

# **"COPI Schweiz" – Grobe Abschätzung der Kosten des Nichthandelns im Bereich der Biodiversität bis 2050**

**Annäherung anhand einer Übertragung der Ergebnisse der Studie „Cost of Policy Inaction – The case of not meeting the 2010 biodiversity target“ auf die Schweiz**

**10. Juni 2010**

# Impressum

## Empfohlene Zitierweise

Autor: Ecoplan  
Titel: "COPI Schweiz" - Grobschätzung der Kosten des Nichthandelns im Bereich der Biodiversität bis 2050  
Untertitel: Übertragung der Ergebnisse der Studie „Cost of Policy Inaction – The case of not meeting the 2010 biodiversity target“ auf die Schweiz  
Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt BAFU  
Ort: Bern  
Jahr: 2010  
Bezug: BAFU, Sektion Artenmanagement AMA

## Ansprechpersonen beim BAFU

Sandra Limacher (Projektleitung Biodiversitätsstrategie)  
Andreas Hauser (Sektion Ökonomie)  
Loa Buchli (Sektion Ökonomie)

## Projektteam Ecoplan

Felix Walter (Projektleitung)  
Christof Rissi (Hauptbearbeitung)  
Patrick Scheuchzer

Der Bericht gibt die Auffassung der Autoren wieder, die nicht notwendigerweise mit derjenigen des Auftraggebers oder der Begleitorgane übereinstimmen muss.

Ecoplan

Forschung und Beratung  
in Wirtschaft und Politik

[www.ecoplan.ch](http://www.ecoplan.ch)

Thunstrasse 22  
CH - 3005 Bern  
Tel +41 31 356 61 61  
Fax +41 31 356 61 60  
[bern@ecoplan.ch](mailto:bern@ecoplan.ch)

Postfach  
CH - 6460 Altdorf  
Tel +41 41 870 90 60  
Fax +41 41 872 10 63  
[altdorf@ecoplan.ch](mailto:altdorf@ecoplan.ch)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Internationale Studie "The Cost of Policy Inaction" .....</b>	<b>4</b>
2.1	Methodisches Vorgehen .....	4
2.1.1	Veränderung der Ökosystemleistungen .....	5
2.1.2	Monetarisierung der veränderten Ökosystemleistungen .....	7
2.2	Ergebnisse .....	9
2.3	Kritische Würdigung der COPI-Studie .....	12
<b>3</b>	<b>Übertragung der Ergebnisse auf die Schweiz .....</b>	<b>15</b>
3.1	Vorgehen .....	15
3.2	Unsicherheiten und Schwierigkeiten .....	16
3.3	Ergebnisse .....	18
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung und Empfehlungen .....</b>	<b>24</b>
4.1	Hauptergebnis .....	24
4.2	Interpretation .....	24
4.3	Politische Folgerungen .....	25
4.4	Empfehlungen und Forschungsbedarf .....	25
<b>5</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>27</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>31</b>

## 1 Einleitung

Das Bundesamt für Umwelt ist federführend bei der Entwicklung der neuen Biodiversitätsstrategie Schweiz. Ecoplan unterstützt dabei die Abteilung Artenmanagement (AMA) bei ökonomischen Fragen. Im Rahmen dieser Unterstützungsleistungen wurde Ecoplan beauftragt, eine Grobschätzung der Kosten des Biodiversitätsverlusts in der Schweiz vorzunehmen. Dazu soll sich Ecoplan auf die Ergebnisse der internationalen Studie „The Cost of Policy Inaction“ (COPI)<sup>1</sup> im Auftrag der Europäischen Kommission im Rahmen des TEEB-Forschungsprogramms<sup>2</sup> stützen und diese auf die Schweiz zu übertragen versuchen.

Die Menschen profitieren von einer Vielzahl von Ökosystemleistungen (ÖSL) der Biodiversität und ihr Handeln resp. ihre Aktivitäten sind von diesen Leistungen abhängig. So wird beispielsweise Aspirin aus einer Weide oder Tamiflu aus einer asiatischen Anisart gewonnen.<sup>3</sup> Besonders wichtig sind insbesondere auch die Speicherung von CO<sub>2</sub> oder die Bereitstellung von Nahrung und Trinkwasser, Erholungsleistungen und Schutzleistungen. Darüber hinaus besitzt die Biodiversität auch einen Versicherungswert<sup>4</sup> sowie einen nutzungsunabhängigen Existenzwert. Der Verlust von Ökosystemleistungen in Folge eines Rückgangs der Biodiversität hat dementsprechend auch monetär bewertbare Kosten zur Folge. In einem vorgängigen Inputpapier hat Ecoplan eine generelle Übersicht über die Methodik sowie Fallbeispiele zur Monetarisierung von biodiversitätsbezogenen Ökosystemleistungen erstellt.<sup>5</sup> Dieses Inputpapier hat aufgezeigt, welche Chancen und Probleme der Monetarisierung von Ökosystemleistungen der Biodiversität zugrunde liegen und deren Wert beispielhaft beleuchtet.

Zusätzlich soll nun mit der vorliegenden Studie eine grobe Schätzung der Kosten für die Schweiz im Falle eines fortschreitenden Verlusts der Biodiversität vorgenommen werden, d.h. für ein Szenario ohne zusätzliche Massnahmen zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität.

Diese Kostenschätzung muss angesichts der Datenlage und der zeitlichen Restriktionen mit einem pragmatischen Ansatz erfolgen. Deshalb sollen die Ergebnisse der COPI-Studie zu den Kosten des Biodiversitätsverlusts, welche die Kosten auf globaler und regionaler Ebene

---

<sup>1</sup> Braat/ten Brink (eds.) (2008), The Cost of Policy Inaction.

<sup>2</sup> TEEB = The Economics of Ecosystems and Biodiversity. Vgl. bspw. TEEB (2009), The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers.

<sup>3</sup> Vgl. Klaus Gregor (2010), Biodiversität ist Wirtschaft. In BAFU (2010), Magazin Umwelt, 20/10, S. 12.

<sup>4</sup> Die funktionale Vielfalt der Arten erleichtert die Anpassung der Ökosysteme an sich ändernde Umweltbedingungen.

<sup>5</sup> Vgl. Ecoplan (2010), Monetarisierung von biodiversitätsbezogenen Ökosystemleistungen. Weitere interessante Beispiele zur Monetarisierung von Ökosystemleistungen finden sich z.B. in PricewaterhouseCoopers (2010), Biodiversity and business risk oder TEEB (2009), The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers. Summary: Responding to the Value of Nature.

ausweisen,<sup>6</sup> auf die Schweiz übertragen werden. Die resultierenden Ergebnisse müssen folglich als grobe Annäherung gelten und entsprechend vorsichtig interpretiert werden.

---

<sup>6</sup> Braat/ten Brink (eds.) (2008), The Cost of Policy Inaction.

## 2 Internationale Studie "The Cost of Policy Inaction"

Zusammen mit einer Vielzahl weiterer Länder hat sich die EU dazu verpflichtet, bis 2010 den Rückgang der Biodiversität signifikant zu verringern.<sup>7</sup> Um die Notwendigkeit für politisches Handeln im Bereich Biodiversität zu verdeutlichen, hat die Europäische Kommission in einer Studie untersuchen lassen, welche Kosten ein fortschreitender Verlust an Biodiversität bis ins Jahr 2050 nach sich ziehen würde. Es geht in dieser Studie also nicht um den Wert der gesamten Biodiversität,<sup>8</sup> sondern um die Bewertung des Verlusts an Ökosystemleistungen infolge des Rückgangs der Biodiversität (Degradation auf der gesamten Fläche) und einer Veränderung der Landnutzung. Im TEEB-Forschungsprogramm werden Ökosystemleistungen definiert als: „the direct and indirect contributions of ecosystems to human well-being“.<sup>9</sup>

Die Studie „The Cost of Policy Inaction“ (COPI) wird im Folgenden kurz zusammengefasst.<sup>10</sup>

### 2.1 Methodisches Vorgehen

Die COPI-Studie ist eine modellbasierte Schätzung der weltweiten Kosten des Biodiversitätsrückgangs bis 2050. Um zu in monetären Werten ausgedrückten Schätzungen des Werts verlorener Biodiversität zu gelangen, gehen die Autoren in mehreren Schritten vor:

- Voraussagen über die Veränderung der Ökosystemleistungen bis 2050 basierend auf Prognosen über Veränderungen der Landnutzung und der Qualität der Biodiversität (gemessen anhand des Mean Species Abundance Indicator, MSA)<sup>11</sup>
- Entwicklung einer Datenmatrix von monetären Werten für verschiedene Biome,<sup>12</sup> Ökosysteme, Landnutzungstypen und Regionen (basierend auf eine Vielzahl an internationalen Studien zum Wert verschiedener Ökosystemleistungen)

---

<sup>7</sup> Vgl. Biodiversity Target der Convention on Biological Diversity CBD, Online im Internet: <http://www.cbd.int/2010-target/> (3.3.2010).

<sup>8</sup> Dies im Gegensatz zur berühmten Studie von Costanza/d'Arge et al. (1997), *The value of the world's ecosystem services and natural capital*, welche den Wert der gesamten Biodiversität bemessen hat; also quasi den Vergleich zwischen der effektiv vorhandenen Biodiversität und Beton gewählt hat. Aus methodischer Sicht ist daher die COPI-Studie klar vorzuziehen.

<sup>9</sup> Vgl. de Groot R., Fisher B., Christie M. et al. (2009): TEEB DO, Chapter 1: Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation, Draft, S. 19.

<sup>10</sup> Ein anderes Beispiel für die Bewertung von Biodiversitätsverlusten ist u.a. Centre d'Analyse Stratégique (2009), *Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Contribution à la décision publique*.

