderen FEGS ausgeschlossene Leistungen integriert wurden. Zusätzlich zeigt die Liste auch Leistungen aus der Ökosphäre, die zusätzlich diskutiert wurden beziehungsweise bereits bei der Erstellung des Ausgangs-Inventars ausgeschlossen wurden.*

Nutzenkategorie	FEGS	Grund	Service-Typ gemäss MEA
<b>FEGS aus dem Ausgangs-Inventar</b>			
Gesundheit	Schutzleistung durch Ozon in der Stratosphäre	Erläuterung im Text	So nicht enthalten
Gesundheit	Angebot an für Menschen ungefährlichen Böden	Erläuterung im Text	So nicht enthalten
Gesundheit	Schutzleistung durch Ökosysteme und Organismen, die der Verbreitung von Krankheiten entgegen wirken	Erläuterung im Text	Regulating services (disease regulation)
Vielfalt	Existenz vielfältiger Landschaften mit ihren individuellen Ausprägungen und Landschaftselementen	Erläuterung im Text	Nur teilweise abgedeckt: Cultural services (sense of place, spiritual & religious values, education and inspiration)
Wirtsch. Leistung	Natürliches Angebot an essbaren Wildpflanzen und -tieren für den Eigengebrauch	Erläuterung im Text	Provisioning services (primary production)
<b>Zusätzlich diskutierte, jedoch nicht weiterverfolgte Leistungen aus der Ökosphäre</b>			
Wirtsch. Leistung	Natürliches Angebot an Kies, Schotter, Steinen etc. für die kommerzielle Nutzung	Erläuterung im Text	So nicht enthalten, (provisioning service)
<b>Bereits im Ausgangs-Inventar ausgeschlossene Leistungen aus der Ökosphäre</b>			
Gesundheit	Filterleistung für sauberes Trinkwasser	Intermediär, → W1	Provisioning services (fresh water), regulating services (water purification)
Gesundheit	Sonnenstrahlung, die für Desinfektionsleistung von Trinkwasser verwendet wird	Intermediär, → W1	So nicht enthalten
Gesundheit	Gebiete mit niedrigem Schallpegel Gebiete, in denen Naturklänge vernehmbar sind	→ G7 → Merkmal von G3 und W7	So nicht enthalten
Vielfalt	Lebens- und Vernetzungsräume (Habitatangebot)	Intermediär, → V1	Nur teilweise abgedeckt: Cultural services (spiritual, knowledge system, education & inspiration, spiritual and religious values)
Vielfalt	Regenerationsleistung der Landschaft als Wirkungsgefüge für die natürlichen Ressourcen	Intermediär, → V1	So nicht enthalten
Vielfalt	Gebiete ohne (hörbare) anthropogene Schallquellen	Merkmal von V1, G7	So nicht enthalten
Wirtsch. Leistung	Sicherstellung der Gesundheit des Anbaugebiets durch unmittelbare Umwelt (für Land- und Forstwirtschaft)	→ W3	Regulating services (disease regulation)
Wirtsch. Leistung	Trinkwasser aus Bergbächen usw.	Geringe Relevanz, → W1	Provisioning services
Wirtsch. Leistung	Schneesicherheit (für Tourismus)	→ Merkmal von W7	Provisioning bzw. regulating services
Wirtsch. Leistung	Als Schmuck u.a. verwendete Naturmaterialien	Geringe Relevanz	Provisioning services
Wirtsch. Leistung	«Gases needed for combustion and production processes as well as oxygen, carbon dioxide, water and nutrition»	Vergleiche Text zu Schutzleistung durch Ozon	Provisioning services

Quellen: econcept, BAFU-Inventar 2009

### Schutzleistung durch Ozon in der Stratosphäre

Ozonschichtdicke

Die Ozonschichtdicke über der Schweiz gehört einer sehr allgemeinen Kategorie an, wie etwa das Vorhandensein einer Atmosphäre mit Sauerstoff, das Erdmagnetfeld zur Abschirmung der Erdoberfläche vom Sonnenwind oder die lebensfreundlichen Temperaturen auf der Erdoberfläche. Die Ozonschichtdicke ist eine Eigenschaft des Ökosystems. Sie ist für die Schweizer Bevölkerung wie auch für die Ökosysteme in der Schweiz relevant (und wird zudem durch die Aktivitäten der Schweizer Bevölkerung global mitbeeinflusst). Eine Operationalisierung dieser FECS ist zum jetzigen Zeitpunkt schwierig, weshalb mindestens vorläufig auf die weitere Ausarbeitung von Indikatoren für diese FECS verzichtet wird.

### Angebot an für Menschen ungefährlichen Böden

Bodenqualität

Das Angebot an für Menschen ungefährlichen Böden gehört zur Leistungsart «natürlicher/gesunder Lebensraum». Ein natürlicher bzw. gesunder Lebensraum ist durch sehr viele Eigenschaften charakterisiert. Dabei muss zwischen städtischen / industriell kontaminierten Böden und landwirtschaftlichen Böden unterschieden werden. Diese FECS wird aus Gründen der quantitativen volkswirtschaftlichen Relevanz vorläufig nicht ins Inventar aufgenommen. Vor einer späteren Aufnahme ins Inventar müsste also eine Einschätzung über die Menge von Böden, die in der Schweiz beim direkten Kontakt (Hautkontakt, Einnahme) ein Gesundheitsrisiko darstellen, vorgenommen werden.

### Schutzleistung durch Ökosysteme und Organismen, die der Verbreitung von Krankheiten entgegenwirken

Ökosysteme und Organismen gegen Krankheiten

Es ist unklar, welche Krankheiten durch welche Ökosystemkomponente verhindert und welche Krankheiten durch Ökosystemkomponenten gefördert werden. Häufig fördern gesunde Ökosysteme Krankheiten, da sie den Krankheitserregern bzw. -überträgern einen Lebensraum bieten (Beispiel Zecken, Malaria). Aus diesem Grund wird es vermutlich unmöglich sein, einen gerichteten Indikator (im Sinne von «mehr ist besser») zu formulieren, da dasselbe Ökosystem/derselbe Organismus vor einer Krankheit schützen kann und gleichzeitig eine andere Krankheit fördern oder gar hervorrufen kann. Zusätzlich scheinen Krankheiten, die durch Gliederfüssler übertragen werden, in der Schweiz nicht mehr besonders relevant. Solange das Inventar der FECS ausschliesslich aus positiv gerichteten FECS besteht, wird diese FECS nicht operationalisiert. Zu einem späteren Zeitpunkt wäre es aber denkbar, auch FECS mit einem Disnutzen zu berücksichtigen.

### Existenz vielfältiger Landschaften mit ihren individuellen Ausprägungen und Landschaftselementen

Vielfältige Landschaften

Diese FECS bezieht sich auf den Nutzen, den Individuen daraus ziehen, dass eine vielfältige und schöne Landschaft existiert und allein dadurch einen positiven Nutzen verursacht. Die Abgrenzung von der FECS «Identifikation» ist allerdings schwer zu ziehen, da dort bereits die positiven Gefühle, die diese Landschaften auslösen können, abgedeckt sind. Diese FECS wird daher in G4 «Identifikation» und V1 «Existenzwert von Vielfalt» integriert, indem dort in beiden explizit auch auf landschaftliche Vielfalt hingewiesen wird.

---

**Natürliches Angebot an essbaren Wildpflanzen und -tieren für den Eigengebrauch**

Das natürliche Angebot an essbaren Wildtieren und -pflanzen (z. B. Pilzen) für den Eigengebrauch ist als wirtschaftliche Leistung volkswirtschaftlich nicht relevant. Die Mengen sind zu gering. Die kommerzielle Nutzung dieser Nahrungsmittel ist Bestandteil der FEES W6. Das Erlebnis des Jagens und Sammelns von Wildtieren und -pflanzen ist als Erholungsleistung Teil der FEES G1.

Wildpflanzen und -tiere  
zum Eigengebrauch

**Natürliches Angebot an Kies, Schotter, Steinen etc. für die kommerzielle Nutzung**

Der Nutzen aus dem natürlichen Angebot an Kies, Schotter, Steinen etc. ist ein Beitrag an das Baugewerbe/den Bergbau und gehört zur Nutzenkategorie wirtschaftliche Leistungen. Dieses Angebot einer natürlichen Ressource ist aufgrund der Bedeutung des Bergbaus/Baugewerbes in der Schweiz relevant.

Angebot an Kies, Schotter,  
Steinen

Gegen eine Aufnahme ins Inventar spricht erstens, dass es sich um eine abiotische Leistung handelt, sie wird also nicht von Ökosystemen produziert. Insofern liegt hier zumindest keine klassische Ökosystemleistung vor, wie dies auch bei gewissen erneuerbaren Energien der Fall ist. Zweitens ist diese natürliche Ressource nicht (in relevanter Frist) erneuerbar. Ihre Nutzung führt deshalb zu einer permanenten Reduktion des Kapitalstocks.

Es gibt also sowohl Argumente, die für eine Aufnahme ins Inventar sprechen, als auch Argumente dagegen. Wir empfehlen, auf eine Aufnahme ins Inventar vorläufig zu verzichten.

## 4 > Einordnung und Aggregation

*Das Inventar orientiert sich stark an den Bedürfnissen der Schweizerischen Umweltpolitik. Das folgende Kapitel zeigt, wie sich das Inventar in bestehende national und international verwendete Ansätze einbettet. Insbesondere wird eine Zuordnung der FEES in das MA und CICES vorgenommen. Zugleich werden Vorschläge zum Vorgehen bei einer Aggregation von FEES zu einem Index gemacht.*

### 4.1 Wohlfahrtsbezug

Die grundlegende Idee dieses Inventars ist es, Leistungen zu identifizieren, welche das Ökosystem erbringt, die einen positiven Einfluss auf die Wohlfahrt der Schweizer Wohnbevölkerung haben. Sämtliche im Inventar aufgenommenen FEES widerspiegeln eine solche Leistung aus der Ökosphäre, die Nutzen für die Bevölkerung generiert, also in die Nutzenfunktion von Menschen einfließt.

Leistungen mit positiven Effekten  
auf die Nutzenfunktion

Menschlicher Nutzen entsteht dabei typischerweise aus der Kombination von Ökosystemleistungen mit anderen Produktionsfaktoren.<sup>27</sup> Die Wohlfahrt der Menschen wird als Funktion der Komponenten Gesundheit, Sicherheit, Vielfalt und wirtschaftliche Leistungen dargestellt. Diese einzelnen Komponenten lassen sich weiter aufgliedern in einzelne Aspekte mit Wohlfahrtsbezug. Somit besteht jede FEES aus einer wohlfahrtsbezogenen Nutzenkomponente und einer natürlichen Komponente, die eine für diesen Nutzen relevante Funktion erfüllt. Abb. 7 zeigt, wie die derzeit identifizierten und operationalisierten FEES in einer Matrix aufgezeichnet werden können.

Wohlfahrtskomponenten

Es ist zu beachten, dass keine Dimension vollständig ist und die Tabelle im Prinzip jederzeit um weitere Komponenten der Natur oder der Wohlfahrt erweitert werden kann. Es können weitere Wohlfahrtskomponenten hinzugefügt, aber auch weitere Zustände, Prozesse und Ressourcen der Natur berücksichtigt werden. Nur Teilaspekte der Multifunktionalität der Ökosysteme können berücksichtigt werden

Offene Struktur

<sup>27</sup> «Benefits are typically generated by ecosystem services in combination with other forms of capital like people, knowledge, or equipment» (Fisher B. et al. 2008, 2052).

**Abb. 7 > Einordnung der FECS nach Wohlfahrts- und Naturkomponenten**

Die FECS können in eine offene Matrix von Naturkomponenten (blau) und Wohlfahrtskomponenten (hellblau) eingeordnet werden. Das weist darauf hin, wie das Inventar zu einem späteren Zeitpunkt weiter vervollständigt und ausdifferenziert werden kann. *Lesebeispiel:* Die Wohlfahrtskomponente «Erholung» wird von den natürlichen Komponenten «Pflanzen-, Tier- und Fischproduktion» positiv beeinflusst, weil Jagen, Fischen und Sammeln durch die Natur ermöglicht werden und zur Erholung und damit zur Wohlfahrt der Menschen beitragen.

Komponenten der Natur		Wohlfahrtskomponenten											
		Gesundheit			Sicherheit	Vielfalt	Wirtschaftliche Produktion						
		Erholung	Wohlbefinden	Prävention	Schutz	Vielfalt	Wasserversorgung	Fischerei- & Jagdwirtschaft	Forstwirtschaft	Landwirtschaft & Nahrungsmittelind.	Pharmaindustrie	Energiewirtschaft	Tourismus
Natürliche (erneuerbare) Ressourcen (Ergebnisse eines Produktionsprozesses)	Pflanzenproduktion	G1	G3							W4	W10		
	Tierproduktion	G1	G3					W6					
	Fischerei	G1						W6					
	Holz				S3				W5				
	Wasser						W1						
	Biotische Materialien										W10		
	Abiotische Materialien												
	Erneuerbare Energien											W8	
	Natur- und Kulturlandschaften	G2		G4		V1							W7
	Vegetation				S1					W3			
	Schwemmgebiete				S2								
	Artenvielfalt					V1					W10		
Prozesse der Natur	Mikroklimaregulation			G5									
	Speicherung von CO <sub>2</sub>				S3								
	Bestäubung									W2			
	Schädlingsbekämpfung									W2			
	Kühlung			W9						W9		W9	
	Abbau und Speicherung						W11			W11			
Zustände der Natur	Gesunde Luft				G6								
	Ruhe				G7								
	Nicht-ionisierende Strahlung				G8								

Quelle: econcept

## 4.2 Aggregation

Im Folgenden werden verschiedene Möglichkeiten diskutiert, die im Inventar aufgeführten finalen Ökosystemleistungen zu aggregieren. Die Auswahl der FECS für eine Aggregation sollte sich an einer konkreten Fragestellung orientieren. Damit diese Möglichkeit jeweils auch genutzt wird, ist es notwendig, eine methodisch einfache Form der Aggregation zu wählen.

#### 4.2.1 Thematische Auswahl der FEGS

Aus den oben angestellten Überlegungen zu Wohlfahrts- und Naturkomponenten leitet sich eine Möglichkeit zur Aggregation der einzelnen FEGS ab. Es kann nach Wohlfahrts- oder nach Naturkomponenten aggregiert werden.

Wohlfahrts- oder  
Naturkomponenten

Die einzelnen Spalten von Abb. 7 bilden Wohlfahrtskomponenten, d.h. die darin aufgeführten FEGS tragen gemeinsam zu einem Wohlfahrtsaspekt beziehungsweise einem Nutzen bei. Beispielsweise tragen G1, G2 und G3 gemeinsam zur Erholung bei. Eine nächsthöhere Aggregationsstufe bildet die Gesundheit als Aggregation der vier Nutzengruppen Erholung, Wohlbefinden, Prävention und Identifikation. Die Zeilen in Abb. 7 betreffen jeweils eine Naturkomponente. So werden sowohl G2, G4, V1 und W7 durch Natur- und Kulturlandschaften ermöglicht. Die Aggregation nach Naturkomponenten entspricht weitgehend der heutigen Einteilung der Umweltthemen in Verwaltung und Politik.

FEGS können auch in Verbundleistungen zusammengefasst werden. Durch das Zusammenwirken von mehreren Ökosystemleistungen können sich Einheiten ergeben, die nicht allein aus den einzelnen Nutzenkomponenten bestehen, sondern eine neue Dimension enthalten. Ein Beispiel dafür ist z. B. die Verbundleistung Standortqualität, die durch verschiedene FEGS beeinflusst wird. Es handelt sich hierbei um den wirtschaftlichen Nutzen, der sich für eine Region ergibt, indem weitere Leistungsträger wie Arbeitskräfte und Unternehmungen angezogen werden.

Verbundleistungen

Eine Darstellung solcher Verbundleistungen innerhalb des Inventars würde zu systematischen Doppelzählungen führen. Sie können jedoch als thematische Aggregationen ausgewiesen werden. Da Verbundleistungen eben auch eine neue Dimension enthalten, kann es sinnvoll sein, diese durch zusätzliche Indikatoren darzustellen.

**Tab. 9 > Beispiele für Verbundleistungen**

Verbundleistung	Nutzenkategorie	Nutzen	Mögliche zusätzliche Indikatoren und geeignete Datenquellen
<b>Standortqualitätsleistungen</b> von Umwelt- und Landschaftswerten (hohe Umwelt- und Landschaftsqualität am Wohn- und Arbeitsort als Faktor im Standortwettbewerb der Gemeinden und Städte)	Wirtschaftliche Leistungen	Beitrag an die Standortqualität	LABES-Indikatoren <sup>28</sup> , Bevölkerungsbefragungen
<b>Erhöhung der Zahlungsbereitschaft für Schweizer/regionale Produkte</b> durch landschaftliche Imagebildung (z. B. via AOC- oder Parklabels)	Wirtschaftliche Leistungen	Beitrag an die Lebensmittelbranche	Entwicklung des Anteils an Bioprodukten und zertifizierten Produkten

<sup>28</sup> Die Abkürzung LABES steht für Landschaftsbeobachtung Schweiz. Diese ist ein Teilbereich der Nationalen Umweltbeobachtung Schweiz (NUS)



### Notwendige Schritte

Quelle: econconcept

### Auswahl der FEGS: Inhaltlich und nach Datenverfügbarkeit

Indizes vereinfachen die Zielsetzung und die Prüfung der Zielerreichung in der Umwelt- und Ressourcenpolitik. Ein Index soll abbilden können, inwiefern politische Ziele erreicht wurden. Zur Bewertung wird für jeden Indikator einzeln anhand von politischen Zielen und zusammen mit Experten und Expertinnen ein Zielwert definiert. Durch Vergleichen des Zielwerts mit dem effektiven Wert kann anschliessend die Einordnung des Indikators auf der Bewertungsskala vorgenommen werden.

Umformung der Indikatoren:  
Bewertung und Skalierung

Die Indikatoren werden in unterschiedlichen physikalischen Masseinheiten erfasst. Dies macht vor der Aggregation eine Skalierung und Umformung notwendig. Hierfür bieten sich ordinale Skalen an. Beispielsweise können die Werte der Indikatoren auf einer Fünferskala [schlecht, ungenügend, knapp genügend, erreicht, übertroffen] bewertet werden. Alternativ bieten sich die ebenfalls sehr gängigen Vierer- oder Zehnerbewertungsskalen an.