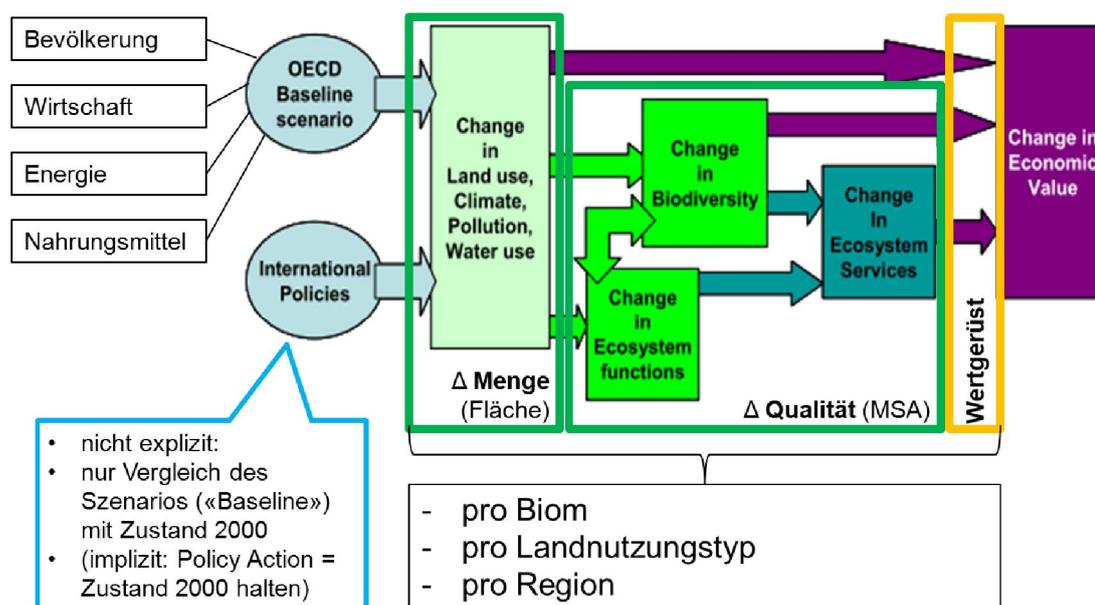
<sup>11</sup> Der MSA-Indikator basiert auf dem Vergleich dem Vorkommen und der Fülle von Arten in Ökosystemen in ihrem Naturzustand bzw. dem prä-industriellen Zustand und der effektiven Fülle der Artenvielfalt. Der MSA-Indikator wird dabei als Produkt der Fülle und der Qualität (gemessen am Vorkommen repräsentativer Arten) berechnet. Dabei beruht der MSA-Indikator nicht auf effektiven Messungen sondern wird mittels Berechnungen anhand der unterstellten Beziehung zwischen dem MSA und verschiedenen Einflussfaktoren. Vgl. auch Netherlands Environmental Assessment Agency (2010), *Dossier Biodiversity: FAQs* und Braat/ten Brink (eds.) (2008), *The Cost of Policy Inaction*, S. 56ff.

<sup>12</sup> Ein Biom ist ein Großlebensraum der Biosphäre, zur Abgrenzung werden die Pflanzenformationen herangezogen. Es handelt sich also um eine physiognomische Klassifikation, die Gebiete mit einem einheitlichen Spektrum

- Multiplikation der Datenmatrix mit der zuvor berechneten veränderten Landnutzung und Veränderung der Qualität Biodiversität (Degradation)
- Komplementäre Analyse weiterer, in der monetären Analyse nicht berücksichtigter Ökosysteme (insbesondere Feuchtgebiete und Wasserökosysteme)

Die von COPI verwendete Methodik lässt sich mit der folgenden Grafik 2-1 anschaulich darstellen und wird in den nachfolgenden Abschnitten erläutert.

**Grafik 2-1: Methodik der COPI-Studie**



Quelle: Ergänzte Darstellung, basierend auf Braat/ten Brink (eds.) (2008), The Cost of Policy Inaction, S. 3.

### 2.1.1 Veränderung der Ökosystemleistungen

Um die Veränderung der Ökosystemleistungen bis ins Jahr 2050 zu simulieren, wurde ein mehrstufiges Verfahren gewählt:

- Mit Hilfe des IMAGE-Globio-Modells<sup>13</sup> zur Simulation der Veränderung der terrestrischen Biodiversität und Daten des OECD Economic Outlook to 2030<sup>14</sup> wurde anhand der Entwicklung der **vier Einflussfaktoren**

an Lebensformen der Pflanzen zusammenfasst. Die Einteilung in Biome hat folglich nichts mit der Art der Landnutzung zu tun.

<sup>13</sup> Das IMAGE-GLOBIO-Modell ist ein international breit angewandtes Modell zur Berechnung des vergangenen, aktuellen und künftigen Einflusses menschlicher Aktivitäten auf die Biodiversität (gemessen am MSA). Neben der COPI-Studie fand das Modell auch in Studien des United Nations Environment Programme (UNEP), der Biodiversitätskonvention (CBD), der OECD und einer Vielzahl nationaler Studien Verwendung. Für eine ausführliche

- Bevölkerungsentwicklung
- Wirtschaftliche Entwicklung
- Energieverbrauch
- Nahrungsmittelproduktion

die voraussichtliche **Veränderung der Landnutzung und der Qualität Biodiversität**<sup>15</sup> abgeschätzt (vgl.  $\Delta$  Menge und  $\Delta$  Qualität Grafik 2-1). Gemäss den vorgenommenen Schätzungen verringern sich bis 2050 insbesondere die im Naturzustand belassenen und für extensive Landwirtschaft genutzten Flächen. Dafür erhöht sich die Fläche in Form von bewirtschaftetem Wald, intensiver Landwirtschaft und Weidelandschaft.<sup>16</sup> Der prognostizierte Rückgang der Qualität der Biodiversität auf der gesamten Fläche (Degradation, gemessen am MSA-Indikator) beträgt in den Schätzungen für Europa durchschnittlich rund 20% (jedoch stark abhängig von der jeweiligen Landnutzung).

- Für die Abschätzung der voraussichtlichen Veränderung der Landnutzung und der Qualität der Biodiversität wurden aber **nicht alle Einflussfaktoren** auf die Landnutzung und Biodiversität im Modell **berücksichtigt**: So wurden bspw. invasive Arten und der Druck auf die Fischbestände vernachlässigt. Ausserdem wurde im Referenzszenario davon ausgegangen, dass **keine weiteren politischen Massnahmen** zur Erhaltung der Biodiversität ergriffen werden. Anders gesagt: Das Szenario Baseline (= "Policy Inaction") geht davon aus, dass die bisherigen Massnahmen bestehen bleiben, aber keine weiteren dazu kommen. Verglichen wird dieses Szenario mit dem Zustand der Biodiversität von 2000 resp. 2010. Allerdings wurden die (bisherigen) Massnahmen nicht explizit modelliert, sondern diese fliessen implizit und pauschal in das Szenario Baseline ein.
- In einem weiteren Schritt wurden die Veränderungen der Biodiversität in entsprechende **Veränderungen der Ökosystemleistungen** übersetzt. Dies musste mit vereinfachten Annahmen bzgl. des Zusammenhangs zwischen Biodiversität und Ökosystemleistungen geschehen. Dabei ist ein erschwerender Faktor, dass verschiedene Arten von Ökosystemleistungen auf steigende Beanspruchung und somit unterschiedliche Qualität der Biodiversität unterschiedlich reagieren.<sup>17</sup> So sind zum Beispiel regulierende Ökosystemleistungen – bspw. die CO<sub>2</sub>-Speicherung oder die Wasserfilterung – dann am höchsten, wenn keine Beanspruchung der Fläche erfolgt; diese also in einem natürlichen Zustand belassen wird. Versorgungsleistungen, insbesondere die Nahrungsmittelproduktion, erreichen ihr Maximum hingegen erst ab einer gewissen Intensität der Landnutzung und entsprechend geringerer Biodiversität. Insgesamt wird in der Studie aber dennoch davon

---

Übersicht über die Funktionsweise und Anwendung des GLOBIO-Modells vgl. auch GLOBIO (2010), Modelling human impacts on biodiversity.

<sup>14</sup> OECD (2008), OECD Economic Outlook to 2030.

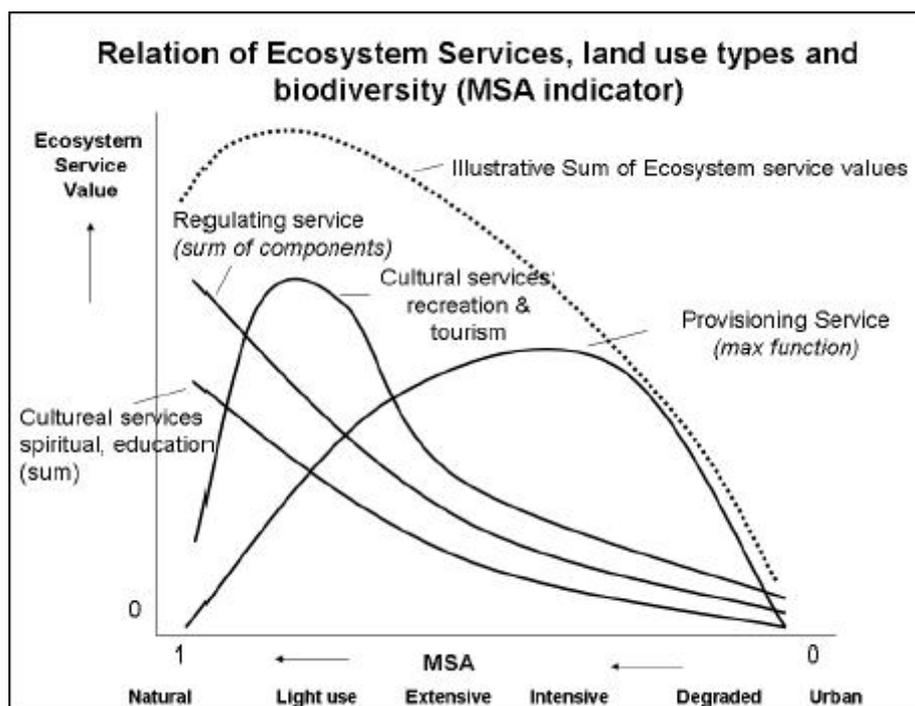
<sup>15</sup> Gemessen über den Mean Species Abundance MSA indicator.