Bei der Bildung eines Index müssen die einzelnen FECS oder Indikatoren mit **Gewichten** versehen werden. Dies kann nach verschiedenen Kriterien erfolgen:

Gewichtung: Gewichtungsskala

- > **Ungewichtet bzw. gleich gewichtet:** Jede FECS hat das gleiche Gewicht: Die Indikatoren werden nach der Anzahl Indikatoren pro FECS gewichtet. (Beispiel: Wenn eine FECS durch zwei Indikatoren operationalisiert wurde, dann erhalten diese beiden Indikatoren jeweils ein Gewicht von 0.5). Nachteil: Durch die Gleichgewichtung erhalten vergleichsweise unbedeutende FECS dasselbe Gewicht wie sehr wichtige. Damit wird das Gewichtungssproblem nur scheinbar umgangen.
- > **Politische und ökonomische Relevanz:** FECS werden entsprechend ihrer ökonomischen Bedeutung und den politischen Prioritäten gewichtet. Zusätzlich werden die Indikatoren gemäss der Anzahl Indikatoren pro FECS gewichtet.
- > **Gewichtung nach Handlungsmöglichkeiten:** Es erfolgt eine hohe Gewichtung derjenigen FECS, bei denen die grössten Handlungsmöglichkeiten zur Verbesserung bestehen. Damit wird erreicht, dass FECS, die kaum durch die Politik beeinflussbar sind, ein geringeres Gewicht erhalten. Zusätzlich werden die Indikatoren nach der Anzahl Indikatoren pro FECS gewichtet.

Die Gewichtung nach politischer Relevanz und nach den bestehenden Handlungsmöglichkeiten müssen anhand politischer Prioritäten und in Zusammenarbeit mit Experten und Expertinnen vorgenommen werden.

Für den **Wertebereich** der Indizes gibt es zwei Möglichkeiten. Dabei muss beachtet werden, dass aus ordinalskalierten Daten theoretisch keine Durchschnitte gebildet werden dürfen.

Wertebereich der Indizes

- > Der Index wird bei der ersten Erstellung auf 100 festgelegt. Dadurch werden jährliche Veränderungen gut nachvollziehbar, der Index ist allerdings nur im Zeitverlauf interessant.
- > Der Index wird auf der gleichen Skala dargestellt wie die Bewertungen der einzelnen FECS. Dadurch kann auch eine Aussage zur Ausgangslage gemacht werden, wobei diese stark von den gesetzten Zielwerten abhängt. In diesem Fall muss allerdings darauf geachtet werden, dass dadurch keine ungewollte implizite Gewichtung erfolgt.

Wie erwähnt, können themenspezifische Indizes nach einzelnen Wohlfahrtskomponenten, d. h. nach einzelnen Nutzen (z. B. Erholungsnutzen), nach Komponenten der Natur, d. h. nach Ökosystemkategorien (Wald, Gewässer, etc.) oder nach Verbundwirkungen (z. B. Standortqualität, siehe oben) gebildet werden. Geht man mit der Aggregation noch einen Schritt weiter, sind auch Indizes denkbar

- > nach Nutzenkategorien: Die Nutzenkategorien können nach den BAFU-Produktgruppen (Gesundheit, Sicherheit, natürliche Vielfalt, wirtschaftliche Leistungen), nach den im MA verwendeten Nutzenkategorien (Sicherheit, Gesundheit, Lebensgrundlagen, gesellschaftliche Beziehungen) oder nach anderen Systemen gebildet werden;
- > nach Art der Leistungen, z. B. gemäss den MA-Leistungstypen (Versorgungsleistungen, Regulierungsleistungen, kulturelle Leistungen);
- > nach politischen oder administrativen Kriterien;
- > nach wirtschaftlichen Sektoren.

Themenspezifische Aggregation kann potenziell helfen, den immensen Informationsgehalt von FECS und dazugehörigen Indikatoren besser verständlich zu machen. Beispielsweise kann eine Aggregation nach Ökosystem (z. B. Wald, Gewässer, Berggebiet, Offenland, etc.) den Dialog mit Anspruchsgruppen unterstützen. Nicht zu unterschätzen ist allerdings der Prozess, der notwendig ist, um Indizes zu bestimmen, die auf einer gut abgestützten Auswahl und Gewichtung beruhen. Wir empfehlen deshalb, zuerst die einzelnen Indikatoren zu etablieren, und anschliessend die Umsetzung von themenspezifischen Indizes vertieft zu prüfen.

Schliesslich ist auch die Bildung eines Gesamtindex der Ökosystemleistungen (ESI) möglich. Ein solcher Gesamtindex wird namentlich von Banzhaf und Boyd (2005), Boyd (2008) sowie Meyerson et al. (2005) propagiert. Theoretisch kann für die Erstellung eines Gesamtindex das gleiche Verfahren wie für die themenspezifischen Indizes angewendet werden. Allerdings sind hier die Auswahl und die Gewichtung deutlich komplexer.

Themenspezifische Indizes

Vorgehen für Gesamtindex

#### 4.3

### Bestehende Umweltindikatoren nach DPSIR

Die Indikatoren für Ökosystemleistungen sollen die bestehenden Umweltindikatoren nicht ersetzen, sondern ergänzen. Sowohl das nationale Umweltindikatorenset der Schweiz wie auch das der EU sind heute nach dem DPSIR-Modell aufgebaut; die Indikatoren sind je entweder als Treiber (Driver), Druck auf die Umwelt (Pressure), Umweltqualität (State), Auswirkung auf die Umwelt (Impact) oder Korrekturmassnahme (Response) klassifiziert. Gemeinsam bilden sie thematische Systeme, die für diverse Umweltbelastungen wichtige Aussagen zu Ursachen-Wirkungs-Zusammenhängen ermöglichen. Die neuen Indikatoren für finale Ökosystemleistungen sind in der Regel der Kategorie State zuzurechnen. Sie ergänzen die bisherigen Indikatoren und machen den direkten Zusammenhang zwischen den Leistungen von Ökosystemen und der Wohlfahrt sichtbar.

DPSIR Indikatoren Modell

## 4.4

**Bezug zu internationalen Klassifizierungssystemen für Ökosystemleistungen**

Das **Millennium Ecosystem Assessment MA** teilt die Ökosystemleistungen (Ecosystem Services) in vier verschiedene Klassen ein: (1) Provisioning Services (Versorgungsleistungen) umfassen u. a. Essen, Trinkwasser und Holz. Zu (2) Regulating Services (Regulierungsleistungen) gehören Leistungen wie Hochwasserschutz und Luftreinhaltung. Unter (3) Cultural Services (kulturelle Leistungen) werden Erholungsleistungen sowie religiöse und kulturelle Leistungen zusammengefasst. (4) Supporting Services (Basisleistungen oder unterstützende Leistungen) sind sämtliche Prozesse, welche die notwendigen Bedingungen für die Existenz von allen Ökosystemen sicherstellen, wie etwa der Nährstoffkreislauf. Hier handelt es sich definitionsgemäss um intermediäre Leistungen, welche zur Vermeidung von Doppelzählungen nicht in das vorliegende Inventar aufgenommen wurden (Ausnahme: CO<sub>2</sub>-Speicherung).<sup>29</sup>

Millennium Ecosystem  
Assessment MA

Gemäss MA werden die Auswirkungen der Ökosystemleistungen auf das menschliche Wohlbefinden in die Komponenten Sicherheit, Gesundheit, materielle Grundlagen für ein gutes Leben, gute soziale Bindungen und die Wahl- und Handlungsfreiheit eingeteilt. Die Freiheitskomponente wird dabei als alle anderen übergreifend betrachtet. Die ersten drei Komponenten korrespondieren gut mit den hier verwendeten Nutzenkategorien Sicherheit, Gesundheit und wirtschaftliche Leistungen, wobei der Begriff «materielle Grundlagen» gemäss MA weiter gefasst ist als der hier verwendete Begriff «wirtschaftliche Leistungen» im Sinn von natürlichen Produktionsfaktoren. Diese Komponenten bilden somit die für die FEGS relevanten Wohlfahrtskomponenten ab.

Sowohl das Begriffsverständnis des MA als auch dessen Einteilung der Ökosystemleistungen unterscheiden sich vom hier erstellten Inventar. Die wichtigsten Differenzen sind:

Unterschiede MA und FEGS

- > Die Definition von Ökosystemleistungen des MA<sup>30</sup> unterscheidet nicht klar zwischen Leistungen und deren Nutzen (vgl. Abschnitt 1.1).
- > Die Supporting Services sowie einzelne Regulating Services stiften keinen direkten Nutzen für den Menschen, weswegen sie nicht als final bezeichnet werden können.<sup>31</sup>
- > Die Ökosystemleistungen des MA ergeben sich immer aus der Biodiversität, womit abiotische Materialien und abiotische erneuerbare Energien ausgeschlossen sind.

Trotz dieser Unterschiede können die meisten im Inventar aufgeführten FEGS auch den Kategorien der MA-Systematik zugeteilt werden (siehe Tab. 7). Diese Verknüpfung mit der MA-Systematik erleichtert den Austausch mit Fachexpertinnen und -experten und liefert einen wichtigen Input für die Diskussion eines auf europäischer Ebene standardisierten Inventars.

Verknüpfung MA und FEGS

<sup>29</sup> Dies bedeutet nicht, dass diese Leistungen weniger wichtig wären. Vielmehr sind sie die Grundlage für andere Leistungen und ermöglichen diese vielfach erst. Eine Argumentation, warum diese nicht berücksichtigt werden sollten, ist die, dass diese Leistungen ja als Inputs in den darauf aufbauenden, später von Menschen konsumierten Gütern und Dienstleistungen enthalten sind und daher bei einer Bewertung der Endprodukte bereits mit berücksichtigt sind (vgl. Potschin and Haines-Young, et. al 2010).

<sup>30</sup> «Ecosystem services are the benefits people obtain from ecosystems» (MA 2005b, 53)

<sup>31</sup> Autoren wie Boyd (2008), Wallace (2007), TEEB (2009) oder Fisher B. et al. (2008, 2051) weisen darauf hin, dass damit die Gefahr von Doppelzählungen inhärent ist. Fisher et al. folgern daraus: «While this typology is useful as a heuristic tool, it can lead to confusion when trying to assign economic values to ecosystem services.» TEEB verzichtet namentlich auf die Supporting Services von MA, um Doppelzählungen zu vermeiden.

Das **System of Economic and Environmental Accounts SEEA** erweitert die Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung (System of National Accounts SNA) durch die Integration von umweltbezogenen Satellitenkonten. Die bestehenden Umweltgesamtrechnungen der Schweiz basieren auf SEEA 2003. Dazu gehören unter anderem Konten, welche umweltbezogene Finanzflüsse wie Umweltschutzausgaben, Umweltsteuern und Umsätze innerhalb der Ökoindustrie darstellen sowie die hybriden Konten, welche physikalische und monetäre Grössen in Matrizenform verknüpfen (NAMEA).

SEEA

Das SEEA 2013 soll neu auch Konten zu Ökosystemleistungen enthalten. Dafür wird im Auftrag der Europäischen Umweltagentur ein Klassifizierungssystem für Ökosystemleistungen erarbeitet: **Common International Classification of Ecosystem Goods and Services CICES** (Haines-Young und Potschin 2010). Das Ziel von CICES ist es, ausgehend vom MA ein neues Klassifizierungssystem zu entwickeln, das mit den bereits definierten und implementierten Konten von SEEA kompatibel ist.

CICES

Um Doppelzählungen zu vermeiden berücksichtigt CICES im Gegensatz zu MA keine Supporting Services, dafür existiert neben Provisioning und Cultural ein Bereich Regulation and Maintenance. Zudem werden auch Leistungen aufgeführt, die sich nicht direkt aus der Biodiversität ergeben, wie beispielsweise abiotische Materialien (Steine) oder abiotische erneuerbare Energien (Windkraft). Generell enthält CICES auch nicht erneuerbare Ressourcen wie Salz, insbesondere dann, wenn für diese bereits Konten bestehen. Kohle und Erdöl sind ausgenommen, da diese bereits in anderen SEEA Konten berücksichtigt werden. Es wird bei CICES aber erwähnt, dass dieser Einbezug abiotischer Ressourcen nur unter Vorbehalt möglich ist und es in diesem Bereich weitere Diskussionen braucht.

Unterschiede zwischen CICES und MA

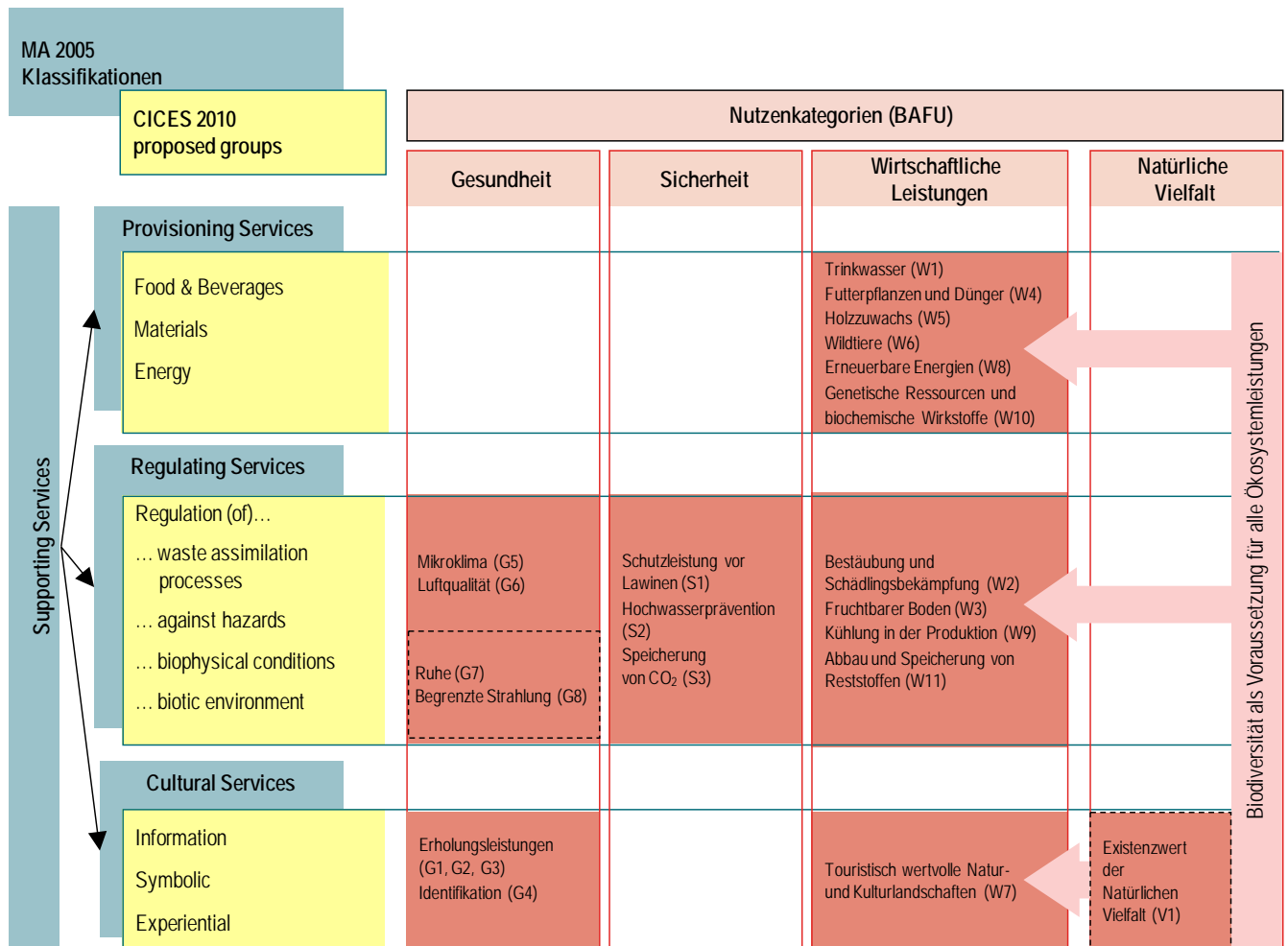
#### 4.5 Einordnung der FEGS in CICES und MA

Die hier entwickelten FEGS mit den dazugehörigen Indikatoren lassen sich in diese beiden internationalen Klassifikationssysteme einordnen. CICES ist, wie oben erwähnt, dem hier verwendeten Begriff von Ökosystemleistungen näher als das MA. Abb. 9 dient hier als Übersicht zur Einordnung der darin rot markierten FEGS in die beiden Begrifflichkeiten von MA und CICES.<sup>32</sup>

<sup>32</sup> Eine Einordnung in TEEB wäre zu einem grossen Teil ebenfalls möglich, da CICES aber das offenste Klassifikationssystem enthält wurde die Einordnung darin vorgenommen.

**Abb. 9 > Einbettung des Inventars in die Klassifikationen vom MA und CICES**

Die Einordnung der FECS in CICES und MA lässt sich am einfachsten grafisch darstellen.



Quellen: Darstellung econcept und BAFU, basierend auf den MA-, CICES- Klassifikationen. Die Bezeichnung der FECS ist verkürzt notiert, für die volle Bezeichnung und Beschreibung vgl. mit dem vollständigen Inventar in Kapitel 3.

Auf der Ebene der Ökosystemleistungen lassen sich die hier beschriebenen FECS ebenso einordnen wie auf der Ebene der Wohlfahrtskomponenten. Die von MA verwendete Systematik zur Einteilung der Ökosystemleistungen und die im Rahmen von CICES erarbeitete Klassifikation sind zu einem grossen Teil überlagernd. Die zwei Hauptunterschiede sind, dass das MA Supporting Services berücksichtigt, während beim CICES nur Leistungen berücksichtigt werden, die direkt dem Menschen zu Gute kommen, wie dies auch im vorliegenden Inventar gehandhabt wird. Zweitens ist die CICES-Klassifikation weniger strikt in Bezug auf die Grenze des Ökosystems, da dort auch abiotische Materialien und erneuerbare Energien aus abiotischen Ressourcen integriert werden. Dank seiner Offenheit lässt der CICES nationalen Umsetzungen einigen Spielraum.

Services

Die in dieses Inventar integrierten FECS der Leistungsart «natürlicher/gesunder Lebensraum» – «G6 Luftqualität», «G7 Ruhe» und «G8 gesundheitsverträgliches Strahlungsniveau» – lassen sich nur bedingt in CICES einordnen, da sie, wie bereits in 2.2.1 diskutiert, keine Ökosystemleistung im klassischen Sinne sind. Am ehesten liessen sich diese FECS im Zusammenhang mit «Regulation Services» einordnen. Dies würde bedeuten, dass statt des Zustandes des Lebensraums selber, natürliche Prozesse operationalisiert würden, die zu einer Verbesserung des Zustandes des Lebensraums beitragen. So könnte beispielsweise Wald als Lärmschutz oder, wie dies in CICES direkt vorgeschlagen wird, Filterleistung, welche die Luftqualität verbessert, berücksichtigt werden. Aus diesem Grund sind die genannten FECS in obiger Tabelle unter «Regulating Services», die zur Gesundheit beitragen, eingetragen.

Natürlicher/gesunder Lebensraum

Die hier verwendete Nutzenkategorie «natürliche Vielfalt» lässt sich am schlechtesten in die Klassifikationen von MA und CICES einordnen, da Vielfalt stets eine zusätzliche Dimension bedeutet, die einen Nutzen per se stiften kann. Entsprechend lässt sich die FECS «V1 Existenzwert der natürlichen Vielfalt» nur schwer einordnen, da bei CICES und MA die natürliche Vielfalt ausschliesslich als Voraussetzung für die Ökosystemleistungen betrachtet wird (übergeordnetes Konzept im Hintergrund). Die zusätzliche ökonomische Bedeutung des Existenzwerts wird zwar auch beim MA anerkannt, dies findet aber kaum Niederschlag bei der Definition der Services; am ehesten besteht noch ein Bezug zur MA-Kategorie Cultural/Spiritual.

Natürliche Vielfalt

Abb. 9 verdeutlicht diese doppelte Rolle der natürlichen Vielfalt, indem die Biodiversität einerseits als Voraussetzung für alle Ökosystemleistungen dargestellt wird (vertikaler Balken), andererseits der Existenzwert einer zusätzlichen Wertschätzung unabhängig von den nutzbaren Leistungen entspricht (V1).

## 5 > Verwendung von Inventar und Indikatoren

*In diesem Kapitel wird aufgezeigt, wie das Inventar in Bezug auf die umweltpolitischen Ziele des Bundes und die direkte Umsetzung der Ressourcenpolitik des BAFU verwendet werden kann. Dies insbesondere auch als Grundlage für die Entwicklung von zielgruppenspezifischen Kommunikationsinstrumenten und -massnahmen.*

Ein im Rahmen dieses Projektes zu diskutierender Aspekt ist die Kommunikation der wohlfahrtsbezogenen Umweltindikatoren gegenüber verschiedenen Zielgruppen. Die folgenden Ausführungen basieren mehrheitlich auf den Gesprächen mit Experten und Expertinnen vom Schweizer Tourismusverband, vom WWF und Prof. Dr. T. Koellner von der Universität Bayreuth. Im Rahmen dieser Expertengespräche wurden Möglichkeiten und Schwierigkeiten diskutiert, die im Zusammenhang mit den drei Zielgruppen «politische Entscheidungsträger», «Nutzniesser der Ökosystemleistungen» und «politisch interessierte Öffentlichkeit» zu beachten sind.

Zielgruppenspezifische  
Kommunikation  
Expertengespräche

### 5.1

#### **Zielgruppe Politische Entscheidungsträger**

Politische Entscheidungsträger treten als Empfänger, aber auch als Multiplikatoren von Informationen auf, indem sie in den Medien ihre Meinung vertreten.

Ein Experte betont, dass die Schweizer Politik nicht progressiv sei. Es gehe immer darum, Mehrheiten zu finden. Die positive Sichtweise, die aufzeigt, welche Leistungen von Ökosystemen dem Menschen nützen, könne daher für bestimmte politische Zwecke besonders interessant sein. Der direkte Bezug zur Wohlfahrt erlaubt es, die gesellschaftlichen Konsequenzen der Ressourcenpolitik aufzuzeigen. Wohlfahrtsargumente seien insbesondere sehr wichtig, um auch Mitte/Rechts-Politiker zu erreichen. Die Experten und Expertinnen sehen die Chance, dass durch diese neue Darstellungsweise weitere Kreise für eine positive Haltung gegenüber der Umweltpolitik zu gewinnen sind.

Neue Argumente für politische  
Mehrheiten

Im Gegensatz dazu wird von anderer Seite darauf hingewiesen, dass in vielen Fällen eine Beschützer-Position unabdingbar sei, um Umwelt- oder Ressourcenpolitik betreiben zu können. In der politischen Arbeit würden daher selten Ökosystemleistungen und positive Aussagen verwendet. Effektiver sei es aufzuzeigen, was es koste, die Ökosysteme zu erhalten (d. h. nicht die Leistung oder den Wert von beispielsweise Lawinenschutz, Hochwasserschutz, Trinkwasser etc. zu erfassen, sondern die Kosten, die entstehen, um diese Funktionen zu sichern). In diesem Fall seien dann sehr spezifische Daten zusammenzustellen und entsprechend aufzubereiten. In diesem Kontext ist das Inventar als Gesamtes weniger einsetzbar. Stattdessen müssten jeweils von Fall zu Fall andere Daten und Indikatoren zielspezifisch aufbereitet werden.

Dominanz von Schutz-Anliegen



Verschiedene Aspekte des Inventars könnten gemäss den Experten und Expertinnen nützlich sein, indem sie der Politik und Verwaltung als Grundlage für die Entwicklung von neuen Instrumenten und Massnahmen (z.B. Monitoring im Sinn einer Umweltbuchführung, Ausgleichszahlungen) dienen. Dafür sei eine Monetarisierung der Ökosystemleistung nicht zwingend notwendig. Monetarisierungen seien stark abhängig vom methodischen Vorgehen und ergäben daher umstrittene Resultate. Die Messungen physischer Einheiten würden meist als objektiver eingestuft und seien daher auch eine sehr gute Grundlage für solche Instrumente. Bei der Wahl zwischen verschiedenen Massnahmen und Instrumenten zur Erreichung eines politischen Ziels könnte der monetarisierte Ökosystemleistungsbezug gemeinsam mit weiteren Massnahmenwirkungen eine gute Entscheidungsgrundlage sein.

Monitoring, Instrumente,  
Massnahmen  
Monetarisierung nicht zwingend  
nötigt

Bei der Interpretation der wohlfahrtsbezogenen Umweltindikatoren im Hinblick auf die Kommunikation mit politischen Entscheidungsträgern muss bedacht werden, dass die Aussage der Indikatoren von Interessensvertretern auch umgedeutet werden kann. So wurde beispielsweise darauf hingewiesen, dass grosse Stillegebiete oder anlagefreie Gebiete auch als brachliegendes Potenzial für touristische Wertschöpfung interpretiert werden können und dass sich daraus der Wunsch nach einer stärkeren, nicht zwingend nachhaltigen, Nutzung ableiten könnte.

Interpretationsspielraum

Zusammenfassend hat sich gezeigt, dass das Inventar als generelles Informationsmittel beispielsweise in Form von regionalen Karten zur Sensibilisierung neuer Kreise von politischen Entscheidungsträgern der Umweltpolitik förderlich sein kann. Um in konkreten politischen Massnahmen Anwendung finden zu können, müssen die betroffenen Themen noch spezifizierter ausgearbeitet werden, um darauf Instrumente und Argumente aufbauen zu können.

Zusammenfassend

## 5.2 Zielgruppe Nutzniesser der Ökosystemleistungen

Nutzniesser von Ökosystemleistungen sind Privatpersonen (Gesundheit/Erholung, Sicherheit, Existenzwert der natürlichen Vielfalt) sowie Institutionen und Unternehmen (wirtschaftliche Leistungen). Anzusprechen sind also sowohl Zielgruppen aus der Bevölkerung wie auch aus der Wirtschaft.

In der Kommunikation mit Nutzniessenden ist die Aufklärungsarbeit wichtig, wobei ihnen ihre Abhängigkeit von Ökosystemleistungen aufgezeigt werden soll.

Aufklärungsarbeit

Gemäss Experten und Expertinnen besteht bei dieser Zielgruppe die Aufklärungsarbeit in erster Linie darin, aufzuzeigen, dass Ökosystemleistungen nicht selbstverständlich sind. Ein Experte weist darauf hin, dass diese Zielgruppe im Rahmen des Risikomanagements (aus wirtschaftlichen Gründen) heute bereits von sich aus die eigene Abhängigkeit von Ökosystemleistungen zu erfassen versucht. Diese Zielgruppe ist deswegen an Instrumenten der Buchführung interessiert, welche innerhalb der Wertschöpfungskette die Nutzung von Ökosystemleistungen aufzeigen. Solche buchhalterischen Instrumente können auch als Grundlage für politische Instrumente eingesetzt werden, beispielsweise zur Lösung von Ressourcenkonflikten. Ein Experte weist aber auch auf die Skepsis hin, die gegenüber dieser Perspektive vorhanden sei. Sie resultiere aus der

Betriebswirtschaftliche und  
politische Instrumente

Angst vor Markteingriffen, die einzelne Ökosystemleistungen mit einem Preis versehen wollen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Inventar in der Form eines Gesamtinventars für diese Zielgruppe der Nutzniesser eher als wenig interessant eingeschätzt wird. Vielmehr müsste in grösserem Detaillierungsgrad branchen- und themenspezifisch aufgezeigt werden können, welche Rolle den Ökosystemleistungen tatsächlich zukommt. Letztlich müsste dies für das betriebswirtschaftliche Risikomanagement anwendbar gemacht werden.

Zusammenfassend

### 5.3

## Zielgruppe politisch interessierte Öffentlichkeit

Gemäss den Experten und Expertinnen steht bei Kampagnen die Information und Aufklärung im Vordergrund. Eine Änderung des Verhaltens anzustreben, ist mit einer Kampagne kaum möglich.

Die wohlfahrtsbezogenen Indikatoren zeigen auf, wie stark der Alltag durch Ökosystemleistungen geprägt wird. Es soll kommuniziert werden, dass Umweltqualität direkt mit einer höheren Wohlfahrt und Lebensqualität verknüpft ist. Die Experten und Expertinnen sind sich darin einig, dass Informationen für eine breite Öffentlichkeit emotional aufbereitet werden müssen. Analog zur Argumentation in Bezug auf politische Entscheidungsträger besteht die Hoffnung, dass das positive Framing die Anliegen des Umweltschutzes für weitere Kreise der interessierten Öffentlichkeit zugänglich machen könnte. Es besteht aber die Gefahr, dass Kampagnen, die keine Schutzappelle enthalten und nicht direkt auf Gefahren hinweisen, weniger wahrgenommen werden, wie beispielsweise die aktuelle WWF-Kampagne «Freundliche Unterstützer» (vgl. Bild am Ende dieses Kapitels).<sup>33</sup> Diese Kampagne ist nach Meinung eines Experten zu «brav». Frechere und faktengestützte Aussagen wären aus Sicht des Experten wirkungsvoller.

Anliegen des Umweltschutzes  
weiteren Kreisen zugänglich  
machen

Die drei Experten und Expertinnen sind sich einig, dass eine zu hohe Aggregation und damit eine Vermischung von Dimensionen für die Kommunikation an eine politisch interessierte Öffentlichkeit wenig hilfreich wären. Es werden thematische, emotionale Aufbereitungen in Form von Grafiken und dazugehörige faktenbasierte Geschichten als Kommunikationsmittel empfohlen.

Aggregation vermindert  
Aussagekraft

Zusammenfassend zeigt sich, dass die Möglichkeiten zur Verwendung des Inventars zu Kommunikationszwecken stark von den konkret verfolgten politischen Zielen abhängen. Das Inventar in der nun vorliegenden Form ist für die meisten Ziele noch zu wenig spezifisch. Es kann aber als allgemeines Kommunikationsmittel zur Bewusstmachung der Nützlichkeit (und Abhängigkeit von) der Natur und als fundierte Grundlage für spezifischere Erhebungen verwendet werden. Der wohlfahrtsbezogenen Perspektive wird dabei insbesondere im Hinblick auf die *Erreichung von breiteren*

Zusammenfassend

<sup>33</sup> Die Biodiversitäts-Kampagne «Freundliche Unterstützer» des WWF zeigt exemplarisch auf, welche Lebewesen («Land- und Wasserarbeiter») einen wesentlichen Beitrag leisten, damit Früchte und Trinkwasser zur Verfügung stehen.  
vgl. [http://www.ch/de/tun/aktivwerden/fur\\_die\\_biodiversitaet/uber\\_biodiversitaet/freundliche\\_unterstuetzer/](http://www.ch/de/tun/aktivwerden/fur_die_biodiversitaet/uber_biodiversitaet/freundliche_unterstuetzer/)

*Zielgruppen* Potenzial zugeschrieben. Ein Gesamtindex wird aber von den Experten und Expertinnen als zu wenig informativ erachtet, da zu viele verschiedene Themen darin vermischt würden.

#### 5.4 Fallbeispiel Tourismus und Erholung

Der Schweizer Tourismus setzt schon heute stark auf die Bilder der Natur. Dies zeigt sich auch im Slogan «Schweiz. ganz natürlich.». Diese Positionierung wird schon sehr lange eingenommen und die natürlichen Identifikationsmerkmale der Schweiz wie Matterhorn, Eiger etc. sind von grossem Wert für die Tourismusbranche. Die folgenden Ausführungen in diesem Kapitel basieren auf dem Gespräch mit Frau M. Trombitas, Fachexpertin für Tourismus. Aus diesem Grund hat hier die Perspektive und Selbsteinschätzung des Schweizer Tourismus ein starkes Gewicht.

Im Frühling 2009 gab sich der Schweizer Tourismus (26 Organisationen) eine Nachhaltigkeits-Charta. Erstens sollen die Strategien der einzelnen Organisationen bis 2012 auf Nachhaltigkeit ausgerichtet und die Unterzeichner mit einem Umweltmanagement-System zertifiziert werden. Zweitens sollen die Unterzeichner (Verbände und Organisationen) ihre Mitglieder für Fragen der Nachhaltigkeit sensibilisieren und gemeinsame Massnahmen vorschlagen. Inwiefern ein gemeinsames Umsetzungsprogramm angestrebt wird ist allerdings noch offen. Der Schweizer Tourismus wolle sich so nachhaltiger auszurichten. Das Marketing ist dabei nur zweitrangiges Motiv. Ebenso wichtig ist das wirtschaftliche Ziel, Ressourcen zu sparen. Neben der Nachhaltigkeit wird auch das Thema Folgen der Klimaerwärmung diskutiert. Im Rahmen der Anpassungsstrategie werden sowohl Massnahmen wie Schutzwälder, Lawinenverbauungen etc. diskutiert als auch eine Anpassung der Angebote im Sinne einer Stärkung des Sommertourismus. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Themen Nachhaltigkeit und Klima zumindest vordergründig derzeit aktuell sind und im Schweizer Tourismus diskutiert werden.

Tourismus und Umweltpolitik  
heute

Die neue Ressourcenpolitik scheint dagegen für den Tourismus noch weniger ein Thema zu sein. Es wird vorausgesetzt, dass natürliche Ressourcen – wie für andere Branchen auch – für den Schweizer Tourismus zur Verfügung stehen und dass diese auch kostenlos sind. Sollte hier irgendeine Form von «Nutzungsgebühr» in Erwägung gezogen werden, so müsste diese für alle Wirtschaftszweige der Schweiz gleichsam gelten. Umweltverträglichkeitsprüfungen werden in der Regel nach wie vor mehr als Behinderung wahrgenommen. Man ist sich zwar bewusst, dass die Natur eine wichtige Ressource für den Tourismus ist, setzt diese aber voraus. Das Eigeninteresse zur Erhaltung der Ressourcen wird aber stärker, vor allem weil die Wertschöpfung aus dem naturnahen Tourismus zunimmt. Die Einsicht wächst, dass Landschaften über raumplanerische, regional-, agrar- und verkehrspolitische Massnahmen nachhaltig zu bewirtschaften sind.

Ressourcenpolitik

Im Tourismus wird der Begriff «naturnaher Tourismus» verwendet. Er umfasst neben der ökologischen auch soziale und wirtschaftliche Komponenten<sup>34</sup>. Dabei werden ökologische Verträglichkeit und Genuss der Natur als Tourismusmotiv nicht getrennt betrachtet. Stattdessen wird eine angepasste Nutzung der natürlichen Ressourcen gemäss der touristischen Positionierung angestrebt<sup>35</sup>. Der naturnahe Tourismus ist ein wichtiges Standbein des Binnentourismus. Vier Destinationen (Lenk, Braunwald, Ägerital-Sattel und die Engadin Nationalparkregion) beteiligen sich am Projekt «Ferien vom Auto», andere bieten integrierte Klimakompensationen an (Arosa). Rund um die regionalen Naturparks entstehen weitere naturnahe Angebote. Sie wurden 2009 in der Kampagne «Naturreisen» von Schweiz Tourismus vermarktet. Dies zeigt, dass im Rahmen des «naturnahen Tourismus» auch Angebote geschaffen werden, die das Naturerlebnis selber betreffen.

Naturnaher Tourismus

Der Tourismus muss Unterschiedliches anbieten, um die in- und ausländische Kundschaft zufriedenzustellen. Das Ziel des Schweizer Tourismus muss es sein, die Wertschöpfung aus dem naturnahen Tourismus weiter zu steigern und die intensive touristische Nutzung räumlich zu begrenzen. Da der Schweizer Tourismus für viele Branchen im Alpenraum relevant ist und so massgeblich zur Wertschöpfung in diesen Randregionen beiträgt, muss eine diversifizierte Entwicklung möglich sein, auch unter Berücksichtigung der Anliegen der lokalen Bevölkerung.

Im Gespräch mit der Fachexpertin Tourismus wurde auch die Verwendbarkeit von einzelnen Indikatoren des Inventars diskutiert. Diesbezüglich müsse man sich bewusst sein, dass diese nicht direkt für die Tourismus-Werbung verwendbar sind. Diese wissenschaftlichen Messungen sind aus der Sicht der Entwicklung und Kommunikation von touristischen Angeboten irrelevant, da zu technisch. Es sind die Angebote, welche marktrelevant sind, nicht quantitative Indikatoren.

Verwendbarkeit der Indikatoren

Wenn Indikatoren aber nutzergerecht aufbereitet zur Verfügung gestellt werden, können diese allenfalls im Tourismus-Marketing Verwendung finden. Die Werbung im Tourismus basiert zwar auf den natürlichen und geschaffenen Angeboten, setzt aber auch stark auf Emotionen, so dass diese Indikatoren nur in einer sehr qualitativen Form Verwendung finden würden. Der Nutzen für die Angebotsgestaltung wäre dennoch zu prüfen.