<sup>16</sup> Braat/ten Brink (eds.) (2008), The Cost of Policy Inaction, S. 126.

<sup>17</sup> Die Umrechnung der Qualität der Biodiversität (MSA) in Ökosystemleistungen findet sich in Braat/ten Brink (eds.) (2008), S. 130. Für eine Diskussion über die Art des Zusammenhangs zwischen Biodiversität und Produktion von Ökosystemleistungen siehe Braat/ten Brink (eds.) (2008), S. 147.

ausgegangen, dass die gesamten Ökosystemleistungen mit steigender Nutzungsintensität abnehmen, bis sie bei einer urbanen Nutzung auf praktisch null zurückgehen, was in Grafik 2-2 illustriert wird. Der Verlust an regulierenden und kulturellen Leistungen der Biodiversität kann demnach nicht vollständig durch Versorgungsleistungen ersetzt werden.

**Grafik 2-2: Zusammenhang zwischen Landnutzung, Biodiversität und Ökosystemleistungen**



Quelle: Braat/ten Brink (eds.) (2008), The Cost of Policy Inaction, S. 129.

### 2.1.2 Monetarisierung der veränderten Ökosystemleistungen

Um die ermittelten Veränderungen der Ökosystemleistungen monetär zu bewerten, wurde in der COPI-Studie eine Datenmatrix entwickelt (**Wertgerüst** in Grafik 2-1), welche für alle landbasierten Biome einen **Geldwert pro Hektare** ausweist und diese Geldwerte zusätzlich nach **Region** und **Landnutzungstyp** unterscheidet (vgl. schematische Tabelle 2-1). Dies erfolgte in mehreren Schritten:

- Zunächst wurde die bestehende Literatur ausgewertet und die daraus gewonnenen Werte in der Matrix zusammengefasst (Wertgerüst: Geldwert pro Hektare für alle Landnutzungstypen, Regionen und Biome).
- Aufgrund der beschränkten Datenlage konnte für eine Vielzahl der Zellen der Matrix kein Wert gefunden werden. Diese Zellen wurden nach Möglichkeit mit verschiedenen Metho-

den anhand der Übertragung von Zahlen gefüllt, welche für andere Regionen, Biome oder Landnutzungsarten vorliegen.

- Der Wert der Ökosystemleistungen wurde ins Jahr 2050 extrapoliert.<sup>18</sup>

**Tabelle 2-1: Beispieltabelle der COPI-Datenmatrix**

Region	Biom	Landnutzungsart <sup>19</sup>	Wert der Ökosystemleistungen in EUR pro ha
Europa	Mischwald der gemässigten Zonen	Naturbelassene Gebiete	
		Fels, Geröll, Sand	
		Bewirtschafteter Wald	
		Extensive Landwirtschaft	
		Intensive Landwirtschaft	
		Pflanzliche Treibstoffe	
		Weidelandschaft	
		urbane Nutzung	

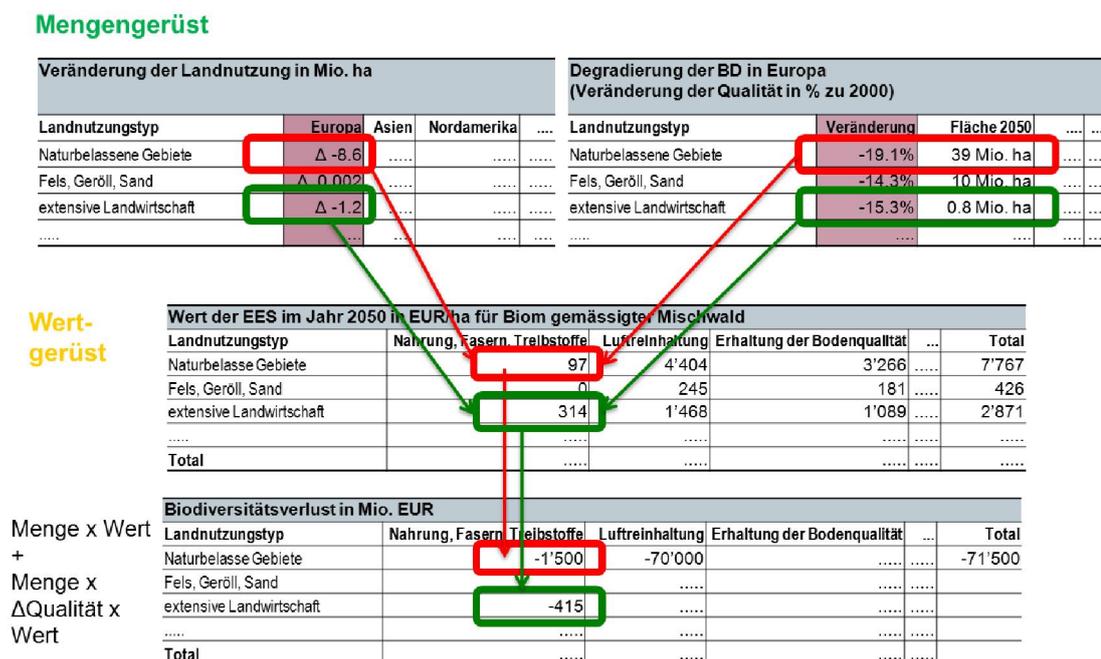
Mit Hilfe des Wertgerüsts und den Daten zur Landnutzungsveränderung sowie zur Entwicklung der Biodiversität bis ins Jahr 2050 konnte der **Wert der Ökosystemleistungen** zu verschiedenen Zeitpunkten **geschätzt** werden. Der Vergleich der Jahre 2050 und 2000 bzw. 2010 ergibt dann den Verlust an Wohlfahrt (Rückgang der Ökosystemleistungen) infolge der veränderten Landnutzung und der Degradation der Biodiversität. Grafik 2-3 zeigt dafür beispielhaft den Ablauf bei der Berechnung des Verlusts an Ökosystemleistungen.

Dabei ist aber stets zu beachten, dass die Resultate lediglich eine Abschätzung der künftigen Folgen basierend auf (lückenhaften) Werten darstellen und die Ergebnisse der Studie dementsprechend vorsichtig zu interpretieren sind (vgl. Abschnitt 2.3).

<sup>18</sup> Die der Extrapolation zu Grunde liegenden Umrechnungsfaktoren pro Ökosystemleistung finden sich in Braat/ten Brink (eds.) (2008), The Cost of Policy Inaction, S. 132.

<sup>19</sup> Englische Originalbezeichnungen: natural areas, bare natural, forest managed, extensive agriculture, intensive agriculture, woody biofuels, cultivated grazing, artificial surfaces.

**Grafik 2-3: Illustratives Berechnungsbeispiel für die Abschätzung des Verlusts an Ökosystemleistungen**



## 2.2 Ergebnisse

Für die COPI-Studie wurden zwei verschiedene Modelle zur Berechnung der monetären Auswirkungen gerechnet. Das **vollständige Modell** bezieht eine grössere Anzahl von Werten als das **reduzierte Modell** mit ein, die nur mit der Übertragung aus anderen Regionen, Biomen oder Landnutzungen geschätzt werden konnten. Die zentralen Ergebnisse der COPI-Studie sind in Tabelle 2-2 und Tabelle 2-3 aufgeführt. Dabei stehen folgende Erkenntnisse (aus dem vollständigen Modell) im Vordergrund:

- Die **weltweiten Kosten** aufgrund der Abnahme der Biodiversität betragen im Jahr 2050 rund 14'000 Mia. EUR und entsprechen mehr als 7% des globalen BIP im Jahr 2050. Die Kosten sind hier zu verstehen als Wohlfahrtsverlust, nicht als Abnahme des BIP:
- **Europa** ist dabei unterproportional stark betroffen und muss mit Kosten von rund 1'100 Mia. EUR im Jahr 2050 rechnen, was ca. 4% des europäischen BIP entsprechen wird.
- Während die **veränderte Landnutzung** einen Verlust an Ökosystemleistungen von über 2'500 Mia. EUR weltweit mit sich bringen wird, ist der Verlust aufgrund des **Rückgangs der Qualität der Biodiversität** mit fast 11'500 Mia. EUR im Jahr 2050 weltweit viel gewichtiger und macht über 80% des Verlustes aus. Dies sagt allerdings nichts darüber aus, dass die Flächennutzung unbedeutend wäre, denn diese und die verminderte Vernetzung tragen wesentlich zum Qualitätsverlust auf den verbleibenden Flächen bei. Die Aufteilung in Flächenveränderung und Qualitätsveränderung ist modelltechnisch bedingt, darf aber nicht zu Fehlschlüssen bezüglich Massnahmen verleiten.

- Bezogen auf **einzelne Ökosystemleistungen** (vgl. Tabelle 2-3) fallen regulierende Leistungen am stärksten ins Gewicht: so werden im Jahr 2050 im Bereich der CO<sub>2</sub>-Speicherung insgesamt Leistungen von etwa 9'000 Mia. EUR, und in den Bereichen Luftreinhaltung sowie Erhaltung der Bodenqualität von je rund 2'000 Mia. EUR entfallen. Lediglich die Ökosystemleistungen in den Bereichen Nahrungsmittelproduktion und Treibstoffe können gesteigert werden.
- Im reduzierten Modell fallen deutlich tiefere Kosten des Biodiversitätsverlusts an, als im vollständigen Modell. Im vollständigen Modell wurden wesentlich mehr Zellen der Wertematrix mittels der Übertragung von Werten gefüllt. Dennoch kann aber auch im vollständigen Modell von einer eher **konservativen Schätzung** ausgegangen werden, da
  - nur ein Teil der Biodiversität berücksichtigt wird (z.B. wird die gesamte marine Biodiversität vernachlässigt),
  - viele Ökosystemleistungen nicht oder zu wenig berücksichtigt werden (bspw. Erosionskontrolle, Existenzwert),
  - die Veränderung der Landnutzung und der Verlust an Biodiversität konservativ geschätzt wurden,
  - negative Rückkoppelungseffekte auf das Wirtschaftswachstum nicht ins Modell eingeflossen sind,
  - nicht-lineare Effekte und Schwelleneffekte bei der Bereitstellung von Ökosystemleistungen nicht berücksichtigt wurden.<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> Vgl. Braat et al. (2008), S. 179-180.

**Tabelle 2-2: Veränderung der Ökosystemleistungen im Jahr 2050 gegenüber 2000 (weltweit und Europa), in Mia. EUR bzw. % BIP nach Landnutzungsart**

Landnutzungstyp	Welt						Europa	
	Reduziertes Modell		Komplettes Modell				Komplettes Modell	
	Total	% BIP	Total	% BIP	Davon durch veränderte Landnutzung	Davon durch Rückgang der Biodiversität	Total	% BIP
Naturbelassene Gebiete	-2'119	-1.08	-15'568	-7.96	-6'734	-8'834	-1'125	-3.9
Fels, Geröll, Sand	-2	0.00	-10	-0.01	-6	-4	0	0.0
Bewirtschafteter Wald	258	0.13	1'852	0.95	3'688	-1'836	176	0.6
Extensive Landwirtschaft	-206	-0.11	-1'109	-0.57	-996	-113	-24	-0.1
Intensive Landwirtschaft	307	0.16	1'303	0.67	1'203	100	5	0.0
Pflanzliche Treibstoffe	55	0.03	381	0.19	380	0	32	0.1
Weidelandschaft	-184	-0.09	-786	-0.40	-56	-730	-180	
urbane Nutzung	0		0		0	0	0	
<b>Total</b>	<b>-1'891</b>	<b>-1.0</b>	<b>-13'938</b>	<b>-7.1</b>	<b>-2'521</b>	<b>-11'417</b>	<b>-1'116</b>	<b>-3.9</b>

Quelle: Braat/ten Brink (2008), The Cost of Policy Inaction, S. 137-145.

**Tabelle 2-3: Weltweite Veränderung der Ökosystemleistungen im Jahr 2050 gegenüber 2000, in Mia. EUR nach Landnutzungsart und Ökosystemleistung**

Landnutzungstyp	Total	Nahrung, Fasern, Treibstoffe	Luftreinhaltung	Erhaltung der Bodenqualität	CO <sub>2</sub> -Speicherung	Regulierung Wasserhaushalt, Wasserreinigung und Schadstoffabbau	Kulturelle Vielfalt, Identität, Erbe, sowie Erholung und Ökotourismus
Naturbelassene Gebiete	-15'568	-383	-2'025	-1'778	-10'274	-748	-291
Fels, Geröll, Sand	-10	0	-1	-1	-6	0	-2
Bewirtschafteter Wald	1'852	184	208	166	1'188	70	31
Extensive Landwirtschaft	-1'109	-256	-56	-50	-712	-23	-8
Intensive Landwirtschaft	1'303	746	38	41	448	21	6
Pflanzliche Treibstoffe	381	29	33	30	270	15	2
Weidelandschaft	-786	-128	-217	-264	-6	-116	-41
<b>Total</b>	<b>-13'938</b>	<b>192</b>	<b>-2'019</b>	<b>-1'856</b>	<b>-9'093</b>	<b>-782</b>	<b>-303</b>

Quelle: Braat/ten Brink (2008), The Cost of Policy Inaction, S. 145.

## 2.3 Kritische Würdigung der COPI-Studie

Die COPI-Studie will der Biodiversität insbesondere einen **illustrativen Wert** geben, der widerspiegeln soll, dass auch aus ökonomischer Sicht ein rasches und wirksames Handeln zur Verhinderung eines weitergehenden Verlusts der Ökosystemleistungen der Biodiversität angezeigt ist. Sie hat nicht den Anspruch einer adäquaten Voraussage der Kosten durch den Verlust der Ökosystemleistungen bis ins Jahr 2050. Weitere Ziele der Studie waren das **Aus-testen der verfügbaren Methodologie** und die **Bereitstellung einer Wissensbasis**, um die monetäre Bewertung Ökosystemleistungen der Biodiversität voran zu treiben. Die Autoren der Studie erwähnen selbst eine Reihe von kritischen Punkten der Studie, auf deren Basis weitere Forschung betrieben werden sollte um die noch ungenügend ausgereifte Methode zu verbessern. Eine ausführliche kritische Würdigung findet sich auch bei Chevassus-au-Louis B. et al. (2009).<sup>21</sup> Auf einige Aspekte wird hier kurz eingegangen.<sup>22</sup>

- In der Studie wurden **nur terrestrische Ökosysteme** berücksichtigt und von diesen jeweils eine Auswahl an Ökosystemleistungen. Nicht beachtete Ökosysteme umfassen alle marinen Ökosysteme sowie Feuchtgebiete. Nicht beachtete Leistungen sind bspw. die Frischwasserproduktion oder die Gewinnung von Biochemikalien, natürlichen Medikamenten sowie pharmazeutischen Produkten.
- Die folgenden **Ökosystemleistungen** wurden in der COPI-Studie zwar berücksichtigt, **aufgrund fehlender Werte** jedoch **weggelassen**: Schönheitswert, Temperaturregulierung und Niederschlag, Erosionsschutz, Regulierung menschlicher Krankheiten, Lebensqualität durch umweltbedingte Annehmlichkeiten, „Bio-cultural diversity“ Technologieentwicklung durch die Natur, Primärproduktion von Gas, Öl, Sand, Salz, Kies, etc. sowie Nährstoffkreislauf und Bodenbildung.
- Die **Datenmatrix** ist – auch aufgrund der Anforderungen an die Qualität der Quellen – **relativ lückenhaft** (insbesondere auch für kulturelle Leistungen). Diese Lücken mussten auf Basis von Annahmen und mittels des Transfers von Werten über Regionen, Biome und Ökosystemleistungen hinweg ergänzt werden. Dabei gibt es aber eine Vielzahl von Problemen, welche auch daher rühren, dass die der Matrix zugrunde liegenden Studien nicht mit Zweck der Übertragung auf andere ähnliche Ökosysteme erstellt wurden, sondern um den Wert eines bestimmten Naturschutzprojekts oder einer bestimmten Waldfläche darzulegen. Der ermittelte ökonomische Wert lässt sich dadurch nur schwierig generalisieren.
- Die zugrunde liegenden Studien weisen für die gleichen Ökosysteme und Ökosystemleistungen in ähnlichen Regionen teilweise sehr **grosse Spannweiten des ökonomischen Werts** pro Flächeneinheit auf. Dies zeigt wiederum die Abhängigkeit des Wertes von Ökosystemen und ihren Leistungen von ortsspezifischen Gegebenheiten auf: Sind Öko-

---

<sup>21</sup> Chevassus-au-Louis B. et al. (2009), Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes.

<sup>22</sup> Vgl. auch die Schlussfolgerungen und Empfehlungen von Braat/ten Brink (2008), The Cost of Policy Inaction, S. 172-184.

systeme für viele Menschen erreichbar und erlebbar sowie eher knapp, sind sie (pro Flächeneinheit) ökonomisch oftmals wertvoller als die gleichen ausgedehnten Ökosysteme in entlegenen Gebieten.<sup>23</sup> Zusätzlich beziehen sich viele der verwendeten Werte nicht auf marginale Veränderungen / Grenznutzen sondern auf absolute Werte pro Flächeneinheit.