Zusammenfassend hat sich gezeigt, dass die quantitativen Indikatoren des Inventars noch zu wenig emotional aufbereitet sind, um für die Tourismuswerbung interessant zu sein. Dagegen könnten im Hinblick auf die *langfristige Angebotspolitik, das Standortmarketing oder auch als Qualitätsmerkmal* von städtischen Tourismusdestinationen Indikatoren, die die Erreichbarkeit von Erholungsleistungen aufzeigen, eine gute Grundlage bilden.

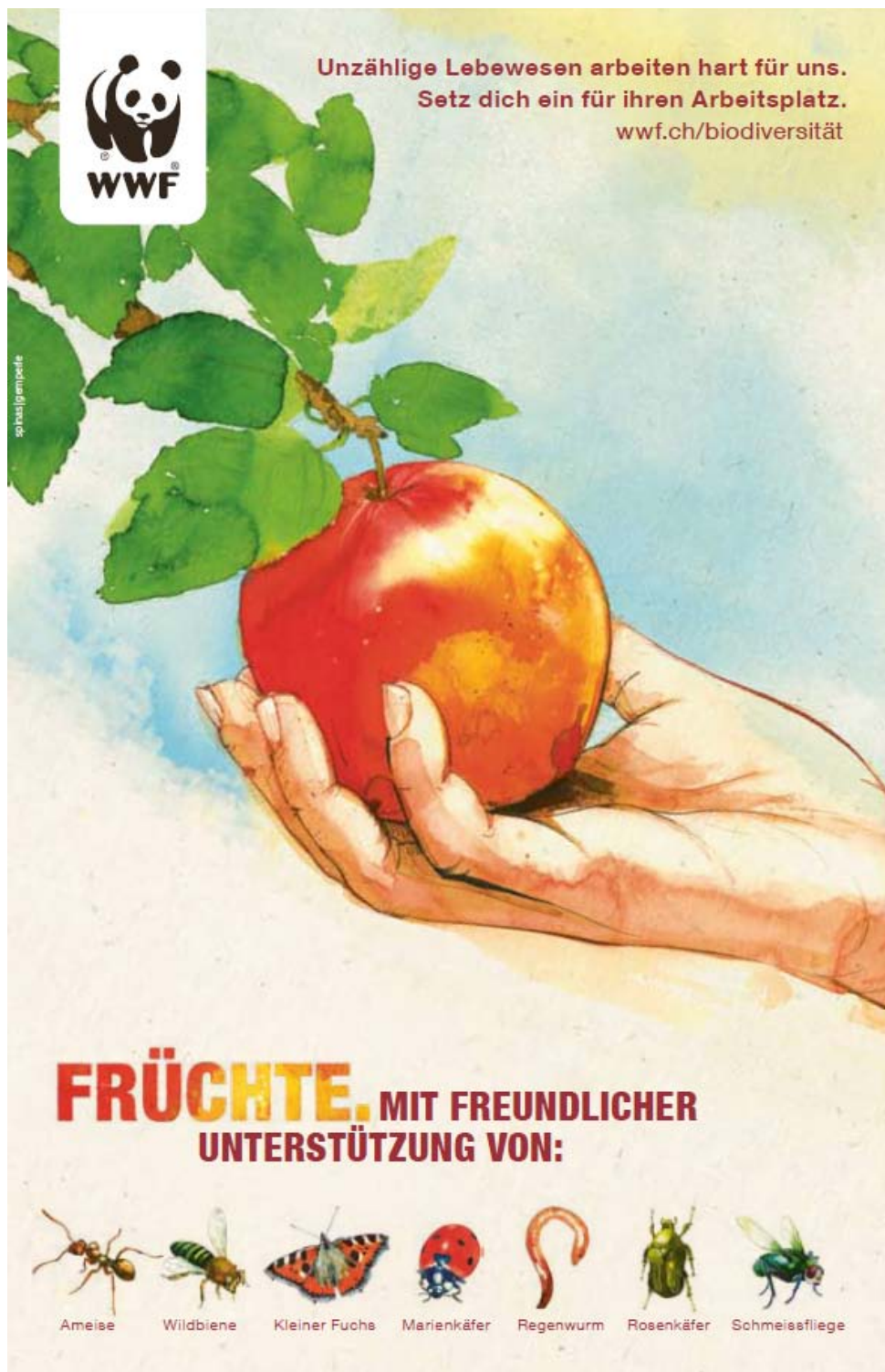
Zusammenfassend

<sup>34</sup> Definition: Naturnaher Tourismus schont die Natur und fördert die lokale Kultur und Wirtschaft des Ferienortes (Siegrist / Stremlow 2009).

<sup>35</sup> Je nach Angebot und touristischer Positionierung wird die Ressource Natur mehr oder weniger intensiv genutzt.

Abb. 10 > Beispiel aus der WWF-Kampagne «Freundliche Unterstützer»

Ökosystemleistungen wie z. B. W2 (Bestäubung und Schädlingsbekämpfung) oder W3 (fruchtbarer Boden) sind für die landwirtschaftliche Produktion zentral.



Abdruck mit freundlicher Genehmigung des WWF.



**Abb. 11** > Werbebild aus der Kampagne «Schweiz. ganz natürlich.» von Schweiz Tourismus

*Natur- und Kulturlandschaften sind grundlegend für den Schweizer Tourismus (Ökosystemleistung W7).*



Abdruck mit freundlicher Genehmigung von Schweiz Tourismus.

## 6 > Diskussion und Empfehlungen

*In diesem Kapitel werden die Einschätzungen von Fachexperten und -expertinnen zur Weiterverwendung des Inventars diskutiert und daraus Empfehlungen abgeleitet, wie das Projekt fortgeführt werden kann.*

### 6.1 Kritische Diskussionspunkte

Im Rahmen des Projekts wurden mit verschiedenen Fachexperten und -expertinnen Gespräche zum Inventar geführt. Die folgenden Ausführungen basieren auf den Gesprächen mit den drei Experten und Expertinnen mit einem wissenschaftlichen Hintergrund: Prof. Dr. A. Grêt-Regamey, Dr. (habil.) M. Potschin und Prof. Dr. T. Koellner. Alle Experten und Expertinnen erachten den gewählten Ansatz, das Inventar und die Indikatoren, als Schritt in die richtige Richtung. Sie bestätigen, dass sich das Projekt in der aktuellen Diskussion der politischen und Umweltforschung bewegt: Die Diskussionspunkte sind dieselben, wie bei den europäischen und internationalen Projekten zu Ökosystemleistungen.

#### 6.1.1 Abgrenzung des Begriffs «finale Ökosystemleistungen»

Die Frage, wie der Begriff Ökosystemleistung abzugrenzen ist, wird von den Experten und Expertinnen unterschiedlich beantwortet. Ein Experte beurteilt die Tendenz, alle Leistungen aus der belebten und unbelebten Natur als Ökosystemleistung zu bezeichnen, aus wissenschaftlicher Sicht eher kritisch. Einige der hier gewählten FECS würden von einem eher zu weit gefassten Begriff von Ökosystemleistungen zeugen. Insbesondere folgende FECS sollten seines Erachtens nicht in einem solchen Inventar aufgeführt werden:

Leistungen der unbelebten Natur

- > Erneuerbare Energien: Sie sind mit Ausnahme der Biomasse abiotisch.
- > Die als «natürlicher/gesunder Lebensraum» bezeichneten FECS wie zum Beispiel Ruhe, da sie nicht von Ökosystemen produziert werden.
- > Biodiversität / natürliche Vielfalt, weil dies als zusätzliches Konzept und nicht als Ökosystemleistung zu betrachten sei.

Diese Sichtweise ist stark durch die Definitionen des MA (2005) geprägt. Im Gegensatz zu den Kategorien des MA ist CICES (Haines-Young und Potschin 2010) offener gestaltet und integriert auch abiotische erneuerbare Energien und teilweise auch abiotische Materialien. Der Hauptgrund dafür ist, dass für diese Kategorien bereits Accounts bestehen und diese nicht aufgrund von theoretischen Überlegungen ausgeschlossen werden sollen. Die Offenheit in CICES basiert also auf pragmatischen Gründen. Im Rahmen der wissenschaftlichen Diskussion ist aber noch nicht abschliessend entschieden, ob dies auch weiterhin beibehalten werden soll. Gemäss einer Expertin, die bei der

Erarbeitung von CICES mitgewirkt hat, ist diese auch hier angewandte pragmatische Offenheit aber sinnvoll.

Die Expertinnen und Experten beurteilen die Unterscheidung zwischen finalen und intermediären Gütern als sehr schwierig. Sie sei auch nur dann relevant, wenn eine vollständige Zählung (ohne Doppelzählung) im Sinn eines BIP gemacht werden soll. Intermediäre Leistungen entsprechen am ehesten den Supporting Services im MA, die im CICES wegen des Risikos der Doppelzählung weggelassen werden (vgl. dazu auch das Kapitel 4.5 zur Einordnung der FECS in MA und CICES).

Finale und intermediäre  
Ökosystemleistungen

Auch die Unterscheidung zwischen direkt nutzbaren finalen Ökosystemleistungen und solchen die als Inputfaktor verwendet werden, wird von den Expertinnen und Experten als nicht zwingend notwendig erachtet. Wenn es ausschliesslich darum geht, Ökosystemleistungen aufzuzeigen, ist die Unterscheidung zwischen Leistungen, die als Inputs in wirtschaftliche Produktionsketten und Leistungen, die direkt konsumiert werden, nicht nötig. Konkret sollten daher die meisten Leistungen, die im Inventar als «wirtschaftliche Leistungen» aufgeführt werden, auch als direkte finale Ökosystemleistungen gezählt werden. In einer umfassenden Buchführung zur Wertschöpfungskette würde ersichtlich, ob eine direkte finale Ökosystemleistung von Privatpersonen direkt oder von Wirtschaftszweigen als Input verwendet wird.

Direkt konsumierte  
Ökosystemleistungen und  
Inputfaktoren

Aus der Sicht der Ökosystemleistungen sei diese Unterscheidung aber nicht nötig, da die Leistung in beiden Fällen vom Ökosystem zur Verfügung gestellt wird und zumeist auch nicht vergütet wird. Eine Expertin schlägt daher vor, beide als direkte finale Ökosystemleistungen zu bezeichnen. Direkte Ökosystemleistungen könnten allenfalls später, bei der Operationalisierung, aufgeteilt werden: in einen BIP-relevanten Anteil (dessen Produktionsoutput später im BIP erhoben wird) und in einen nicht-BIP-relevanten Anteil. Eine exakte Quantifizierung der Abgrenzung sei vermutlich unmöglich. Dies zeigt sich insbesondere bei der landwirtschaftlichen Produktionskette, wo der Übergang von der Ökosphäre zur Anthroposphäre fließend ist.

#### 6.1.2 Rückmeldungen zur Systematik des Inventars

Die Experten und Expertinnen stehen der Einführung neuer Begriffe (Leistungsart und Nutzenkategorie) kritisch gegenüber. So meint eine Expertin, es mache Sinn, auf bestehenden Begriffen aufzubauen und nur dann, wenn eine neue Dimension dazu komme, neue Begriffe zu schaffen.<sup>36</sup> Die Leistungsart ist aber unserer Einschätzung nach eine sinnvolle Differenzierung, weil so die Nutzniessenden besser identifiziert werden können. Eine andere Expertin erachtet die verwendeten Nutzenkategorien als sinnvoll, da sie die nationalen politischen Ziele widerspiegeln. Allerdings sollten die Nutzenkategorien nicht die dominierende sondern eine ergänzende Dimension darstellen.

Einführung neuer Begriffe:  
Leistungsart und  
Nutzenkategorien

Ein Experte erachtet die vorgeschlagenen Indikatoren als nicht «vollständig». So fehlten seiner Meinung nach beispielsweise unter den «Basic Materials for a Good Life» / «wirtschaftliche Leistungen» und unter «Food und Beverages» sämtliche

Vollständigkeit und Systematik

<sup>36</sup> Aus ihrer Sicht empfiehlt es sich, von «natürlichen Ressourcen» zu sprechen, wenn physische Güter gemeint sind und von Ökosystemdienstleistungen, wenn natürliche Prozesse gemeint sind.



Indikatoren zur Erhebung der Nahrungsmittel für Menschen – zum Beispiel Getreide, Hülsenfrüchte, Gemüse, Fruchtbäume, etc. Diese seien in den Systematiken von MA und CICES erwähnt.

Der Anschluss und Brückenschlag zu bestehenden Systemen wird aber als Vorteil erwähnt. Die Experten und Expertinnen sind sich allerdings nicht einig, auf welchem System das Inventar vorzugsweise aufzubauen wäre. Einerseits wird der Konsens von vielen hundert Wissenschaftlerinnen und Akteuren für das MA hervorgehoben. Andererseits bietet sich CICES als Klassifikationsgerüst an, da darin explizit die Vergleichbarkeit vieler internationaler Inventare und Accounting-Standards auf begrifflicher Ebene angestrebt wird. Die hier vorgenommene Einordnung in CICES und MA versucht diesen beiden Ansprüchen gerecht zu werden, indem gezeigt wird, dass die hier erarbeiteten FECS und Indikatoren in beide Systeme integrierbar sind.

Anschluss an MA oder CICES

### 6.1.3 Indikatoren und Operationalisierung

Wohlfahrtsbezogene Umweltindikatoren basierend auf dem Konzept von Ökosystemleistungen zu erstellen, wird von allen Experten und Expertinnen als sinnvoll erachtet. Insbesondere ist die Perspektivenänderung weg von Schädigungen und hin zum Sichtbarmachen von Nutzen begrüßenswert. Wohlfahrtsbezogene Indikatoren sind unabhängig von den Accountings wichtig. Sie können helfen, politische Ziele klarer zu formulieren und besser zu kommunizieren. Entsprechend müssen die Operationalisierung und die Wahl der Indikatoren sich auch an den jeweiligen politischen Zielen orientieren.

Wohlfahrtsbezogene Indikatoren werden begrüßt

Tatsächlich orientieren sich die eigentlichen Operationalisierungen und Indikatoren stets am lokalen politischen Kontext und den zugehörigen Zielen sowie an den in den einzelnen Ländern verfügbaren Daten. Das BAFU-Projekt ist hier ein typisches Beispiel, das sich gut in die CICES-Klassifikation einbetten lässt und dennoch für die nationale Ressourcenpolitik konkret anwendbar ist.

Länderspezifische Operationalisierung

Es ist davon auszugehen, dass aufgrund einer globalen Klassifikation wie CICES verschiedene Operationalisierungen in den einzelnen Ländern und Regionen entstehen werden. Eine Expertin geht davon aus, dass sich mittelfristig ein globales Set von Ecosystem Services, das in möglichst vielen Ländern auf vergleichbare Art und Weise erhoben wird, herausbilden wird. Daneben werden aber auch weiterhin viele nationale und regionale Sets von Indikatoren bestehen, die sich nur auf übergeordneter Ebene vergleichen lassen und deren Datengrundlagen nicht vergleichbar sein werden.

CICES als Klassifikation länderspezifischer Operationalisierung

Wie bereits im Kapitel 5.1 angesprochen, wird eine Monetarisierung von Ökosystemleistungen nicht als notwendig erachtet. Monetarisierungen sind mit grossen methodischen Schwierigkeiten behaftet. Die derzeit verfügbaren Methoden sind alle mit grossem Erhebungsaufwand verbunden und teilweise umstritten. Insbesondere ein Experte plädierte deshalb für ein präzises Accounting von Ökosystemleistungen auf allen Stufen der Wertschöpfung in physischen Einheiten, da dieses erfahrungsgemäss als Grundlage für politische Entscheidungen und für die Wahl von politischen Instrumen-

Monetarisierung nicht nötig

ten geeignet ist. Dennoch kann eine Monetarisierung manchmal sinnvoll sein, da Geldeinheiten für alle verständlich sind.

Ein Gesamtindex hätte den potenziellen Vorteil, die Komplexität in der Kommunikation zu verringern, indem der breiten politischen Öffentlichkeit statt einer Vielzahl eine einzige Messgrösse kommuniziert werden könnte (vgl. z. B. Meyerson et al. (2005)), ähnlich wie dies beim Bruttoinlandprodukt (BIP) der Fall ist. Damit haben Gesamtindizes grundsätzlich das Potenzial, in der Öffentlichkeit einen starken Sensibilisierungseffekt zu erzielen. Die befragten Expertinnen und Experten halten es jedoch für wenig sinnvoll, hoch aggregierte Indizes anzustreben. Dies einerseits wegen der Komplexität bei der Erstellung, andererseits aber auch, weil die Aussagekraft und Transparenz für die Zielgruppen als gering eingestuft wird. Ein Experte befürwortet stattdessen eine Form von Balanced Accounting, wie es in der Betriebsbuchführung schon lange gemacht wird (siehe Balanced Scorecard, Total Quality Management). CICES selbst sieht keine konkreten Aggregationsmethoden vor. Derzeit sind beim SEEA Versuche am Laufen, einzelne Accounts (es gibt solche in physischen und solche in monetären Einheiten) mit Gewichten zu versehen, was später eine Aggregation ermöglicht.

Aggregation

## 6.2

## Weiteres Vorgehen

Eine Übersicht über das im Rahmen dieser Studie erarbeitete Set von Indikatoren ist in Anhang A4 zu finden. Diese Liste wird in jedem Fall die Ausgangslage für das weitere Vorgehen bilden. Bei der Planung sind folgende Punkte zu berücksichtigen.

- > **Spezifizierung und Vertiefung einzelner FECS oder Umsetzung aller FECS:** Hier geht es um die Frage, ob die Erfassung aller Indikatoren im Sinne eines vollständig operationalisierten Inventars angestrebt werden soll, oder ob zunächst eine Selektion vorgenommen werden soll. Dabei kann es sinnvoll sein, die Operationalisierung der selektierten FECS noch zu verfeinern und zu verbessern.
- > **Konkretisierung und Erfassung der Indikatoren:** Die bis jetzt erarbeiteten Indikatoren sind als Grundlage und erste Vorschläge zu verstehen. Die Arbeiten für die konkrete Implementierung der Indikatoren müssen daher geplant werden. Sie umfassen die Kontaktaufnahme mit den jeweiligen Verantwortlichen für die Daten sowie das konkrete Abschätzen des Aufwands für die Erarbeitung der nicht sofort verfügbaren Daten. Besonders wichtig in diesem Prozess ist die Planung der Termine, da die Datenverfügbarkeit für die einzelnen Indikatoren sehr unterschiedlich ist.
- > **Bildung von Indizes:** Sollen ein «Headline Indicator» und/oder verschiedene thematische Indizes entwickelt werden? Zu diesem Zweck muss der Prozess für die Auswahl, Bewertung und Gewichtung der FECS und Indikatoren definiert werden.