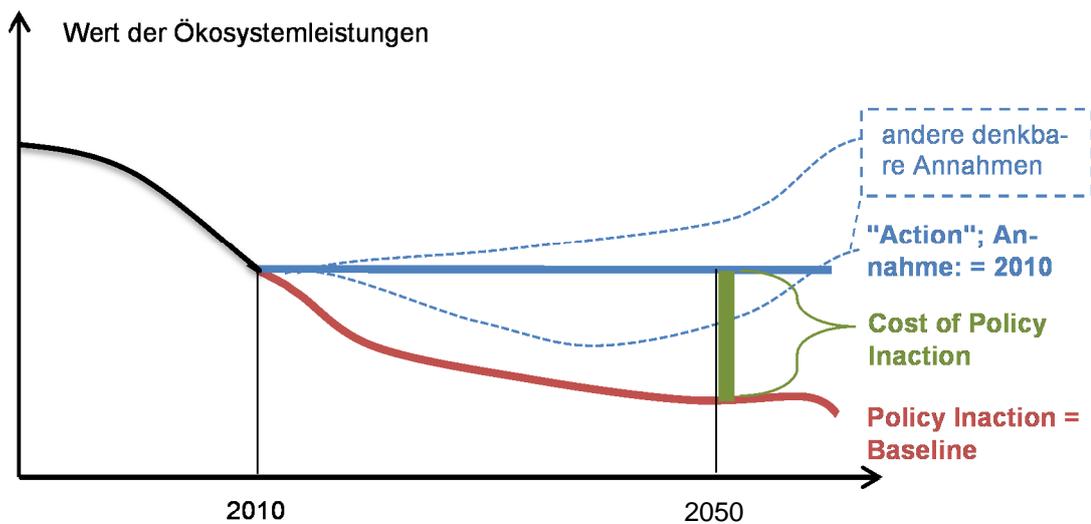
- Die Kosten des Biodiversitätsverlusts steigen im Zeitverlauf aufgrund der Annahme, dass die Landnutzungsänderung fortschreitet, aber noch stärker aus dem Grund, dass **steigende Werte für die Ökosystemleistungen** angenommen werden. Somit ist das Ausmass der Kosten in starkem Ausmass davon abhängig, welcher **Betrachtungszeitraum** gewählt wird.
- Der Grossteil des weltweiten Biodiversitätsverlusts ist auf den **Verlust an Regenwäldern** zurückzuführen (**CO<sub>2</sub>-Speicherung**). Wie bereits erwähnt, hat die Studie mit einer relativ kleinen Datenbasis zu kämpfen. Zu den monetären Auswirkungen der Abholzung in tropischen Gebieten gibt es insbesondere hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Speicherungskapazität im Gegensatz zu anderen Biomen und anderen Ökosystemleistungen eine Vielzahl von Studien. Während tatsächlich davon ausgegangen werden kann, dass die CO<sub>2</sub>-Speicherung angesichts der Klimaproblematik eine äusserst wertvolle Ökosystemleistung ist und insbesondere in der Zukunft sein wird, soll damit aber nicht zum Ausdruck gebracht werden, andere Ökosystemleistungen seien weniger bedeutend. Damit einher geht auch eine **beschränkte Übertragbarkeit** der Ergebnisse der COPI-Studie. Studien, welche speziell schweizerische oder europäische Probleme erfassen, sind nämlich eher selten und daher kaum in das Wertgerüst des Modells eingeflossen.
- Wie beschrieben basiert die prognostizierte **Degradation der Biodiversität** und damit auch die Veränderung der Ökosystemleistungen auf den vier Drivers Bevölkerungsentwicklung, Wirtschaftliche Entwicklung, Energieverbrauch und Nahrungsmittelproduktion (vgl. Abschnitt 2.1.1). Dabei wird jedoch **nicht nach den verschiedenen Ökosystemleistungen unterschieden**. Das heisst, die Degradation wird **lediglich für die verschiedenen Landnutzungsarten** angegeben: So gilt im Modell bspw. eine Abnahme der Biodiversität von 12% auf der Fläche der naturbelassenen Gebiete für alle Ökosystemleistungen – auch für CO<sub>2</sub>-Speicherung. Dies obwohl die Degradation der Biodiversität möglicherweise für einzelne Ökosystemleistungen (z.B. CO<sub>2</sub>-Speicherung) weniger starke Auswirkungen hat als für andere. Es wurde also mit einem Durchschnittswert über alle Ökosystemleistungen gerechnet, der nicht zwingend für jede Ökosystemleistung und jede (Sub-) Region stimmen muss. Zusätzlich wird in der Studie **kein Zusammenhang zwischen Veränderungen der Landnutzung und der Qualität der Biodiversität unterstellt**. Weiter ist auch zu erwähnen, dass Ökosystemleistungen nicht gleichzusetzen sind mit Biodiversität.
- Ein letzter Kritikpunkt, der hier erwähnt werden soll, ist das **Fehlen unterschiedlicher Szenarien**. In der Studie werden die Kosten des Nichthandelns berechnet. D.h., es wird lediglich untersucht, was passieren würde, wenn die politischen Massnahmen von heute

---

<sup>23</sup> Vgl. bspw. Arnold Michael et al. (2009), Mehrwert naturnaher Wasserläufe.

weitergeführt und keine zusätzlichen Massnahmen getroffen würden. Dabei aus politischer Sicht ebenfalls interessieren, was die **Wirkung von Policy Action**, bzw. verschiedener Handlungsoptionen auf die Entwicklung der Ökosystemleistungen ist (vgl. dazu die beispielhafte Grafik 2-4 für mögliche Szenarien).

**Grafik 2-4: Mögliche Szenarien zur Entwicklung der Biodiversität**



### 3 Übertragung der Ergebnisse auf die Schweiz

Die Ergebnisse der COPI-Studie wurden in einer pragmatischen Art und Weise auf die Schweiz übertragen. In Abschnitt 3.1 werden wir dabei zunächst das gewählte Vorgehen für die Übertragung der COPI-Studie auf die Schweiz erläutern. Anschliessend werden Unsicherheiten und Schwierigkeiten bei der Übertragung diskutiert (vgl. Abschnitt 3.2). Die Ergebnisse der Übertragung werden in Abschnitt 3.3 präsentiert.

#### 3.1 Vorgehen

Grundlage für die Übertragung der COPI-Studie sind die folgenden **Datenquellen**:

- Komplettes **Berechnungssheet von COPI** zur Abschätzung der Veränderung des Werts der Ökosystemleistungen. Diese Excel-Datendatei enthält unter anderem die folgenden Daten:<sup>24</sup>
  - **Landnutzungsdaten** für alle Biome, Regionen und Landnutzungsarten für 2000, 2010 und 2050 (Ergebnisse des IMAGE-Globio Modells)
  - **Werte des MSA** (Mean Species Abundance): Indikator für die Qualität der Biodiversität zur Abschätzung deren Degradation – für alle Biome, Regionen und Landnutzungsarten für 2000, 2010 und 2050 (Ergebnisse des IMAGE-Globio Modells)
  - **Wert der Ökosystemleistungen** für alle Biome, Regionen und Landnutzungsarten für 2000 und 2050
  - **Tabellenblatt mit allen finalen Berechnungen**
- **BFS Arealstatistik** für die Jahre 1985 und 1997, basierend auf NOAS 92: Kantonsdaten für 74 Grundkategorien der Landnutzung<sup>25</sup>
- SECO-Prognosen zur Entwicklung des BIP

Für die **eigentliche Übertragung** der Ergebnisse wurde wie folgt vorgegangen:

- Duplizierung der COPI-Ergebnisse in eigenem Berechnungsblatt, Reduktion der Datenmenge auf die für die Übertragung relevanten Daten (nur europäische Werte, nur ausgewählte Biome)
- Aufbereitung der Landnutzungsdaten der Arealstatistik
  - Letzter verfügbarer Datensatz der Arealstatistik aus der Erhebung 1992-1997 (Aktuelle Erhebung ist noch nicht fertig ausgewertet)
  - Zuordnung der Landnutzungskategorien der Arealstatistik zu COPI-Landnutzungskategorien anhand der Konkordanztafel (vgl. Tabelle 5-1)

---

<sup>24</sup> Diese Datei mit den kompletten Berechnungsgrundlagen wurde uns nach offizieller Anfrage des BAFU an Patrick ten Brink (IEEP) zur Verfügung gestellt.

<sup>25</sup> BFS Bundesamt für Statistik (2010a), Arealstatistik der Schweiz.

- Übertragung der COPI-Ergebnisse auf die Schweiz anhand der Landnutzungsdaten der Arealstatistik mit folgenden Annahmen:
  - Fortschreibung der schweizerischen Entwicklung bis 2010, basierend auf Arealstatistik
  - Annahmen zu Landnutzungsveränderungen 2010-2050 in zwei Varianten (vgl. Tabelle 3-1):
    - gleiche Veränderungen pro Landnutzungstyp wie für Europa (Szenario A)
    - Extrapolation der Landnutzungsveränderung gemäss Arealstatistik (Szenario B)
  - Qualitätsveränderung (Degradation) der Biodiversität pro Landnutzungsart analog zu COPI-Studie für Europa
  - Wert pro Flächeneinheit und Landnutzungsart (und Biom) 2050 analog zu COPI-Studie für Europa (es wurden weder eine Anpassung aufgrund der hohen Kaufkraft in der Schweiz vorgenommen noch wurden Werte bestehender Schweizer Studien eingearbeitet)
- Berechnung der Ergebnisse für die Schweiz mit COPI-Methodik
- Aufbereitung der Ergebnisse zur Darstellung im Bericht (im Hauptteil nur unter Verwendung des vollständigen Modells; im Anhang auch die Resultate für das reduzierte Modell)

### 3.2 Unsicherheiten und Schwierigkeiten

Neben den in Abschnitt 2.3 bereits erwähnten, bei der Interpretation der Daten zu berücksichtigenden, Eigenschaften der COPI-Studie ergeben sich für die Übertragung der Ergebnisse auf die Schweiz die folgenden Unsicherheiten und Schwierigkeiten:

- Generell sollte beachtet werden, dass sich **Europa und die Schweiz stark unterscheiden** dürften. Dies gilt hinsichtlich der vorkommenden Biome (in der Schweiz vorwiegend Mischwald der gemässigten Zone sowie borealer Nadelwald), geographischen Eigenschaften (Schweiz ist Alpenland) aber auch hinsichtlich der Entwicklung der Landnutzung und der Qualität der Biodiversität.
- Die **Hochrechnung der Landnutzungsveränderung in der Schweiz** beruht auf der Arealstatistik des BFS. Im Szenario A (europäische Entwicklung) wurde die Arealstatistik auf Basis der Veränderung der Landnutzung zwischen 1985 und 1997 bis 2010 und danach gemäss den COPI-Annahmen für Europa bis 2010 fortgeschrieben; im Szenario B (schweizerische Entwicklung) wurde die Arealstatistik bis 2050 extrapoliert. Dabei wird unterstellt, dass die **Entwicklung** gleich weitergeht **wie bisher** (bzw. wie von 1985 bis 1997). Diese Annahme musste getroffen werden, weil nach unserem Wissen keine umfassenden Prognosen zur Entwicklung der Landnutzung in der Schweiz existieren. Im Moment ist die Auswertung der Arealstatistik 2009 noch im Gange. Die Zwischenergebnisse (für 13 Kantone) lassen noch keine eindeutigen Schlüsse zu, ob sich die Entwicklung der Jahre 1985 bis 1997 bis heute fortschreibt oder grundsätzlich andere Entwicklungen der Landnutzung erfolgen.
- Um die Veränderung der Landnutzung mit COPI-Werten zu monetarisieren, mussten die schweizerischen Landnutzungskategorien (74 NOAS92-Kategorien) einer **COPI-**

**Landnutzungskategorie** zugewiesen werden. Diese Zuteilung der Landnutzungsarten wurde mittels einer Konkordanztafel vorgenommen (vgl. Abschnitt 3.1). Die Zuteilung der Landnutzungsarten ist in mehrerer Hinsicht erschwert:

- Die COPI-Landnutzungskategorien werden in der Studie nicht weiter erläutert, was die Zuteilung der Schweizer Landnutzungskategorien erschwert. Schriftliche Erläuterungen des COPI-Teams haben aber die hier gewählte Zuteilung bestätigt.<sup>26</sup>
- Die Schweizer Landnutzungskategorien lassen bei den unterschiedlichen Waldkategorien nicht auf die Nutzungsintensität schliessen. Wir haben uns deshalb entschieden, die COPI-Kategorien „naturbelassene Gebiete“ (inkl. Normalwald) und „bewirtschafteter Wald“ (alle übrigen Waldkategorien) in den Ergebnissen in einer Kategorie zusammen auszuweisen.<sup>27</sup> Der Grund liegt darin, dass für den typischen Schweizer Wald, der naturnah und damit wenig intensiv bewirtschaftet wird, in COPI keine eigene Kategorie vorgesehen ist. Der Schweizer Normalwald ist eher mit einer naturbelassenden Fläche nach COPI-Umschreibung zu vergleichen als mit der Kategorie "managed forest", der für intensive Holzwirtschaft steht. Da die Schweizer Arealstatistik bei den bestockten Flächen (worunter der Wald fällt, der nicht "Normalwald" ist) nicht nach Nutzungsintensität unterscheidet, sind die Kategorien der Arealstatistik damit nur schwierig unter den COPI-Kategorien zu subsumieren. Um Missverständnisse zu vermeiden, wurde daher wie erwähnt die flächenmässig recht kleine Kategorie "bewirtschafteter Wald" zwar separat berechnet, aber in den zusammenfassenden Tabellen unter "naturbelassene Fläche und Wald" ausgewiesen. Da der Wert pro Hektare dieser zwei Kategorien in COPI recht nahe beieinander liegt, sind auch nur unwesentliche Verzerrungen zu erwarten.<sup>28</sup>
- Die COPI-Kategorie „Pflanzliche Treibstoffe“ wurde für die Schweiz nicht angewendet. Eine allfällige Nutzung der Holzressourcen ist in unserer Terminologie in der Kategorie „bewirtschafteter Wald“ enthalten.
- Gemäss COPI-Übersicht über die geografische Lage der **verschiedenen Biome**<sup>29</sup> gehört die Schweiz zwar vorwiegend zum Biom „Mischwald der gemässigten Zone“. Teile der Schweiz gehören aber eigentlich zum Biom „borealer Nadelwald“ oder „Tundra“. Der Einfachheit halber haben wir die gesamte Fläche der Schweiz dem Biom „Mischwald der

---

<sup>26</sup> Auf Anfrage haben wir eine schriftliche Rückmeldung von Mark Oorschot (PBL) erhalten, welche die Typologie der Landnutzungsarten in COPI verdeutlicht. So enthält bspw. die Landnutzungskategorie „bare natural“ Wüsten und Gestein, welcher die schweizerische Landnutzungskategorie „Fels, Sand, Geröll“ zugewiesen wurde.

<sup>27</sup> Die Wertveränderung wurde allerdings für beide Kategorien getrennt berechnet. Erst anschliessend wurden die beiden Kategorien aggregiert. Aufgrund des hohen Anteils der Ökosystemleistung „CO<sub>2</sub>-Speicherung“ liegt der Wert pro Hektare beider Landnutzungsarten nahe beisammen.

<sup>28</sup> Für die Berechnung wurden die beiden Kategorien separat verwendet (inkl. unterschiedlicher Wert pro Hektare). Erst anschliessend wurden die Resultate aggregiert.

<sup>29</sup> Vgl. Braat/ten Brink (2008), The Cost of Policy Inaction, S. 57. Ein Biom ist ein Großlebensraum der Biosphäre, zur Abgrenzung werden die Pflanzenformationen herangezogen. Es handelt sich also um eine physiognomische Klassifikation, die Gebiete mit einem einheitlichen Spektrum an Lebensformen der Pflanzen zusammenfasst. Die Einteilung in Biome hat folglich nichts mit der Art der Landnutzung zu tun, d.h. im Biom „Mischwald der gemässigten Zone“ sind im Modell alle betrachteten Landnutzungsarten möglich.

gemässigten Zone“ zugeordnet. Da dieses Biom vergleichsweise viele Ökosystemleistungen produziert, dürfte hier eine Überschätzung der schweizerischen Ökosystemleistungen erfolgen. Auf der anderen Seite liegt die Zahlungsbereitschaft der Schweizer Bevölkerung für Ökosystemleistungen jedoch deutlich über dem verwendeten europäischen Durchschnitt, wodurch die verwendeten Werte für die Ökosystemleistungen eher unterschätzt werden (Kaufkraftparitäten / BIP pro Kopf zu Kaufkraftstandards 2008: CH ca. 35'000 EUR, EU-27 ca. 25'000 EUR).<sup>30</sup>

- Die Gewässer (wie auch die Gletscher) und ihre Ökosystemleistungen werden nicht berücksichtigt. Dies ist angesichts ihrer grossen Erholungsleistung sowie der vielfältigen Funktionen, welche sie für umliegende Ökosysteme spielen, ein klares Manko des Modells.
- Nicht zuletzt ist zu erwähnen, dass die Ergebnisse der Übertragung der COPI-Ergebnisse auf die Schweiz auch vom zu Grunde liegenden EUR-Wechselkurs beeinflusst werden.

**Tabelle 3-1: Fläche pro Landnutzungsart in der Schweiz bis 2050, in 1'000 ha**

Landnutzungsart	Arealstatistik			Szenario A: Europa		Szenario B: CH	
	1985	1997	2010*	2050	2010-50 [%]	2050	2010-50 [%]
naturbelassene Gebiete und Wald, davon:	1'516	1'535	1'555	1'569	0.9%	1'618	4.0%
Normalwald	962	962	962	805	-16.4%	965	0.3%
bewirtschafteter Wald	362	381	402	607	51.2%	465	15.9%
übrige naturbelassene Gebiete	192	191	191	157	-17.8%	187	-2.0%
Fels, Sand und Geröll	484	481	477	565	18.5%	466	-2.4%
extensive Landwirtschaft	358	323	284	200	-29.7%	166	-41.7%
intensive Landwirtschaft	586	576	564	540	-4.2%	530	-6.1%
Weidelandschaft	629	627	624	554	-11.3%	617	-1.2%
urbane Nutzung	249	282	317	317	0.0%	425	34.2%
übrige Fläche	306	306	306	382	24.8%	307	0.3%
<b>Total</b>	<b>4'128</b>	<b>4'128</b>	<b>4'128</b>	<b>4'128</b>	<b>0</b>	<b>4'128</b>	<b>0</b>

Anmerkung: COPI bezieht nur terrestrische Ökosysteme mit ein. Daher werden die stehenden Gewässer, Fließgewässer sowie Hochwasserverbauungen und Gletscher unter übrige Fläche aufgeführt.

\* In beiden Szenarien werden die Veränderungen in der Landnutzung zwischen 1985 und 1997 bis 2010 fortgeschrieben.

### 3.3 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der groben Übertragung der COPI-Studie auf schweizerische Verhältnisse präsentiert. Dabei ist generell zu beachten, dass es sich immer nur um

<sup>30</sup> Quelle: EUROSTAT (2010), BIP pro Kopf in Kaufkraftstandards.

die Veränderung des Werts der Ökosystemleistungen (ÖSL) **in der Schweiz** handelt. Die allfälligen zusätzlichen Verluste an Ökosystemleistungen im Ausland, welche auf (wirtschaftliche) Aktivitäten in der Schweiz zurückzuführen sind (Footprint, Konsumgewohnheiten etc.), werden nicht berücksichtigt. Umgekehrt wird allerdings auch nicht beachtet, welche Bedeutung Veränderungen der Ökosystemleistungen im Ausland für die Schweiz haben.

Die Resultate der Grobabschätzung zeigen die Veränderung der Ökosystemleistungen, falls sich an der bisherigen biodiversitätsrelevanten Politik nichts ändert. Die „Kosten des Nichthandelns“ beziehen sich also darauf, dass **keine zusätzlichen Anstrengungen** zum Schutz der Biodiversität und damit dem Erhalt ihrer Ökosystemleistungen ergriffen werden. Dies sollte nicht mit den Kosten verwechselt werden, welche entstünden, wenn die Schutz- und Fördermassnahmen unter ihr heutiges Niveau fallen würden.

Tabelle 3-2 und Tabelle 3-3 zeigen die Resultate der Grobabschätzung für die Veränderung der Ökosystemleistungen in der Schweiz im Jahr 2050 gegenüber 2010. Die Tabellen zeigen dabei auf, zu welchen Teilen die gesamte Veränderung der Ökosystemleistungen auf eine Veränderung der Landnutzung und eine Veränderung der Qualität der Biodiversität (gemessen am MSA) zurückzuführen ist. Die beiden Tabellen unterscheiden sich darin, dass Tabelle 3-2 von einer Fortschreibung der schweizerischen Landnutzungsentwicklung gemäss Arealstatistik ausgeht, hingegen Tabelle 3-3 von der europäischen Entwicklung gemäss COPI.