FECS

Indikatoren

Aggregation

Ausgehend von diesen Entscheidungen ergibt sich das folgende **pragmatische Vorgehen**: Die zuständigen Abteilungen überprüfen, konkretisieren und ergänzen bei Bedarf die erarbeiteten Indikatoren. Sämtliche jetzt erarbeiteten FECS werden weiterverfolgt. Abhängig von der Datenverfügbarkeit kann dabei auch die Aggregation weitergeführt werden, wobei hier sowohl die Bildung eines Gesamtindex wie auch die Bildung von

Empfohlenes Vorgehen

3–5 Indizes möglich sind. Diese Vorgehensweise ist schrittweise und pragmatisch. Das in Kapitel 4.1 erarbeitete Schema kann bei der Vertiefung und bei der allfälligen Erarbeitung weiterer Indikatoren nützlich sein. Im Rahmen von Vertiefungen wäre es denkbar, Instrumente zur Performance-Messung der Politik zu erarbeiten, welche auf Indizes von spezifischeren Indikatoren zu einem einzelnen Aspekt der wohlfahrtsbezogenen Umweltpolitik aufbauen.

Welche FECS prioritär weiterverfolgt werden, ist in erster Linie eine politische Entscheidung.

Unabhängig davon soll in jedem Fall die internationale Standardisierung beachtet werden. Die Einordnung in die CICES-Klassifizierung vereinfacht die Zusammenarbeit und Kommunikation auf internationaler Ebene und gibt auch Anhaltspunkte für Erweiterungen des Inventars oder für die Präzisierung der Operationalisierung einzelner FECS.

### 6.3

## Fazit

Das Projekt zeichnet sich durch seinen pragmatischen Ansatz aus, eine Systematik für die Definition und Operationalisierung (Indikatoren) relevanter Ökosystemleistungen in der Schweiz zu konzipieren. Es ermöglicht, die finalen Ökosystemleistungen (FECS) in die internationale CICES-Klassifikation einzuordnen und so an die wissenschaftliche Diskussion anzuschliessen. Daneben erlaubt es, Ökosystemleistungen in die nationale Ressourcenpolitik zu integrieren. Das Inventar gibt in seiner Gesamtheit einen guten Überblick über die für die Schweiz relevanten Ökosystemleistungen. Als äusserst hilfreich wird das Aufzeigen von Nutzen als Ergänzung zur Belastung der Umwelt erachtet. Insbesondere die Ermöglichung positiver Aussagen zu umweltpolitischen Themen wird von allen Seiten sehr begrüsst.

Beitrag des Projekts

In den Gesprächen mit den verschiedenen Fachexpertinnen und Vertretern von Akteursgruppen hat sich gezeigt, dass diese das Inventar und die Indikatoren als Schritt in die richtige Richtung begrüssen. In der Form eines Gesamtinventars sowie eines Gesamtindex können sie sich eine direkte Verwendung zu Kommunikationszwecken zwar nur begrenzt vorstellen. Zweckdienlich wäre hingegen, eine je nach Verwendungszweck sehr spezifische Auswahl von Indikatoren mit entsprechender Aufbereitung.

Verwendung

Die Bestrebungen zur internationalen Standardisierung müssen zwischen der Systematik und der konkreten Operationalisierung unterscheiden. Bezüglich der Systematik ist die Verknüpfung mit der CICES-Klassifizierung ein grosser Vorteil. Bezüglich der Operationalisierung werden auch künftig länderspezifische Lösungen erwartet. Im internationalen Vergleich zeichnet sich die Schweiz durch eine sehr gute Datenverfügbarkeit und -qualität aus, welche es ihr ermöglicht, durch pragmatische Lösungsbeispiele einen Beitrag an die internationale Zusammenarbeit zu leisten.

Internationale Zusammenarbeit

## > Anhang

### A1 Vorschläge für Indikatoren

**Tab. 10 > Indikatorenliste gemäss heutigem Stand**

Die hier gemachten Vorschläge für Indikatoren zu den einzelnen FEGS basieren auf Gesprächen mit Vertretern des BAFU und anderer Bundesämtern. Sie sind als erste Ideen für die Operationalisierung der FEGS zu verstehen und müssen für eine weitere Verwendung des Inventars weiter präzisiert werden. Detaillierter Angaben zu Datengrundlage und -verfügbarkeit finden sich in Anschluss an die Tabelle.

Ökosystemleistung (FEGS)	Id.	Indikatoren	Datengrundlage	Datenverfügbarkeit
<b>Gesundheit / Wohlbefinden</b>				
Erholungsleistung durch Jagen, Sammeln und Beobachten wild lebender Arten	G1	I1: Anzahl Personen, die in der Freizeit zur Jagd gehen	Jagdstatistik ( <a href="http://www.wild.uzh.ch/jagdst/index.php">www.wild.uzh.ch/jagdst/index.php</a> ). Anzahl Jagdausübende sind alle Jäger, die in einem Jahr einen Jagdschein gelöst haben	Vorhanden
		I2: Anzahl Personen, die in der Freizeit zum Fischen gehen	Fischereipatente / Mitgliederzahlen, von kantonalen Stellen	Vorhanden, wird jährlich erhoben
		I3: Index zur Entwicklung essbarer Fischpopulationen abgeleitet aus den Erträgen der Angelfischerei	Erträge der Angelfischerei in Schweizer Fliessgewässern und Seen in kg, aus der Fischereistatistik des BAFU	
Erholungsleistung durch städtische Grün- und Freiräume sowie Nah- und Fernerholungsräume	G2	I1: Verfügbarkeit von Grünflächen und Wasserläufen im Umkreis von 4 km um Wohnhäuser in der Schweiz	LABES <sup>37</sup> -Parameter «Landschaftsqualität in Wohnumfeld»	Ab Ende 2010 Rohdaten verfügbar
		I2: Erreichbarkeit von Naherholungsgebieten für die Schweizer Wohnbevölkerung	LABES-Parameter 35 (Anlagefreie Gebiete und Stillegebiete)	In Bearbeitung, beliebige Aggregation
		I3: Erreichbarkeit anlagefreier Gebiete für die Schweizer Wohnbevölkerung	LABES-Parameter 31a/b und 32 (Gewässeranteil frei begehbar, Erreichbarkeit Naherholungsgebiete, Erreichbarkeit anlagefreier, stiller Gebiete)	
		I4: Erreichbarkeit von stillen Gebieten für die Schweizer Wohnbevölkerung		
		I5: Effektive Erholungsnutzung von Waldflächen: Anteil Flächen mit einer Frequenz von mindestens 100 Personen pro Tag auf der Probefläche (Kreis mit Radius 100 m)	Schweizerisches Landesforstinventar	vorhanden
Erholungsleistung durch Erholungsräume im Wohnumfeld (Gärten u.a.)	G3	I1: Fläche, die potenziell zum privaten Gartenbau oder zum Sitzen, Spielen und Geniessen genutzt werden kann	Arealstatistik	Wird im 12-Jahreszyklus erhoben, bis auf Gemeindeebene differenzierbar, Daten für 1992–1997 jetzt verfügbar.
Identifikationsermöglichung durch schöne und charakteristische Landschaften (Natur- und Kulturerbe)	G4	I1: Identifikation der Schweizer Bevölkerung mit der Natur	Umfrage im Rahmen des LABES-Projektes	In Entwicklung, voraussichtlich Ende 2011 verfügbar
Lokale Mikroklimaregulationsleistung durch Ökosysteme	G5	I1: Es wird zum jetzigen Zeitpunkt auf die Bildung eines Indikators für Grünflächen verzichtet		Voraussichtlich ab 2012

<sup>37</sup> Die Abkürzung LABES steht für Landschaftsbeobachtung Schweiz. Diese ist ein Teilbereich der Nationalen Umweltbeobachtung Schweiz (NUS)

Ökosystemleistung (FEGS)	Id.	Indikatoren	Datengrundlage	Datenverfügbarkeit
Eine für den Menschen gesunde Luftqualität	G6	I1: Anzahl Personen, die an ihrem Wohnort in Bezug auf die Belastung durch Feinstaub «guter Luft» (unter dem Immissionsgrenzwert) und «schlechter Luft» (über dem Immissionsgrenzwert) ausgesetzt sind	Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL). Daten zur Belastung können mit geografischen Bevölkerungsdaten verknüpft werden. Immissionsgrenzwerte werden vom Bundesrat festgelegt.	Vorhanden, der Aufwand für die Verknüpfung der Daten wird als eher gering eingeschätzt.
		I2: Anzahl Personen, die an ihrem Wohnort in Bezug auf die Belastung durch Stickstoffdioxid «guter Luft» (unter dem Immissionsgrenzwert) und «schlechter Luft» (über dem Immissionsgrenzwert) ausgesetzt sind		
		I3: Anzahl Personen, die an ihrem Wohnort in Bezug auf die Belastung durch Ozon «guter Luft» (unter dem Immissionsgrenzwert) und «schlechter Luft» (über dem Immissionsgrenzwert) ausgesetzt sind		
		I4: Anzahl Personen, die an ihrem Wohnort in Bezug auf die Belastung durch Russ «guter Luft» (russfreie Luft) und «schlechter Luft» ausgesetzt sind		Noch keine Daten verfügbar
Ruhe	G7	I1: Anzahl Personen, die tagsüber in einer ruhigen Umgebung wohnen (Anzahl Personen mit einer Tages-Lärmbelastung [Strassen-, Bahn- und Fluglärm] $L_r \leq 55$ dB)	Lärmbelastung: SonBASE	Vorhanden
		I2: Anzahl Personen, die nachts in einer ruhigen Umgebung wohnen (Anzahl Personen mit einer Nacht-Lärmbelastung [Strassen-, Bahn- und Fluglärm] $L_r \leq 45$ dB)	Grenzwerte: Planungswerte von Wohnzonen	
Ein für den Menschen gesundheitsverträgliches Niveau an nichtionisierender Strahlung	G8	I1: Aufgrund der Datenlage wird zum jetzigen Zeitpunkt auf die Bildung eines Indikators verzichtet.		Frühestens ab 2013/2014
Sicherheit				
Schutzleistung vor Lawinen, Steinschlag und Murgängen durch Vegetation an Steilhängen	S1	I1: Schutzwaldfläche relevant für Lawinenschutz in km <sup>2</sup> oder als Karte	Silvaprotect	Daten von Kantonen voraussichtlich bis Ende 2010, Aufbereitung bis spätestens 2010. Datenextraktion kann aufwendig sein.
		I2: Schutzwaldfläche relevant für Schutz vor Rutschungen (Hangmuren) als in km <sup>2</sup> oder als Karte		
		I3: Schutzwaldfläche relevant für Schutz vor Stein- und Blockschlag in km <sup>2</sup> oder als Karte		
		I4: Geschützte Werte durch «Schutzwald Lawinen» in CHF (erlaubt eine szenariodefinierte Risikoberechnung)		
		I5: Geschützte Werte durch «Schutzwald Rutschungen» in CHF (erlaubt eine szenariodefinierte Risikoberechnung)		
		I6: Geschützte Werte durch «Schutzwald Stein- und Blockschlag» in CHF (erlaubt eine szenariodefinierte Risikoberechnung)		
		Zusammengezogener Indikator 1: Schutzwaldfläche für den Schutz vor Naturgefahren in km <sup>2</sup> oder als Karte		
		Zusammengezogener Indikator 2: Geschützte Werte durch Schutzwald in CHF (erlaubt eine szenariodefinierte Risikoberechnung)		
Schutzleistung durch Gebiete, die überflutet werden oder Wasser zurückhalten können	S2	I1: Es wird zum jetzigen Zeitpunkt auf die Bildung eines Indikators verzichtet.	Ev. Schutzflächen über Verschneidungen von Daten aus Aquaprotect mit Landnutzungsdaten möglich	Weitere Abklärungen nötig
Speicherung von CO <sub>2</sub>	S3	I1: Veränderung in der Treibhausgasspeicherung pro Jahr verursacht durch Änderung der Waldbewirtschaftung in Tonnen CO <sub>2</sub>	Schweizer Treibhausgasinventar: LULUCF	Verfügbar, Umrechnung notwendig
		I2: Veränderung in der Treibhausgasspeicherung pro Jahr		

Ökosystemleistung (FEGS)	Id.	Indikatoren	Datengrundlage	Datenverfügbarkeit
		durch Landnutzungsänderungen gemessen in Tonnen CO <sub>2</sub> (negative Werte = Emissionen)		
		I3: Ein Index des CO <sub>2</sub> -Vorrats für die einzelnen Landnutzungsformen (Wald, Kulturland, Grünland, Feuchtgebiete [Basis: Die Summe der Indexwerte aller Landnutzungsformen wird für 1990 auf 100 gesetzt])		
<b>Natürliche Vielfalt</b>				
Existenz natürlicher Vielfalt auf der Ebene der Arten, Gene, Ökosysteme und Landschaften	V1	<p>I1–3: BDM Indikatoren Z3 (Artenvielfalt in der Schweiz und in den Regionen), Z7 (Artenvielfalt in Landschaften) und Z9 (Artenvielfalt in Lebensräumen)</p> <p>I4: Indikator zu den Landschaftstypen (basierend auf einer Typologie der Landschaften der Schweiz / Schutzgebietsstatistik)</p> <p>Ausserdem soll die Machbarkeit eines Indikators «Veränderung der Anzahl und Ausdehnung existierender Lebensräume in der Schweiz» vertieft geprüft werden.</p>	<p>Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM); Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna (SZKF) <a href="http://www.cscf.ch">www.cscf.ch</a>; Zentrum des Datenverbundnetzes der Schweizer Flora (ZDSF); Swisssfungi, Swissslichen und Vogelwarte Sempach</p>	Im Zusammenhang mit der Biodiversitätsstrategie werden Indikatoren intensiv diskutiert, diese Vorschläge sind als vorläufig zu betrachten.
<b>Wirtschaftliche Leistungen (natürliche Produktionsfaktoren)</b>				
Natürliches Angebot an Trink- und Brauchwasser aus nutzbarem Grund- und Oberflächenwasser	W1	<p>I1: Wasserversorgung aus unbehandeltem Quell- und Grundwasser in Mio. m<sup>3</sup> Wasser pro Jahr</p> <p>I2: Prozentualer Anteil des unbehandelten Quell- und Grundwasser an der gesamten Wasserversorgung</p>	Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW), jährliche Wasserstatistik	Verfügbar
Natürliches Angebot an Produktionsunterstützungsleistungen: Bestäubung und Schädlingsbekämpfung	W2	<p>I1: Anzahl und Qualität von Pollen und Nektar liefernden Pflanzenarten pro Messfläche.</p> <p>I2: Durchschnittliche Bienendichte in der Schweiz (Völker pro km<sup>2</sup>)</p>	Indikator Z9 des Biodiversitätsmonitoring (BDM); Mitgliederdaten der Verbände der Imker (VDRB, SAR, STA zusammen im VSBV)	<p>wird derzeit getestet</p> <p>Über den VDRB, teils nach Kantonen, jährlich</p>
Fruchtbarer Boden für die landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung	W3	<p>I1: Landwirtschaftlich genutzte Bodenfläche in Hektaren</p> <p>I2: Waldwirtschaftlich genutzte Bodenfläche in Hektaren</p>	Arealstatistik	Wird im 12-Jahreszyklus erhoben, kann regional bis auf Ebene Gemeinde differenziert werden.
Futterpflanzen und organische Dünger für die landwirtschaftliche Nutzung	W4	<p>I1: Verwendetes CH Futtergetreide (in 1000 Tonnen pro Jahr).</p> <p>I2: Schätzung der Menge (in Tonnen) des aus Wiesen und Weiden stammenden Futters für die Landwirtschaft.</p> <p>I3: Schätzung der Menge (in Tonnen) des in der Landwirtschaft verwendeten organischen Düngemittels</p>	<p>Bauernverband</p> <p>Werden für einen OECD Bericht vom BLW aus der Nährstoffbilanzierung zusammengestellt</p>	Jährlich
Holzzuwachs für die forstwirtschaftliche Nutzung	W5	<p>I1: Holzzuwachs in 1000 m<sup>3</sup> pro Jahr</p> <p>I2: Nettoholzzuwachs in 1000 m<sup>3</sup> pro Jahr (Holzzuwachs minus Nutzung und Mortalität)</p> <p>I3: Menge des genutzten Holzes in 1000 m<sup>3</sup> pro Jahr (jährliche Nutzung).</p>	Landesforstinventar: LFI 2 und LFI 3 ( <a href="http://www.lfi.ch/resultate/resultate-auswahl.php?p=theme">www.lfi.ch/resultate/resultate-auswahl.php?p=theme</a> )	Verfügbar, zukünftig vermutlich jährlich oder alle 2 Jahre.
Wildtiere und Fische für die kommerzielle Nutzung	W6	<p>I1: Totaler Jahresertrag der Berufsfischerei in Schweizer Seen in Tonnen Fisch.</p> <p>I2: Ertragsanteil der Schweizer Berufsfischerei am gesamten Konsum von Schweizer Fischen.</p> <p>I3: Totaler Jahresertrag der Jagd (Wildbret) in der Schweiz, in Tonnen Fleisch.</p> <p>I4: Anteil des in der Schweiz geschossenen Wildbrets am gesamten Wildbret-Konsum in der Schweiz.</p>	<p>Fischereistatistik des BAFU</p> <p>Fleischstatistik des BAFU. Schweizer Fleischproduktion und -konsum: <a href="http://www.schweizerfleisch.ch">www.schweizerfleisch.ch</a></p> <p>Schätzungen zum verkauften Anteil des Wildbrets auf</p>	Jährlich

Ökosystemleistung (FEGS)	Id.	Indikatoren	Datengrundlage	Datenverfügbarkeit
			<a href="http://www.jagdschweiz.org">www.jagdschweiz.org</a>	
Angebot an wertvollen Natur- und Kulturlandschaften für die kommerzielle Nutzung im Tourismus	W7	I1: Anzahl Personentransporte von Schweizer Bergbahnen  I2: Ergänzender Indikator 2: Anzahl Personentransporte von Postautos (in touristischen Regionen) und Schiffen (auf Schweizer Gewässern)	Seilbahnen Schweiz (SBS) Verband öffentlicher Verkehr (VöV), Kommission touristischer Verkehr  Verband Schweizerischer Schifffahrtsunternehmen (VSSU)	Vorhanden
Erneuerbare Energien: Wasserkraft, Windkraft, Biomasse, Solarenergie, Umweltwärme, Geothermie	W8	I1: Absolute Menge und Anteile der erneuerbaren Energien am Endverbrauch Elektrizität  I2: Absolute Menge und Anteile der erneuerbaren Energien am Endverbrauch Energie ohne Elektrizität	Schweizer Statistik der erneuerbaren Energien, Anhang C4, der Ausgabe 4	Verfügbar, geringfügige Umrechnungen notwendig
Natürliche Produktionsunterstützungsleistung: Kühlleistung	W9	I1: Kühlwasserbedarf der AKW in Mio. m <sup>3</sup> pro Jahr	Studie Wasserverbrauch der Industrie durch SVGW; INVENT Datenbank BAFU (konkrete Zahlen, aber nur für zwei AKWs)	Verfügbar durch: M. Freiburghaus SVGW bzw. die INVENT Datenbank BAFU
Genetische Ressourcen und biochemische Wirkstoffe	W10	I1: Anzahl Bakterienisolate für Milchproduktion, Käseproduktion und Fleischproduktion (ev. sind auch andere Kategorien möglich)  Ausserdem soll die Machbarkeit eines Indikators zur Vielfalt an Pflanzensorten oder Tierrassen in der Landwirtschaft vertieft geprüft werden.	Stammsammlung der Agroscope Liebefeld-Posieux (ALP)	Verfügbar
Produktionsunterstützungsleistung: Abbau beziehungsweise Speicherung von Reststoffen	W11	I1: Es wird zurzeit auf die Bildung eines Indikators verzichtet.		