Aus den Ergebnistabellen ist Folgendes ersichtlich:

- In beiden Landnutzungsszenarien ist von **erheblichen Verlusten an Ökosystemleistungen** auszugehen, welche gemäss Modellrechnungen zu Wohlfahrtsverlusten in der Höhe von etwa **2 bis 2.5% des BIP im Jahr 2050** führen dürften.
- Der **Grossteil des Verlusts** an Ökosystemleistungen ist auf eine **Verringerung der Qualität der Biodiversität** auf der gesamten Fläche zurückzuführen. Dies ist jedoch primär modelltechnisch bedingt, und es wäre ein Fehlschluss, die Landnutzungsveränderungen auf dieser Basis als unbedeutend einzustufen, denn diese und die verminderte Vernetzung trägt u.a. zum Qualitätsverlust auf den übrigen Flächen bei.
- Gemäss schweizerischer Entwicklung (Szenario B) erfolgen in der Schweiz **kaum Verluste durch eine veränderte Landnutzung**. Das Waldwachstum mag die Verluste im Bereich der extensiven Landwirtschaft beinahe zu kompensieren (vgl. Tabelle 3-2).
- Gehen wir von der europäischen Entwicklung bei der Landnutzung aus, erleidet die Schweiz auch in Folge der Landnutzungsveränderungen einen Verlust an Ökosystemleistungen in der Höhe von rund 3 Mia. CHF im Jahr 2050 oder ca. 0.4% des BIP. Gemäss COPI-Prognosen für Europa nimmt die naturbelassene Fläche stärker ab als die Waldfläche zunimmt. Ausserdem nimmt gemäss dieser Prognose die Fläche mit wenigen Ökosystemleistungen (Fels, Sand, Geröll) auf Kosten der Kategorien „extensive Landwirtschaft“ sowie „Weidelandschaft“ stark zu (vgl. Tabelle 3-3, zu den Flächenveränderungen auch Tabelle 3-1).

**Tabelle 3-2: Veränderung der Ökosystemleistungen im Jahr 2050 in der Schweiz bei Landnutzung gemäss CH-Arealstatistik und Extrapolation der schweizerischen Entwicklung (= Szenario B)**

Landnutzungsart	Total		durch Landnutzung		durch MSA	
	Mio. CHF	[%] BIP	Mio. CHF	[%] BIP	Mio. CHF	[%] BIP
naturbelassene Gebiete und Wald	-8'729	-1.2%	1'664	0.2%	-10'393	-1.5%
Fels, Sand und Geröll	-221	0.0%	-32	0.0%	-189	0.0%
extensive Landwirtschaft	-2'100	-0.3%	-1'730	-0.2%	-370	-0.1%
intensive Landwirtschaft	-185	0.0%	-183	0.0%	-2	0.0%
Weidelandschaft	-3'078	-0.4%	-113	0.0%	-2'965	-0.4%
urbane Nutzung	255	0.0%	255	0.0%	0	0.0%
<b>Total</b>	<b>-14'058</b>	<b>-2.0%</b>	<b>-139</b>	<b>0.0%</b>	<b>-13'918</b>	<b>-2.0%</b>

Anmerkungen: In COPI wird der naturbelassene und bewirtschaftete Wald separat ausgewiesen. Für die vorliegende Studie wurden die beiden Kategorien zusammengenommen, weil diese Unterscheidung für die Schweiz schwierig zu treffen ist. In COPI wird zudem eine Landnutzungskategorie „Pflanzliche Treibstoffe“ verwendet. In der vorliegenden Studie wird diese Kategorie nicht speziell ausgewiesen.

**Tabelle 3-3: Veränderung der Ökosystemleistungen im Jahr 2050 in der Schweiz, bei Landnutzung gemäss CH-Arealstatistik und europäischer Entwicklung (=Szenario A)**

Landnutzungsart	Total		durch Landnutzung		durch MSA	
	Mio. CHF	[%] BIP	Mio. CHF	[%] BIP	Mio. CHF	[%] BIP
naturbelassene Gebiete und Wald	-10'997	-1.6%	-889	-0.1%	-10'108	-1.4%
Fels, Sand und Geröll	21	0.0%	250	0.0%	-229	0.0%
extensive Landwirtschaft	-1'677	-0.2%	-1'229	-0.2%	-447	-0.1%
intensive Landwirtschaft	-128	0.0%	-126	0.0%	-2	0.0%
Weidelandschaft	-3'748	-0.5%	-1'086	-0.2%	-2'662	-0.4%
urbane Nutzung	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
<b>Total</b>	<b>-16'529</b>	<b>-2.4%</b>	<b>-3'081</b>	<b>-0.4%</b>	<b>-13'448</b>	<b>-1.9%</b>

Anmerkungen: Siehe Tabelle 3-2.

Die Betrachtung der Ergebnisse nach Ökosystemleistungen zeigt folgende Resultate der Grobabschätzung (vgl. Tabelle 3-4 und Tabelle 3-5 sowie die detaillierteren Ergebnisse im Anhang, Tabelle 5-2 und Tabelle 5-3):

- Die Verluste an Ökosystemleistungen sind fast ausschliesslich auf **regulierende Leistungen** zurückzuführen. Dabei fallen die folgenden Ökosystemleistungen besonders ins Gewicht:
  - Klimaregulierung (CO<sub>2</sub>-Speicherung, siehe auch Erläuterungen weiter unten)
  - Luftreinhaltung
  - Erhaltung der Bodenqualität

- Wasserregulierung (Schutz vor Überschwemmungen, Wasserabfluss, Grundwasser)
- Der Verlust an Versorgungsleistungen sowie kulturellen Leistungen wird als relativ gering ausgewiesen.
- Für eine Vielzahl an Ökosystemleistungen, deren Berücksichtigung vorgesehen war, konnten keine valablen Studien gefunden werden, weshalb sie hier nicht Eingang gefunden haben (vgl. Bemerkungen zu den weggelassenen Ökosystemleistungen auf S. 12).

Der geringe bzw. nicht vorhandene Anteil einiger Ökosystemleistungen in den Resultaten bedeutet nicht unbedingt, dass diese Ökosystemleistungen auch tatsächlich wenig bedeutend sind. Vielmehr sind solche Lücken auf das Fehlen geeigneter Studien zu deren Bewertung zurückzuführen.

Der weitaus grösste Teil der ÖSL-Verminderung geht auf die Degradation beim flächenmässig bedeutsamsten Typus "naturbelassene Flächen und Wald" zurück, und dieser Rückgang wiederum wird von den ÖSL "Klimaregulierung (CO<sub>2</sub>-Speicherung)" dominiert. Dies ist das Ergebnis der Übertragung der COPI-Werte, die **keinen Unterschied zwischen verschiedenen ÖSL punkto Ausmass der Degradation** machen (vgl. 2.3, zweitletzter Kritikpunkt). Basierend auf dem GLOBIO-Modell wird angenommen, dass auf dem gleichen Flächentypus pro Hektare alle Ökosystemleistungen im selben Masse zurückgehen und damit auch der Beitrag zur Klimaregulierung. Das Modell ist nicht so ausgereift, dass es bei einer Degradation die Auswirkungen auf alle ÖSL einzeln untersucht. Das GLOBIO-Modell und damit die Veränderung des MSA beruht auf den vier genannten Drivern (Bevölkerung, Wirtschaft, Energie, Nahrungsmittel). Deren komplexe Wechselwirkungen sind in dem Sinn nicht explizit berücksichtigt, sondern fliessen aggregiert ins Modell ein.

Diese Überlegungen zeigen, dass die vorliegende COPI-Analogieabschätzung **nicht geeignet ist, um auf die Schweiz zugeschnittene Überlegungen für einzelne ÖSL oder einzelne Landnutzungstypen zu machen**. Es handelt sich wie erwähnt um eine Grobschätzung dessen, was die Anwendung der (in ihrer Differenzierung limitierten) COPI-Methodik für die Schweiz ergeben würde.

**Tabelle 3-4: Veränderung der Ökosystemleistungen im Jahr 2050 in der Schweiz, bei Landnutzung gemäss CH-Arealstatistik und Extrapolation der schweizerischen Entwicklung (= Szenario B)**

<b>Ökosystemleistung</b>	<b>Mio. CHF</b>
<b>Versorgungsleistungen</b>	
Nahrungsmittel, Fasern, Treibstoff	-212
Biochemikalien, natürliche Heilstoffe, pharmazeutische Produkte	-5
Frischwasser	-23
<b>regulierende Leistungen</b>	
Luftreinhaltung	-3'288
Erhaltung der Bodenqualität	-2'438
Klimaregulierung (CO <sub>2</sub> -Speicherung)	-6'664
Wasserregulierung (Überschwemmung, Abfluss, Grundwasser etc.)	-713
Wasserreinhaltung und Abfallverwertung	-216
Biologische Kontrolle und Bestäubung	-10
Schutzleistungen (vor Lawinen, Erdbeben, etc.)	-12
<b>kulturelle Leistungen</b>	
kulturelle Vielfalt, spirituelle Werte, Bildung, Ästhetik, kulturelles Erbe, etc.	-243
Erholung und Tourismus	-214
<b>Total (inkl. meth. Korrektur/Rundung)</b>	<b>-14'058</b>

Hinweis: Die detaillierten Ergebnisse für die Veränderung der Ökosystemleistungen nach Landnutzungsart für die Szenarien A und B befinden sich im Anhang (Tabelle 5-2 und Tabelle 5-3).