Im Folgenden werden die Informationen von Tab. 12 hinsichtlich Datenbasis detaillierter dargestellt.

## G1 Erholungsleistung durch Jagen, Sammeln und Beobachten wild lebender Arten

### Wildtiere

> **Indikator 1:** Die Anzahl Personen, die in der Freizeit zur Jagd gehen.

- **Datengrundlage:** Jagdstatistik [www.wild.uzh.ch/jagdst/index.php](http://www.wild.uzh.ch/jagdst/index.php), Anzahl Jagd-ausübende, sind alle Jäger, die in einem Jahr einen Jagdschein gelöst haben.
- **Datenverfügbarkeit:** vorhanden

### Fische

> **Indikator 2:** Anzahl Personen, die in der Freizeit zum Fischen gehen:  
*Fischereipatente oder Mitgliederzahlen*

> **Indikator 3:** Index zur Entwicklung essbarer Fischpopulationen abgeleitet aus den  
*Erträgen der Angelfischerei*

- **Datengrundlage:**

> **Indikator 2:** Bisher besteht keine Statistik, aber die Angaben können bei den  
*kantonalen Stellen zusammengetragen werden.*

> **Indikator 3:** Fischereistatistik des BAFU: Erträge der Angelfischerei in Schweizer  
*Fliessgewässern und Seen in kg.*

- **Datenverfügbarkeit:** wird jährlich erhoben

Zusätzliche Vorschläge, die weiter abgeklärt werden müssten:

### Pilze

- > Personen, die einem Pilzverein angehören (Anfrage VSVP): Da die meisten Pilzsammler nicht in einem Verein sind, sei diese Angabe wenig aussagekräftig
- > Qualität beziehungsweise Verbreitung von Pilzsammelgebieten (Anfrage WSL, [www.wsl.ch/dossiers/pilze/swissfungi/index\\_DE](http://www.wsl.ch/dossiers/pilze/swissfungi/index_DE), Beatrice Senn): Diese Angaben wollen die Verantwortlichen nicht herausgeben, um die Pilzsammelgebiete zu schützen. Möglicherweise können aus der Datenbank der gefundenen Pilzsorten Qualitätsindikatoren erstellt werden.



## G2 Erholungsleistung durch städtische Grün- und Freiräume sowie Nah- und Fernerholungsräume

> **Indikator 1:** *Verfügbarkeit von Grünflächen und Wasserläufen im Umkreis von 4 km um Wohnhäuser in der Schweiz*

- **Datengrundlage:** LABES-Parameter «Landschaftsqualität in Wohnumfeld»: Der Parameter umfasst generelle Landschaftsqualität, also Wasser/Grünflächen/Lärmbelastung im Umkreis (ca. 4 km) von Wohnhäusern. Für die Verwendung hier ist eine Separierung der Komponenten möglich, so dass nur die für den Indikator relevanten Messungen (z. B. nur Wasser und Grünflächen) verwendet werden.
- **Datenverfügbarkeit:** Bis Ende 2010 sollte Index und Rohdaten verfügbar sein

## G3 Erholungsleistung durch Erholungsräume im Wohnumfeld (Gärten u. a.)

> **Indikator 1:** *Fläche, die potenziell zum privaten Gartenanbau oder zum Sitzen, Spielen und Geniessen genutzt werden kann (Aufsummierte Fläche der Arealstatistik-Kategorien «Umschwung von Ein- und Zweifamilienhäusern» sowie «Umschwung von Reihen- und Terrassenhäusern» [werden zumindest teilweise für Anbau benutzt] und «Schrebergärten». Es ist davon auszugehen, dass beim «Umschwung von Mehrfamilienhäusern» die Nutzung selten für Gartenbau als Erholung verwendet wird, weshalb diese Flächen nicht dazugezählt werden.)*

- **Datengrundlage:** Arealstatistik; kann regional bis auf Ebene Gemeinde differenziert werden.
- **Datenverfügbarkeit:** Die Arealstatistik wird in einem 12-Jahreszyklus erhoben und erfasst die Bodennutzung und -bedeckung in der Schweiz nach 72 (1997: 74) verschiedenen Grundkategorien von Nutzungsarten. Diese sind als Flächenmasse (ha) angegeben und bis auf Gemeindeebene differenzierbar. Derzeit stehen die Daten aus der Periode 1992–1997 vollständig zur Verfügung, während die Daten für die Periode 2004–2009 sich noch in der Erarbeitungsphase befinden und erst teilweise bereitstehen (Fertigstellung 2013).

## G4 Identifikationsermöglichung durch vielfältige und charakteristische Landschaften (Natur- und Kulturerbe)

> **Indikator 1:** *Identifikation der Schweizer Bevölkerung mit der Natur (Anzahl Personen pro Identifikationsniveau)*

- **Datengrundlage:** Für die Erfassung der Identifikationsermöglichung bietet sich eine Umfrage, die derzeit im Rahmen des LABES Projekts von der WSL vorbereitet wird an. Im Rahmen einer Umfrage soll die gesamte Schweizer Bevölkerung über ihre Identifikation mit der Landschaft Auskunft geben. Die bisher erfolgten Pre-Tests waren sehr erfolgreich.
- **Datenverfügbarkeit:** Voraussichtlich Ende 2011.

## G5 Lokale Mikroklimaregulationsleistung durch Ökosysteme

- **Indikator:** Es wird zum jetzigen Zeitpunkt auf die Bildung eines Indikators für Grünflächen verzichtet.

- **Datenverfügbarkeit:** Grunddaten voraussichtlich ab 2012  
Die heute existierenden Daten sind noch zu wenig präzise. Neuere, genauere Messungen werden voraussichtlich erst in zwei Jahren (also 2012) zur Verfügung stehen. Mit Hilfe von Luftbildidentifikation werden neu auch kleinwachsende Bäume im Siedlungsraum identifizierbar sein, die für die Mikroklimaregulierung besonders wichtig sind.

## G6 Eine für den Menschen gesunde Luftqualität

- **Indikator 1:** Anzahl Personen, die an ihrem Wohnort in Bezug auf die Belastung durch Feinstaub «guter Luft» (unter dem Immissionsgrenzwert), und «schlechter Luft» (über dem Immissionsgrenzwert) ausgesetzt sind
- **Indikator 2:** Anzahl Personen, die an ihrem Wohnort in Bezug auf die Belastung durch Stickstoffdioxid «guter Luft» (unter dem Immissionsgrenzwert), und «schlechter Luft» (über dem Immissionsgrenzwert) ausgesetzt sind
- **Indikator 3:** Anzahl Personen, die an ihrem Wohnort in Bezug auf die Belastung durch Ozon «guter Luft» (unter dem Immissionsgrenzwert), und «schlechter Luft» (über dem Immissionsgrenzwert) ausgesetzt sind

- **Derzeit noch nicht verfügbar ist Indikator 4:** Anzahl Personen, die an ihrem Wohnort in Bezug auf die Belastung durch Russ «guter Luft» (russfreie Luft; Russ ist kanzerogen, deshalb gilt hier das Minimierungsgebot gemäss LRV), und «schlechter Luft» ausgesetzt sind

- **Datengrundlage:** Für Feinstaub, Stickstoffdioxid und Ozon bestehen regional differenzierte Daten, die mit geografischen Bevölkerungsdaten verknüpft werden können. Für alle drei Schadstoffe sind vom Bundesrat festgelegte Immissionsgrenzwerte verfügbar. Eine feinere Abstufung (mehrere Belastungsniveaus) für

einen Indikator ist möglich. (Sobald Daten zum Russ verfügbar sind, sollen diese ebenfalls integriert werden).

- > **Datenverfügbarkeit:** Der Aufwand für die Verknüpfung der Daten wird als eher gering eingeschätzt.

## G7 Ruhe

- > **Indikator 1:** Anzahl Personen, die tagsüber in einer ruhigen Umgebung wohnen (Anzahl Personen mit einer Tages-Lärmbelastung [Strassen-, Bahn- und Fluglärm]  $L_r \leq 55$  dB)
- > **Indikator 2:** Anzahl Personen, die nachts in einer ruhigen Umgebung wohnen (Anzahl Personen mit einer Nacht-Lärmbelastung [Strassen-, Bahn- und Fluglärm]  $L_r \leq 45$  dB)

- **Datengrundlage:** Es liegen Daten zu verschiedenen Grenzwerten für Strassen, Bahnen und Flugplätze vor. Es werden als Grenzwerte die Planungswerte von Wohnzonen vorgeschlagen, d. h.  $L_{r,Tag} = 55$  dB und  $L_{r,Nacht} = 45$  dB. Diese Grenzwerte harmonisieren auch mit den Richtwerten der WHO (vgl. auch mit EU Noise Directive.) Denkbar wäre auch, die Anzahl Personen mit verschiedenen Ruhe- bzw. Lärmniveaus zu beziffern (neben Planungswert auch Immissionsgrenzwert und Alarmwert) und je einen Indikator zu bilden. Daraus könnte man theoretisch einen Gesamtindex «Ruhe» bilden. Während dies die Gesamtlärmbelastung theoretisch genauer abbildet, haben die hier vorgeschlagenen zwei Indikatoren den Vorteil, einfacher und deshalb besser verständlich zu sein. Sie korrelieren zudem mit der Gesamtlärmbelastung.
- **Datenverfügbarkeit:** Die Daten können mittels der im BAFU aufgebauten GIS-Datenbank SonBASE ermittelt werden. Aktuelle Werte: tagsüber geniessen 3500 000 Personen Ruhe, nachts 4300 000 Personen.

## G8 Ein für den Menschen gesundheitsverträgliches Niveau an nichtionisierender Strahlung

- > **Indikator:** Aufgrund der Datenlage wird zum jetzigen Zeitpunkt auf die Bildung eines Indikators verzichtet.

- **Datengrundlage:** Angesichts der heute noch nicht verfügbaren Daten ist es besser, diesen Indikator zum heutigen Zeitpunkt nicht in das Inventar aufzunehmen. Es wäre derzeit relativ schwierig, einen positiv formulierten Indikator zu finden.
- **Datenverfügbarkeit:** Nicht gegeben, frühestens 2013/2014

## S1 Schutzleistung vor Lawinen, Murgängen, flachgründigen Rutschungen sowie Stein- und Blockschlag durch Vegetation an Steilhängen

- > **Indikator 1:** Schutzwaldfläche relevant für Lawinenschutz in km<sup>2</sup> oder als Karte
- > **Indikator 2:** Schutzwaldfläche relevant für Schutz vor Rutschungen (Hangmuren) in km<sup>2</sup> oder als Karte
- > **Indikator 3:** Schutzwaldfläche relevant für Schutz vor Stein- und Blockschlag in km<sup>2</sup> oder als Karte
- > **Indikator 4:** Geschützte Werte durch «Schutzwald Lawinen» in CHF  
(erlaubt eine szenariodefinierte Risikoberechnung)
- > **Indikator 5:** Geschützte Werte durch «Schutzwald Rutschungen» in CHF  
(erlaubt eine szenariodefinierte Risikoberechnung)
- > **Indikator 6:** Geschützte Werte durch «Schutzwald Stein- und Blockschlag» in CHF  
(erlaubt eine szenariodefinierte Risikoberechnung)

Falls die Indikatoren zusammengezogen werden sollten, bieten sich beispielsweise die folgenden 2 Indikatoren an:

- > **Zusammengezogener Indikator 1:** Schutzwaldfläche für den Schutz vor Naturgefahren in km<sup>2</sup> oder als Karte
- > **Zusammengezogener Indikator 2:** Geschützte Werte durch Schutzwald in CHF  
(erlaubt eine szenariodefinierte Risikoberechnung)

- **Datengrundlage:** Silvaprotect
- **Datenverfügbarkeit:** BAFU erwartet Daten von Kantonen bis Ende 2010. Aufbereitung bis spätestens 2010. Datenextraktion kann aufwendig sein.

## S2 Schutzleistung durch Gebiete, die überflutet werden oder Wasser zurückhalten können

- > **Indikator:** Zum jetzigen Zeitpunkt wird auf die Bildung eines Indikators verzichtet.

- **Datengrundlage:** Möglicherweise sind Verschneidungen von Daten aus Aquaprotect mit Landnutzungsdaten möglich, um Aussagen zu Schutzflächen machen zu können. Hier sind weitere Abklärungen notwendig

### S3 Speicherung von CO<sub>2</sub>

- 
- > **Indikator 1:** Veränderung in der Treibhausgasspeicherung pro Jahr verursacht durch Änderung der Waldbewirtschaftung in Tonnen CO<sub>2</sub>
  - > **Indikator 2:** Veränderung in der Treibhausgasspeicherung pro Jahr durch Landnutzungsänderungen gemessen in Tonnen CO<sub>2</sub> (negative Werte = Emissionen)
  - > **Indikator 3:** Ein Index des CO<sub>2</sub>-Vorrats für die einzelnen Landnutzungsformen (Wald, Kulturland, Grünland, Feuchtgebiete [Basis: Die Summe der Indexwerte aller Landnutzungsformen wird für 1990 auf 100 gesetzt])
- 

- **Datengrundlage:** Schweizer Treibhausgasinventar: LULUCF (land use, land-use change and forestry). Für Indikator 1 und 2 müssen lediglich Senken-Kategorien zusammengefasst werden. Sämtliche notwendigen Daten für Indikator 3 sind ebenfalls vorhanden, der Index für 1990 kann aus den damaligen Flächen pro Landnutzungsart und den Umrechnungskoeffizienten bei Landnutzungsänderungen berechnet werden. Die Fortschreibung des Index ergibt sich aus den jährlichen CO<sub>2</sub>-Speicherungen/Emissionen.  
Der CO<sub>2</sub>-Vorrat muss als Index und nicht in der Masseinheit Tonnen CO<sub>2</sub> erfasst werden, da dieser Wert von den gewählten Systemgrenzen des Treibhausgasinventars abhängt und damit inhaltlich nicht sinnvoll ist. Allerdings lassen sich die Anteile innerhalb der gewählten Systemgrenzen Anhand der Umrechnungskoeffizienten und der Flächen pro Nutzungsart berechnen.
- **Datenverfügbarkeit:** verfügbar, Umrechnungen sind notwendig

### V1 Existenz natürlicher Vielfalt auf der Ebene der Arten, Gene, Ökosystemen und Landschaften

- 
- > **Indikator 1–3:** BDM Indikatoren Z3, Z7 und Z9
  - > **Indikator 4:** Indikator zu den Landschaftstypen (basierend auf einer Typologie der Landschaften der Schweiz / Schutzgebietsstatistik)
- 

Ausserdem soll die Machbarkeit eines Indikators «Veränderung der Anzahl und Ausdehnung existierender Lebensräume in der Schweiz» vertieft geprüft werden.

- **Datengrundlage:** Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM) [www.biodiversity-monitoring.ch](http://www.biodiversity-monitoring.ch); Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna [www.cscf.ch](http://www.cscf.ch), Zentrum des Datenverbundnetzes der Schweizer Flora (ZDSF), Swissfungi, Swisslichen und Vogelwarte Sempach
- **Datenverfügbarkeit:** BDM ist vorhanden

## W1 Natürliches Angebot an Trink- und Brauchwasser aus nutzbarem Grundwasser und Oberflächenwasser

- **Indikator 1:** Wasserversorgung aus unbehandeltem Quell- und Grundwasser in Mio.m<sup>3</sup> Wasser pro Jahr
- **Indikator 2:** % Anteil des unbehandeltem Quell- und Grundwasser an der gesamten Wasserversorgung

- **Datengrundlage:** SVGW jährliche Wasserstatistik: jährliche Hochrechnung der prozentualen Aufteilung der Wasserversorgung durch Quell-, Grund- und See-wasser. Eine neuere statistische Schätzung stammt aus dem Jahr 2005.
- **Datenverfügbarkeit:** verfügbar

## W2 Natürliches Angebot an Produktionsunterstützungsleistungen: Bestäubung und Schädlingsbekämpfung

- **Indikator 1:** Anzahl und Qualität von Pollen und Nektar liefernden Pflanzenarten pro Messfläche (gemäss Hintermann & Weber (2009))
- **Indikator 2:** Alternativ und etwas weniger umfassend bezüglich der Bestäuber: Durchschnittliche Bienendichte in der Schweiz (Völker pro km<sup>2</sup>)

- **Datengrundlage:** Für Indikator: Wird derzeit im Rahmen des BDM getestet. Für Indikator 2: Die Verbände der Imker (VDRB, SAR, STA zusammen im VSBV) verfügen je über Mitgliederdaten. Der mit Abstand grösste Verband (VDRB Verband deutschschweizerischer und rätoromanischer Bienenfreunde) erfasst diese Zahlen jährlich sehr genau. Dieser Indikator kann auch für die meisten Kantone berechnet werden (Gesamtwert 2004: 4.7 Völker pro km<sup>2</sup>).
- **Datenverfügbarkeit:** Für Indikator 1: Zu klären. Für Indikator 2: Über den VDRB teils nach Kantonen, jährlich

## W3 Fruchtbarer Boden für die landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung

- **Indikator 1:** Landwirtschaftlich genutzte Bodenfläche in Hektaren (Fläche [einzeln oder aufsummiert] an Böden, die für die landwirtschaftliche Nutzung gemäss den Arealstatistik- Kategorien Obstbauflächen [Obstanlagen, Feldobst], Rebbaufflächen, Gartenbauflächen, Wies- und Ackerland, Heimweiden, ev. Alpwiesen [werden nicht ganzjährig genutzt] und günstige Alp- und Juraweiden, verwendet werden.)
- **Indikator 2:** Waldwirtschaftlich genutzte Bodenfläche in Hektaren (Fläche [einzeln oder aufsummiert] an Böden, die für die forstwirtschaftliche Nutzung gemäss den

*Arealstatistik-Kategorien Normalwald, Waldstreifen, Waldecken, Aufforstungen, Waldschadenflächen, Aufgelöster Wald auf unproduktiven Flächen und Aufgelöster Wald auf Landwirtschaftsflächen verwendet werden. Sie beinhalten alle forstwirtschaftlichen Flächen, die der Produktion von Holz im Sinne der Forstwirtschaft dienen.)*

- **Datengrundlage:** Arealstatistik kann regional bis auf Ebene Gemeinde differenziert werden.
- **Datenverfügbarkeit:** Die Arealstatistik wird in einem 12 Jahreszyklus erhoben und erfasst die Bodennutzung und -bedeckung in der Schweiz nach 72 (1997: 74) verschiedenen Grundkategorien von Nutzungsarten. Diese sind als Flächenmasse (ha) angegeben und bis auf Gemeindeebene differenzierbar. Derzeit stehen die Daten aus der Periode 1992- 1997 vollständig zur Verfügung, während die Daten für die Periode 2004–2009 sich noch in der Erarbeitungsphase befinden und erst teilweise bereitstehen (Fertigstellung 2013).

#### W4 Futterpflanzen und organische Düngemittel für die landwirtschaftliche Nutzung

- > **Indikator 1:** Verwendetes CH Futtergetreide (in 1000 Tonnen pro Jahr)
- > **Indikator 2:** Schätzung der Menge (in Tonnen) des aus Wiesen und Weiden stammenden Futters für die Landwirtschaft
- > **Indikator 3:** Schätzung der Menge (in Tonnen) des in der Landwirtschaft verwendeten organischen Düngemittels

- **Datengrundlage:** Die Angaben zum Futtergetreide werden jährlich vom Bauernverband erhoben. Die Schätzungen für Indikator 2 und 3 zum Ertrag der Weiden und Wiesen sowie zum organischen Dünger werden für einen OECD Bericht vom BLW aus der Nährstoffbilanzierung zusammengestellt.
- **Datenverfügbarkeit:** jährlich

#### W5 Holzzuwachs für die forstwirtschaftliche Nutzung

- > **Indikator 1:** Holzzuwachs in 1000 m<sup>3</sup> pro Jahr
- > **Indikator 2:** Nettoholzzuwachs in 1000 m<sup>3</sup> pro Jahr (Holzzuwachs minus Nutzung und Mortalität)
- > **Indikator 3:** Menge des genutzten Holzes in 1000 m<sup>3</sup> pro Jahr (jährliche Nutzung)

- **Datengrundlage:** Landesforstinventar: LFI 2 und LFI 3 ([www.lfi.ch/resultate-resultateauswahl.php?p=theme](http://www.lfi.ch/resultate-resultateauswahl.php?p=theme)) Da Laub- und Nadelholz divergierende Tendenzen in der Nutzung zeigen, sollte der Indikator nach diesen beiden Kategorien un-

terscheiden. Geografische Differenzierung ist nach Wirtschaftsregionen, Produktionsregionen und Kantonen möglich. Produktionsregionen scheinen am sinnvollsten. Einige Kantone sind zu klein für eine gute Auswertung. Die zu verwendende Auswertungseinheit lautet «gemeinsamer zugänglicher Wald ohne Gebüschwald». Masseinheit: 1000 m<sup>3</sup>/J. Holz.

- **Datenverfügbarkeit:** verfügbar. Die Berichterstattung zum Holzzuwachs soll, aufgrund der kontinuierlichen Erhebungen beim LFI ab 2009, zukünftig in kürzeren zeitlichen Abständen als bisher erfolgen. Vermutlich jährlich oder alle 2 Jahre.

## W6 Wildtiere und Fische für die kommerzielle Nutzung

- 
- > **Indikator 1:** *Totaler Jahresertrag der Berufsfischerei in Schweizer Seen in Tonnen Fisch*
  - > **Indikator 2:** *Ertragsanteil der Schweizer Berufsfischerei am gesamten Konsum von Schweizer Fischen*
- 

- **Datengrundlage:** Fischereistatistik des BAFU. Der Jahresertrag der Berufsfischer enthält die Erträge aller für die Berufsfischerei relevanten Seen (auf Flüssen wird keine Berufsfischerei betrieben). Zu beachten ist, dass der Jungfischbesatz bei den Felchen rund 1/3 des Ertrages ausmacht, diese Zahl ist aber eine sehr grobe Schätzung und variiert von See zu See sehr stark. Ausserdem werden die Kosten für den Jungfischbesatz nicht gesamthaft erhoben. Aus diesen Gründen kann der obige Indikator nicht für Jungfischbesatz korrigiert werden. Für die Barsche, der zweiten quantitativ wichtigen Fischart, stammen 100 % des Ertrag aus natürlicher Fortpflanzung.
  - **Datenverfügbarkeit:** wird jährlich erhoben
- 

- > **Indikator 3:** *Totaler Jahresertrag der Jagd (Wildbret) in der Schweizer in Tonnen Fleisch*
  - > **Indikator 4:** *Anteil des in der Schweiz geschossenen Wildbret am gesamten Wildbret-Konsum in der Schweiz*
- 

- **Datengrundlage:** Fleischstatistik des BAFU. Schweizer Fleischproduktion und -konsum: Proviande [www.schweizerfleisch.ch](http://www.schweizerfleisch.ch). Schätzungen zum verkauften Anteil des Wildbräts auf [www.jagdschweiz.org](http://www.jagdschweiz.org)
- **Datenverfügbarkeit:** Fleischstatistik wird jährlich erhoben



## W7 Wertvolle Natur- und Kulturlandschaften für die kommerzielle Nutzung im Tourismus

- 
- > **Indikator 1:** Anzahl Personentransporte von Schweizer Bergbahnen  
**Ergänzender Indikator 2:** Anzahl Personentransporte von Postautos (in touristischen Regionen) und Schiffen (auf Schweizer Gewässern)
- 

- **Datengrundlage:** Der Verband Schweizer Seilbahnen lässt für den Sommer die Anzahl Ersteintritte und für den Winter die Anzahl Skitage erheben. Auch die Kommission touristischer Verkehr des Verbands öffentlicher Verkehr verfügt allenfalls über genauere Zahlen. Zahlen zur Schifffahrt wären beim Verband Schweizerischer Schifffahrtsunternehmen (VSSU) erhältlich. Sie beziehen sich auf Kursfahrten auf Binnengewässer (See und Flüsse). Die touristische Nutzung wird bei über 90 % der Passagierzahlen liegen – eigene Schätzung (Ausnahme Autofähre Horgen-Meilen), jedoch heisst touristische Nutzung noch nicht, dass diese aufgrund der Landschaft zu Stande kam (z. B. auch Schiffstechnik, Zubringer, Gastronomie oder weitere Funktionen).
- **Datenverfügbarkeit:** Publikation der Seilbahnen Schweiz: Zahlen und Fakten 2008; erhoben von Laurent Vanat, [www.vanat.ch/6665.htm](http://www.vanat.ch/6665.htm)<sup>38</sup>

## W8 Erneuerbare Energien: Wasserkraft, Windkraft, Biomasse, Solarenergie, Geothermie

- 
- > **Indikator 1:** Absolute Menge und Anteile der aus erneuerbaren Energien produzierten Elektrizität am Endverbrauch von Strom in der Schweiz (prozentuale Anteile von in der Schweiz produzierter Elektrizität aus Wasserkraft, Sonnenenergie, Windenergie, Biomasse und Geothermie)
- > **Indikator 2:** Absolute Menge und Anteile der erneuerbaren Energien am Endverbrauch Energie ohne Elektrizität (wie oben)
- 

- **Datengrundlage:** Schweizer Statistik der erneuerbare Energien, Anhang C4, der Ausgabe 4 kann als Ausgangslage verwendet werden, wobei Exporte hinzuge-rechnet und Importe abgezogen werden müssen. Es werden alle aufgeführten Technologien berücksichtigt: Bei KVA wird nur der biogene Beitrag gezählt. Klärgasanlagen etc. werden berücksichtigt, da es biologische Prozesse sind, die ablaufen.
- **Datenverfügbarkeit:** Verfügbar, geringfügige Umrechnungen notwendig

---

<sup>38</sup> Information: Derzeit arbeitet das BAFU an einem Indikator zu naturnahem Tourismus. Von diesem Projekt werden keine Resultate übernommen werden können, da es sich um eine grundlegend andere Fragestellung handelt.

---

**W9 Natürliche Produktionsunterstützungsleistung: Kühlleistung**

---

*> Indikator 1: Kühlwasserbedarf der AKW in Mio.m<sup>3</sup> pro Jahr*

---

- **Datengrundlage:** Studie Wasserverbrauch der Industrie durch SVGW; INVENT Datenbank BAFU (konkrete Zahlen, aber nur für zwei AKWs)
- **Datenverfügbarkeit:** Verfügbar durch. M. Freiburghaus SVGW bzw. die INVENT Datenbank BAFU

**W10 Genetische Ressourcen und biochemische Wirkstoffe**

---

*> Indikator 1: Anzahl Bakterienisolate für Milchproduktion, Käseproduktion und Fleischproduktion. (ev. sind auch andere Kategorien möglich)*

---

- **Datengrundlage:** ALP Stammsammlung der Agroscope Liebefeld-Posieux
- **Datenverfügbarkeit:** verfügbar

Ausserdem soll die Machbarkeit eines Indikators zur Vielfalt an Pflanzensorten oder Tierrassen in der Landwirtschaft vertieft geprüft werden.

**W11 Produktionsunterstützungsleistungen: Abbau beziehungsweise Speicherung von Reststoffen**

---

*> Indikator: Zurzeit wird auf die Bildung eines Indikators verzichtet.*

---

## A2 Zuordnung der FEGS zu CICES-Gruppen

**Tab. 11 > Zuordnung der finalen Ökosystemleistungen zu den Service Groups der europäischen CICES-Klassifikation**

	Leistungsart	Ökosystemleistungen (FEGS)	CICES-Nr.	CICES Service Groups
<b>Gesundheit/Wohlbefinden</b>				
G1	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Erholungsleistung durch Jagen, Sammeln und Beobachten wild lebender Arten	c3	Experiental
G2	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Erholungsleistung durch städtische Grün- und Freiräume sowie Nah- und Fernerholungsräume	c3	Experiental
G3	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Erholungsleistung von Erholungsräumen im Wohnumfeld (Gärten u.a.)	c3	Experiental
G4	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Identifikationsermöglichung durch schöne und charakteristische Landschaften (Natur- und Kulturerbe)	c3	Symbolic
G5	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Lokale Mikroklimaregulationsleistung durch Ökosysteme	r3	Regulation of biophysical conditions
G6	Natürlicher/gesunder Lebensraum	Eine für den Menschen gesunde Luftqualität	r3	Regulation of biophysical conditions
G7	Natürlicher/gesunder Lebensraum	Eine für den Menschen angenehme Ruhe	r3	Regulation of biophysical conditions
G8	Natürlicher/gesunder Lebensraum	Ein für den Menschen gesundheitsverträgliches Niveau an nichtionisierender Strahlung	r3	Regulation of biophysical conditions
<b>Sicherheit</b>				
S1	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Schutzleistung vor Lawinen, Steinschlag und Murgängen durch Vegetation an Steilhängen	r2	Regulation against hazards
S2	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Schutzleistung durch Gebiete, die überflutet werden oder Wasser zurückhalten können	r2	Regulation against hazards
S3	Intermediäre Ökosystemleistung	Speicherung von CO <sub>2</sub>	r3	Regulation of biophysical conditions
<b>Natürliche Vielfalt</b>				
V1	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung	Existenz natürlicher Vielfalt auf der Ebene der Arten, Gene, Ökosysteme und Landschaften	c2	Existenzwert: Symbolic; Ausserdem ist die Natürliche Vielfalt grundlegende für alle Service-Gruppen
<b>Wirtschaftliche Leistungen (natürliche Produktionsfaktoren)</b>				
W1	Direkt nutzbare finale Ökosystemleistung und Inputfaktor für Wasserversorgung	Natürliches Angebot an Trink- und Brauchwasser aus nutzbarem Grundwasser und Oberflächenwasser	p1	Food & Beverages <sup>39</sup>
W2	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Natürliches Angebot an Produktionsunterstützungsleistungen: Bestäubung und Schädlingsbekämpfung	r4	Regulation of biotic environment
W3	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Fruchtbarer Boden für die landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung	r3	Regulation of biophysical conditions <sup>40</sup>
W4	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Futterpflanzen und organische Düngemittel für die landwirtschaftliche Nutzung	p1	Food & Beverages
W5	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Holzzuwachs für die forstwirtschaftliche Nutzung	p2	Materials
W6	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Wildtiere und Fische für die kommerzielle Nutzung	p1	Food & Beverages
W7	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Angebot an wertvollen Natur- und Kulturlandschaften für die kommerzielle Nutzung im Tourismus	c3	Experiental

<sup>39</sup> Unterklasse: Potable Water. Vorleistung: Water purification (CICES-Klasse r3 Regulation of biophysical conditions)

<sup>40</sup> Trägt bei zu den Marktleistungen Crop based production und Animal based production, CICES-Klasse p1 Food & Beverages)

	Leistungsart	Ökosystemleistungen (FEGS)	CICES-Nr.	CICES Service Groups
W8	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Erneuerbare Energien: Wasserkraft, Windkraft, Biomasse, Solarenergie, Umweltwärme, Geothermie	p3	Energy
W9	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Natürliche Produktionsunterstützungsleistungen: Kühlleistung	p3	Energy
W10	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Genetischen Ressourcen und biochemische Wirkstoffe	p2	Materials
W11	Ökosystemleistung als Inputfaktor	Produktionsunterstützungsleistungen: Abbau beziehungsweise Speicherung von Reststoffen	r1	Regulation of waste assimilation processes

Quelle: BAFU, Sektion Ökonomie, basierend auf Haines-Young / Potschin (2010, 15 – 17)

## A3 Vergleich Inventar und BAFU-Ausgangs-Inventar

**Tab. 12 > Vergleich Inventar und Ausgangs-Inventar**

Inventar			Ausgangs-Inventar	
Id.	Finale Ökosystemleistungen (FEGS)	Nutzen für den Menschen	Finale Ökosystemleistungen (FEGS)	Nutzen für den Menschen
<b>Gesundheit</b>				
G1	Erholungsleistung durch Jagen, Sammeln und Beobachten wild lebender Arten	Erholung	Erholungsleistung durch Tier- und Pflanzenarten (zum Jagen, Sammeln, Beobachten)	Erholung im Sinne von Hobby durch Bewegung, Sport und Erlebnis
G2	Erholungsleistung durch städtische Grün- und Freiräume sowie Nah- und Fernerholungsräume	Erholung	Erholungsleistung durch städtische Grün- und Freiräume sowie Naherholungsräume inkl. Erholungswälder, Wasserläufe usw.	Erholung im Sinne von Hobby durch Bewegung, Sport und Erlebnis
G3	Erholungsleistung von Erholungsräumen im Wohnumfeld (Gärten)	Erholung	Teilweise: Essbare Wildpflanzen und -tiere / Nahrungsmittelvielfalt	Prävention und Rekonvalleszenz
G4	Identifikationsermöglichung durch schöne und charakteristische Landschaften (Natur- und Kulturerbe)	Wohlbefinden	Identifikationsleistung, vertrauter, schöner und charakteristischer Landschaften (Natur- und Kulturerbe)	Räumliche Identifikation, kulturelles Erbe
G5	Lokale Mikroklimaregulationsleistung durch Ökosysteme	Wohlbefinden	lokale Klimaregulationsleistung durch lokale Ökosysteme	Gesundes Klima vor Ort
G6	Eine für den Menschen gesunde Luftqualität	Prävention	Gesunde Luft, die an Wohn- und Arbeitsort sowie bei Freizeitaktivitäten eingeatmet wird	Prävention und Rekonvalleszenz
G7	Ruhe	Prävention	Ruhe (niedriger Schallpegel; Naturgeräusche) an Wohn- und Arbeitsort sowie bei Freizeitaktivitäten	Prävention und Rekonvalleszenz
G8	Ein für den Menschen gesundheitsverträgliches Niveau an nichtionisierender Strahlung	Prävention	wenig nichtionisierende Strahlung am Wohn- und Arbeitsort	Prävention und Rekonvalleszenz
<b>Sicherheit</b>				
S1	Schutzleistung vor Lawinen, Murgängen, flachgründigen Rutschungen sowie Stein- und Blockschlag durch Vegetation an Steilhängen.	Schutz von Menschen, Tieren und Sachwerten	Schutzleistung vor Lawinen, Erdbeben usw. (z. B. durch Schutzwälder)	Schutz von Mensch, Tier und Sachwerten vor Hochwasser, Lawinen, Rutschungen usw.
S2	Schutzleistung durch Gebiete, die überflutet werden oder Wasser zurückhalten können	Schutz von Menschen, Tieren und Sachwerten	Schutzleistung durch Gebiete, die überflutet werden können und Wassermassen speichern können (z. B. Hochwasserprävention durch nicht versiegelte Böden wie Auen, Flachmoore, Wälder, landwirtschaftliches Anbaugelände, etc.)	Schutz von Mensch, Tier und Sachwerten vor Hochwasser, Lawinen, Rutschungen usw.
S3	Speicherung von CO <sub>2</sub>	Beitrag zur Stabilität des Klimas	Speicherung von CO <sub>2</sub> (durch Wälder, Holz, Grünland, Hochmoore u.a.) (Achtung, das ist keine finale, sondern eine intermediäre Ökosystemleistung. Sie wird dennoch aufgeführt wegen Langfristigkeit und Bedeutung für Klimawandel.)	Beitrag zur Stabilität des Klimas
<b>Natürliche Vielfalt</b>				
V1	Existenz natürlicher Vielfalt auf der Ebene der Arten, Gene, Ökosysteme und Landschaften	Existenz natürlicher Vielfalt	Existenz der Vielfalt auf der Ebene der Arten, Genen und Ökosystemen soweit diesen unabhängig von ihrer Nutzung ein Wert zugemessen wird	Biologische Vielfalt
<b>Wirtschaftliche Leistungen</b>				
W1	Natürliches Angebot an Trink- und Brauchwasser aus nutzbarem Grundwasser und Oberflächenwasser	Wasserversorgung		Produktionsfaktor für Wasserwirtschaft
W2	Natürliches Angebot an Produktionsunterstützung	Beitrag an Land- und	Bestäubung, Schädlingsbekämpfung und	Beitrag an Land- und

Inventar			Ausgangs-Inventar	
Id.	Finale Ökosystemleistungen (FEGS)	Nutzen für den Menschen	Finale Ökosystemleistungen (FEGS)	Nutzen für den Menschen
	zungsleistungen: Bestäubung und Schädlingsbekämpfung	Forstwirtschaft / Nahrungsmittelindustrie	Erhöhung der Resistenz gegen Krankheiten	Forstwirtschaft
W3	Fruchtbarer Boden für die landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung	Beitrag an Land- und Forstwirtschaft / Nahrungsmittelindustrie	Bildung fruchtbarer Böden und Bodenrückhaltung (Soil formation and retention)	Beitrag an Land- und Forstwirtschaft
W4	Futterpflanzen und organische Düngemittel für die landwirtschaftliche Nutzung	Beitrag an Landwirtschaft / Nahrungsmittelindustrie	Wildwachsendes Tierfutter und organische Düngemittel (z. B. Stroh, Blätter)	Beitrag an Landwirtschaft
W5	Holzzuwachs für die forstwirtschaftliche Nutzung	Beitrag an Forstwirtschaft	Nutzbarer Holzzuwachs (bei Naturverjüngung) z. B. für Bau, Möbel, und Papierproduktion	Beitrag an Land- und Forstwirtschaft
W6	Wildtiere und Fische für die kommerzielle Nutzung	Beitrag an Fischerei- und Jagdwirtschaft	Verfügbarkeit kommerziell genutzter Wildtiere (z. B. Fische etc.)	Beitrag an Land- und Forstwirtschaft
W7	Wertvolle Natur- und Kulturlandschaften für die kommerzielle Nutzung im Tourismus	Beitrag an die touristische Wertschöpfung	Touristische Leistung wertvoller Natur- und Kulturlandschaften	Beitrag an die touristische Wertschöpfung
W8	Erneuerbare Energien: Wasserkraft, Windkraft, Biomasse, Solarenergie, Umweltwärme; Geothermie	Beitrag an die Energiewirtschaft	Energieleistung (z. B. Wärme, Elektrizität, Treibstoffe, mechanische Energieleistung) durch erneuerbare Energien: Sonnenstrahlung, Wasserkraft Windkraft, Biomasse, Geothermie und Umgebungswärme, die für Energiegewinnung genutzt werden	Energiegewinnung (z. B. Wind-, Wasserkraft)
W9	Natürliche Produktionsunterstützungsleistungen: Kühlleistung	Kühlung für verschiedene Branchen	Kühlleistungen der natürlichen Umwelt (natürliche Wasserläufe, Boden, Umgebungsluft, etc.) z. B. Bei Kraftwerken oder Wohngebäuden	Kühlung
W10	Genetische Ressourcen und biochemischen Wirkstoffe	Beitrag an die Pharmaindustrie	Genetische Ressourcen und biochemische Wirkstoffe, sowie Test- und Versuchsorganismen	Basis für Medikamente
W11	Produktionsunterstützungsleistungen: Abbau beziehungsweise Speicherung von Reststoffen	Beitrag an die Abwasserreinigung und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzung	Abbau beziehungsweise Speicherung von Reststoffen (z. B. Abbau von organischen Reststoffen und Speicherung von radioaktiven Abfällen)	Entsorgung und Abbau
<b>Nicht weiter verfolgte FEGS aus dem BAFU-Ausgangs-Inventar</b>				
	Schutzleistung durch Ozon in der Stratosphäre	Prävention	Schutzleistung durch Ozon in der Stratosphäre	Prävention und Rekonvaleszenz
	Angebot an für den Menschen ungefährlichen Böden	Prävention	Gesunde Böden (z. B. durch Abbau toxischer Substanzen) an Orten, wo der Mensch in direkten Kontakt kommt (Einnahme, Hautkontakt, etc.)	Prävention und Rekonvaleszenz
	Schutzleistung durch Ökosysteme und Organismen, die der Verbreitung von Krankheiten entgegenwirken	Prävention	Ökosysteme und Organismen, die der Verbreitung von Krankheiten entgegenwirken (land uses or predator populations hostile to disease transmission)	Prävention und Rekonvaleszenz
	Heilleistung durch Organismen oder Produkte von Organismen	Rekonvaleszenz	Organismen mit Heilwirkung (z. B. Heilkräuter)	Prävention und Rekonvaleszenz
	Natürliches Angebot vielfältiger Landschaften mit ihren individuellen Ausprägungen und Landschaftselementen soweit diesen unabhängig von ihrer Nutzung ein Wert zugemessen wird	Existenz natürlicher Vielfalt	Existenz vielfältiger Landschaften mit ihren individuellen Ausprägungen und Landschaftselementen soweit diesen unabhängig von ihrer Nutzung ein Wert zugemessen wird	Landschaftliche Vielfalt
	Natürliches Angebot an essbaren Wildpflanzen und -tieren für den Eigengebrauch (Problem der Irrelevanz)	Ernährung (direkt)	Essbare Wildpflanzen und -Tiere / Nahrungsmittelvielfalt	Ernährung (direkt)
	Natürliche Angebot an Kies, Schotter, Steinen etc. für die kommerzielle Nutzung	Beitrag an das Bauge- werbe/Bergbau	-	-

## A4 Übersicht über die geführten Gespräche

Tab. 13 > Liste der Gesprächspartner

Gesprächspartner		Zugehörigkeit	Gesprächsthemen
D'Alessandro	Marco	BAFU	Indikatoren zu genetischen Ressourcen und biochemischen Wirkstoffen (W10)
Dasen	Gerhard	BFE	Indikatoren zu erneuerbaren Energien (W8)
Decrausaz	Brigitte	BWL	Indikatoren zu Futterpflanzen und organischen Düngemitteln (W4)
Félix	Olivier	BWL	Indikatoren zu Bestäubung und Schädlingsbekämpfung (W2)
Geissman	Markus	BFE	Indikatoren zu erneuerbaren Energien (W8)
Grêt-Regamey	Adrienne	ETH Zürich	Wissenschaftliche Einbettung und Verwendung
Guggisberg	Bruno	BFE	Indikatoren zu erneuerbaren Energien (W8)
Hunziker	Simone	BAFU	Indikatoren zu Schutzleistungen vor Lawinen, Steinschlag und Überflutung (S1, S2)
Imesch	Nicole	BAFU	Indikatoren zu Wildtieren, Fischen und zu Erholungsleistungen durch Jagen, Sammeln und Beobachten wild lebender Arten (W6, G1)
Köllner	Thomas	Universität Bayreuth	Wissenschaftliche Einbettung und Verwendung
Leuenberger	Sabrina	BAFU	Indikatoren zu genetischen Ressourcen und biochemischen Wirkstoffen (W10)
Nippel	Thierry	BFS	Indikatoren zu fruchtbarem Boden und Erholungsleistungen durch Erholungsräume im Wohnumfeld (W3, G3)
Pearson	Sarah	BAFU	Indikatoren zur Existenz natürlicher Vielfalt, für die Speicherung von CO <sub>2</sub> und zu Bestäubung und Schädlingsbekämpfung (V1, S3, W2)
Gesprächspartner		Zugehörigkeit	Gesprächsthemen
Potschin	Marion	University of Nottingham	Wissenschaftliche Einbettung und Verwendung
Rogiers	Nele	BAFU	Indikatoren für die Speicherung von CO <sub>2</sub> (S3)
Schaffer	Hans Peter	BAFU	Indikatoren zu Holzzuwachs (W5)
Schaffer	Monika	BAFU	Indikatoren zu Schutzleistungen vor Überflutung, zum natürlichen Angebot an Trink- und Brauchwasser, zu erneuerbaren Energien und zur Kühlleistung (S2, W1, W8, W9)
Schlup	Barbara	Hintermann & Weber	Indikatoren zu Bestäubung und Schädlingsbekämpfung (W2)
Staub	Erich	BAFU	Indikatoren zu Wildtieren, Fischen und Erholungsleistungen durch Jagen, Sammeln und Beobachten wild lebender Arten (W6, G1)
Trombitas	Mila	Schweizer Tourismus-Verband	Verwendung und Kommunikation
Vetterli	Walter	WWF	Verwendung und Kommunikation
Wolfer	Urs	BFE	Indikatoren zu erneuerbaren Energien (W8)

# > Verzeichnisse

## Abkürzungen

**AKW**

Atomkraftwerk bzw. Kernkraftwerk

**ALP**

Agroscope Liebefeld-Posieux

**AMA**

Abteilung Artenmanagement beim Bundesamt für Umwelt (heute Abteilung Arten, Ökosysteme, Landschaften)

**ARE**

Bundesamt für Raumentwicklung

**BAFU**

Bundesamt für Umwelt

**BDM**

Biodiversitätsmonitoring

**BFE**

Bundesamt für Energie

**BfN**

Deutsches Bundesamt für Naturschutz

**BFS**

Bundesamt für Statistik

**BIP**

Bruttoinlandprodukt

**BLW**

Bundesamt für Landwirtschaft

**BVET**

Bundesamt für Veterinärwesen

**CICES**

Common International Classification of Ecosystem Goods and Services

**SZKF**

Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna

**EEA**

Europäische Umweltagentur (European Environment Agency)

**ESI**

Ecosystem Services Index (Gesamtindex der Ökosystemleistungen)

**FEGS**

Final Ecosystem Goods and Services: Ökosystemleistungen bzw. Ökosystemgüter und -dienstleistungen

**GIS**

Geografisches Informationssystem

**KVA**

Kehrichtverbrennungsanlage

**LABES**

Landschaftsbeobachtung Schweiz

**LFI**

Landesforstinventar

**LRV**

Luftreinhalte-Verordnung

**LULUCF**

Land use, land-use change and forestry

**MA**

Millennium Ecosystem Assessment

**NABEL**

Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe

**NAMEA**

National Accounting Matrix including Environmental Accounts

**NIS**

Nichtionisierende Strahlung

**OECD**

Organisation for Economic Co-operation and Development

**SAR**

Société romande d'apiculture

**SBS**

Seilbahnen Schweiz

**SEEA**

System of Environmental and Economic Accounting: Satellitensystem zur Ergänzung des Systems der nationalen Buchhaltung (SNA)

**SNA**

System der nationalen Buchhaltung (System of National Accounts)

**SOER**

European Environment State and Outlook Report

**STA**

Società ticinese d'apicoltura



**SVGW**

Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfachs

**TEEB**

The Economics of Ecosystems and Biodiversity

**U**

Österreichisches Umweltbundesamt

**VDRB**

Verein deutschschweizerischer und rätoromanischer Bienenfreunde

**VGR**

Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung

**VöV**

Verband öffentlicher Verkehr

**VSSU**

Verband Schweizerischer Schifffahrtsunternehmen

**VSVP**

Verband Schweizerischer Vereine für Pilzkunde

**WHO**

World Health Organisation

**WSL**

Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft

**ZDSF**

Zentrum des Datenverbundnetzes der Schweizer Flora

**ZHAW**

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

**Abbildungen****Abb. 1**

Systematik zur Einteilung der FEGS in die vier Leistungsarten 10

**Abb. 2**

Einbettung des Inventars in die Klassifikationen von MA und CICES 13

**Abb. 3**

Leitfragen bei der Erstellung von Indikatorenprofilen und Indikatoren 15

**Abb. 4**

Die vier Leistungsarten von Ökosystemen 28

**Abb. 5**

Systematik zur Einteilung in die vier Leistungsarten 29

**Abb. 6**

Leitfragen bei der Erstellung von Indikatorenprofilen und Indikatoren 32

**Abb. 7**

Einordnung der FEGS nach Wohlfahrts- und Naturkomponenten 61

**Abb. 8**

Vorgehensschritte zur Aggregation von Indikatoren zu einem Index 63

**Abb. 9**

Einbettung des Inventars in die Klassifikationen vom MA und CICES 68

**Abb. 10**

Beispiel aus der WWF-Kampagne «Freundliche Unterstützer» 75

**Abb. 11**

Werbebild aus der Kampagne «Schweiz. ganz natürlich.» von Schweiz Tourismus 76

**Tabellen****Tab. 1**

Inventar von finalen Ökosystemleistungen 11

**Tab. 2**

Indikatoren für ausgewählte Ökosystemleistungen 16

**Tab. 3**

Eigenschaften zur Systematisierung der FEGS 25

**Tab. 4**

Formulierung der Nutzen nach Nutzenkategorien 29

**Tab. 5**

Formulierung der FEGS nach Leistungsart 30

**Tab. 6**

Ideale Eigenschaften für FEGS-Indikatoren 31

**Tab. 7**

Aktueller Stand der finalen Ökosystemleistungen (FEGS) 35

**Tab. 8**

Nicht weiter verfolgte Leistungen aus der Natur 57

**Tab. 9**

Beispiele für Verbundleistungen 62

**Tab. 10**

Indikatorenliste gemäss heutigem Stand 82

**Tab. 11**

Zuordnung der finalen Ökosystemleistungen zu den Service  
Groups der europäischen CICES-Klassifikation 97

**Tab. 12**

Vergleich Inventar und Ausgangs-Inventar 99

**Tab. 13**

Liste der Gesprächspartner 101

## > Literatur

Banzhaf S., Boyd J. 2005: The Architecture and Measurement of an Ecosystem Services Index. RFF Discussion Paper

Boyd J. 2006: Nonmarket benefits of nature: What should be counted in green GDP? *Ecological Economics* 61: 716–723.

Boyd J., Banzhaf S. 2007: What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* 63: 616–626.

Boyd J. 2008: Counting Nonmarket, Ecological Public Goods: The Elements of a Welfare-Significant Ecological Quantity Index. RFF Discussion Paper.

Brändli U. et al. 2010: Schweizerisches Landesforstinventar: Ergebnisse der dritten Erhebung 2004–2006. Birmensdorf und Bern: WSL und BAFU, 312 S.

Brown T., Bergstrom J. u. Loomis J. 2007: Defining, Valuing, and Providing Ecosystem Goods and Services. *Natural Resources Journal* 47: 329–376

Cowling R. Egoh B., Knight A., O'Farrell P., Reyers B., Rouget M., Roux D., Welz A. u. Wilhelm-Rechman A. 2008: An operational model for mainstreaming ecosystem services for implementation. *PNAS* 28: 9483–9488

Daily G. 1997: *Nature's Services: Societal Dependence on natural Ecosystems*. Washington DC: Island Press. 412 p.

de Groot R., Wilson M., Boumans R. 2002: A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41, 393–408.

de Groot R., Alkemade R., Braat L., Hein L., Willemsen L. 2009a: Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity*, doi:10.1016/j.ecocom.2009.10.006

de Groot R., Fisher B., Christie M. et al. 2009b: TEEB DO, Chapter 1: Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation, Draft. 40 S

EEA 2010: Scaling up ecosystem benefits: A contribution to The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) study. Copenhagen: European Environment Agency, 40 S.

Fisher B., al. 2008: Ecosystem services and economic theory: Integration for policy-relevant research. *Ecological Applications* 205–2067

Fisher B., Turner R., Morling P 2009: Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics* 68, 643–653

Hauser A. 1998: Für eine Mitwelt-Ökonomie! In: *natur + mensch* 1/98, 22–29

Haines-Young R., Potschin M. 2010: Proposal for a common international Classification of Ecosystem Goods and Services (CICES) for Integrated Environmental and Economic Accounting. Report to the EEA, 21. March 2010.

Hintermann & Weber 2009: Inventar der Ökosystemleistungen nach BAFU-Produktgruppen – Ideen für Indikatoren unter besonderer Berücksichtigung des BDM und anderer Datenquellen; BAFU, Bern 22.9. 2009 (unveröffentlicht)

Lamprecht M., et.al 2009: Wandern in der Schweiz 2008. Bericht zur Sekundäranalyse von «Sport Schweiz 2008» und zur Befragung von Wandernden in verschiedenen Wandergebieten. Studie im Auftrag der Schweizer Wanderwege und des Bundesamtes für Strassen (ASTRA).

MA [Millennium Ecosystem Assessment] 2005a: *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, D.C.

MA [Millennium Ecosystem Assessment] 2005b: *Ecosystems and Human Well-being: A framework for Assessment*. Island Press, Washington, D.C.

Meyerson L., Baron J., Melillo J., Naiman R., O'Malley R., Orians G., Palmer M., Pfaff A., Running S., Sala O. 2005: Aggregate measures of ecosystem services: can we take the pulse of nature? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 3(1): 56–59

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*, 5, 187–192

Ott W., Staub C. 2009: Wohlfahrtsbezogene Umweltindikatoren – Eine Machbarkeitsstudie zur statistischen Grundlage der Ressourcenpolitik. *Umwelt-Zustand Nr. 0913*. Bern: Bundesamt für Umwelt. 164 p.

Ott W., Staub C., Hauser A. 2009: Final Ecosystem Services as Welfare-Significant Environmental Indicators – Experiences from a Feasibility Study for Switzerland. Conference Paper: EMAN 2009: Environmental Accounting–Sustainable Development Indicators, Prag, 23./24. April 2009

SEEA 2003: *Handbook of National Accounting: Integrated Environmental and Economic Accounting 2003*. United Nations, European Commission, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, World Bank.  
<http://unstats.un.org/unsd/envAccounting/seea2003.pdf>

---

Siegrist D., Stremmlow M. 2009: Landschaft, Erlebnis, Reisen. Zürich: Rotpunkt.

TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers – Summary: Responding to the Value of Nature 2009.

Wallace K. 2007: Classification of ecosystem services: problems and solutions. Biological Conservation 139: 235–246.

## Rechtserlasse

---

### SR-Nummer Erlasstitel

101 Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft  
vom 18. April 1999 (BV)