**Tabelle 3-5: Veränderung der Ökosystemleistungen im Jahr 2050 in der Schweiz bei Landnutzung gemäss CH-Arealstatistik und europäischer Entwicklung (=Szenario A)**

<b>Ökosystemleistung</b>	<b>Mio. CHF</b>
<b>Versorgungsleistungen</b>	
Nahrungsmittel, Fasern, Treibstoff	-176
Biochemikalien, natürliche Heilstoffe, pharmazeutische Produkte	-6
Frischwasser	-25
<b>regulierende Leistungen</b>	
Luftreinhaltung	-4'145
Erhaltung der Bodenqualität	-3'073
Klimaregulierung (CO <sub>2</sub> -Speicherung)	-7'357
Wasserregulierung (Überschwemmung, Abfluss, Grundwasser etc.)	-899
Wasserreinhaltung und Abfallverwertung	-272
Biologische Kontrolle und Bestäubung	-13
Schutzleistungen (vor Lawinen, Erdbeben, etc.)	-16
<b>kulturelle Leistungen</b>	
kulturelle Vielfalt, spirituelle Werte, Bildung, Ästhetik, kulturelles Erbe, etc.	-291
Erholung und Tourismus	-245
<b>Total (inkl. meth. Korrektur/Rundung)</b>	<b>-16'529</b>

Hinweis: Siehe Tabelle 3-4.

## 4 Zusammenfassung und Empfehlungen

### 4.1 Hauptergebnis

Die Kosten des „Nicht-Handelns“, also der Verlust an Ökosystemleistungen durch ein Unterlassen zusätzlicher Massnahmen zum Erhalt der Biodiversität werden weltweit gemäss der im Auftrag der Europäischen Kommission erstellten Studie „The Cost of Policy Inaction“ (COPI) rund 14'000 Mia. EUR oder mehr als 7% des weltweiten BIP im Jahr 2050 betragen. Für Europa rechnet diese Studie mit Verlusten an Ökosystemleistungen in der Höhe von rund 1'100 Mia. EUR bzw. 4% des europäischen BIP im Jahr 2050. Rein gemessen am Flächenanteil der Schweiz an Europa würde dies für die Schweiz ein Verlust von ca. 16 Mia. CHF bzw. ca. 2.5% des BIP im Jahr 2050 bedeuten.

Die Berechnungen der Veränderung der Ökosystemleistungen stützen sich auf Prognosen zur Veränderung der Landnutzung, der Veränderung der Qualität der Biodiversität sowie auf ein Wertegerüst, das für unterschiedliche Ökosystemleistungen einen nach Landnutzung differenzierten Wert dieser Ökosystemleistung ausweist. Für eine grobe Übertragung der COPI-Ergebnisse auf die Schweiz konnten auf Basis der Arealstatistik des BFS auf schweizerische Verhältnisse angepasste Prognosen der Landnutzung ermittelt werden. Bei der Entwicklung der Biodiversität sowie dem Wertegerüst musste sich die Übertragung aus praktischen Gründen jedoch vollständig auf die Werte aus der COPI-Studie stützen.

Für die **Schweiz** ergibt die vorgenommene pragmatische Grobabschätzung je nach Landnutzungsszenario (schweizerische oder europäische Entwicklung) einem Verlust an Ökosystemleistungen in der Höhe von rund **14 bis 16 Mia. CHF bzw. 2 bis 2.5% des BIP im Jahr 2050**.

### 4.2 Interpretation

Bei der **Interpretation dieser Ergebnisse** ist allerdings in einiger Hinsicht **Vorsicht geboten** (vgl. auch Bemerkungen in Abschnitt 2.3 sowie die Unsicherheiten und Schwierigkeiten in Abschnitt 3.2):

- Die den Ergebnissen zugrunde liegende COPI-Studie basiert beim Wertegerüst auf einer geringen und nicht auf die Schweiz ausgerichteten Anzahl Studien. Für die wirtschaftlich leistungsfähige und in Sachen Biodiversität reichhaltige Schweiz dürften die Werte deshalb eher eine Unterschätzung darstellen.
- Zudem beachtet die Studie nur terrestrische Ökosysteme und eine eingeschränkte Anzahl an Ökosystemleistungen (so werden bspw. insbesondere Existenz- oder Versicherungswerte der Biodiversität teilweise nur unzureichend ausgewiesen). Die Resultate beruhen vor allem auf Verlusten bei den regulierenden Leistungen (insb. CO<sub>2</sub>-Speicherung) und wenigen europäischen Studien, wodurch die Übertragbarkeit der Resultate verringert wird.
- Anders ausgedrückt stellt sich somit die Frage, ob Existenzwerte, Schutzleistungen, Erholungsleistungen und der Beitrag der Biodiversität zur touristischen Wertschöpfung in

der vorliegenden Annäherung für Schweizer Verhältnisse genügend stark einfließen und ob die Werte schweizerischen Verhältnissen angepasst sind oder für die Schweiz u.U. höher sein müssten.

- Die Studie berücksichtigt einen langen Zeitraum.
- Die Policy-Action als Gegenstück zur Inaction wird nicht explizit modelliert.
- Aus Schweizer Sicht wird die Belastbarkeit der Ergebnisse weiter durch die Verwendung von eigenen Kategorien der Landnutzung (Arealstatistik) und fehlenden Zukunftsprognosen zur Entwicklung der Landnutzung geschmälert. Die unterstellten Landnutzungsveränderungen sind unsicher, da keine offiziellen Szenarien vorhanden sind. Allerdings führen beide verwendeten Szenarien zu Ergebnissen in ähnlicher Grössenordnung; und der Haupteffekt wird ohnehin (wie bei COPI) durch die Degradation auf den verbleibenden Flächen erzielt.
- Die Annahmen zur Degradation sind unsicher, wobei der aus COPI übernommene Rückgang um 15 - 20% nicht unplausibel ist.

Die vorliegenden Resultate können dennoch als **illustrative Werte eines möglichen Verlusts von Ökosystemleistungen** verstanden werden, für den Fall, dass keine zusätzlichen Massnahmen zum Schutz der Biodiversität getroffen werden.

### 4.3 Politische Folgerungen

Die obigen Überlegungen machen deutlich, dass die vorliegende COPI-Analogieabschätzung **nicht geeignet ist, um auf die Schweiz zugeschnittene Überlegungen für einzelne Ökosystemleistungen oder einzelne Landnutzungstypen zu machen**. Es handelt sich wie erwähnt um eine Grobschätzung dessen, was die Anwendung der (in ihrer Differenzierung limitierten) COPI-Methodik für die Schweiz ergeben würde.

Trotzdem zeigen die vorliegenden Resultate der Grobabschätzung einen deutlichen **Handlungsbedarf** für die Politik zur Vermeidung zukünftiger Wohlfahrtseinbusse aufgrund des Verlusts von Ökosystemleistungen der Biodiversität. Die Ergebnisse dürfen jedoch lediglich als **illustrative Werte eines möglichen Verlusts von Ökosystemleistungen** verstanden werden. Aus den Ergebnissen der vorliegenden Annäherung sind folglich keine konkreten Aussagen ableitbar, wo in der zukünftigen Biodiversitätspolitik prioritär anzusetzen ist (bei welchen Ökosystemleistungen, Landnutzungsarten etc.).

### 4.4 Empfehlungen und Forschungsbedarf

Im Hinblick auf die zukünftige Abschätzung der wirtschaftlichen Auswirkungen des Verlusts von Ökosystemleistungen der Biodiversität stehen insbesondere folgende drei **Empfehlungen** im Zentrum:

- Aufarbeitung von Szenarien und Prognosen zur Landnutzungsveränderung, Qualität der Biodiversität sowie der dadurch bewirkten Auswirkungen auf die Ökosystemleistungen in der Schweiz
- Erstellen von Szenarien zum Biodiversitätsverlust unter verschiedenen Policy-Szenarien
- Explizitere Quantifizierung der Wirkungen der Massnahmen gemäss Biodiversitätsstrategie (zur Beurteilung von „Policy Action“)

Zudem müssten **Monetarisierungsstudien** erstellt werden, welche die schweizerischen Verhältnisse berücksichtigen und dabei eine grössere Breite von Ökosystemleistungen der Biodiversität berücksichtigen als die meisten internationalen Studien. Zusätzlicher **Forschungsbedarf** für eine gesteigerte und stärker koordinierte Wissensbasis besteht insbesondere in den Bereichen

- Versicherungs- und Optionswert der Biodiversität (Resilienz der Ökosysteme, Reservoir von potenziellen Arznei-Wirkstoffen etc.),
- Existenzwert der Biodiversität,
- Kulturelle Leistungen (Erholungsleistung, Beitrag zur touristischen Wertschöpfung etc.) und Schutzleistungen (Schutzwälder etc.),
- Auswirkungen von Habitatszerschneidungen, Reduktion der Vernetzung von Flächen bzw. Kosten einer mangelnden Vernetzung

Es wird empfohlen, entsprechend Forschungsbemühungen einzuleiten und diese auf nationaler und internationaler Ebene verstärkt zu koordinieren. Insbesondere ist die Vernetzung der schweizerischen Forschung mit den ausländischen Aktivitäten zu stärken.

## 5 Anhang

In der folgenden Tabelle findet sich eine Konkordanztabelle für die Landnutzungsarten nach COPI und der Arealstatistik nach der neusten schweizerischen Kategorisierung (NOAS 2004).

**Tabelle 5-1: Konkordanztabelle Landnutzungskategorien COPI und Arealstatistik**

Landnutzungsart COPI	Arealstatistik Schweiz (NOAS 2004, 72 Grundkategorien)
naturbelassene Gebiete	Normalwald, Gebüsch und Strauchvegetation, Unproduktive Gras- und Krautvegetation, Feuchtgebiete, Gebüsch und Strauchvegetation
Fels, Sand, Geröll	Fels, Sand und Geröll, Landschaftseingriffe
Bewirtschafteter Wald	alle bestockte Flächen (ohne Normalwald), Lawinen und Steinschlagverbauungen
Extensive Landwirtschaft	Feldobst, Alpweiden, Naturweiden
Intensive Landwirtschaft	Rebbaufäche, Obstanlagen, Gartenbauflächen, Ackerland
Pflanzliche Treibstoffe	für die Schweiz nicht relevant
Weidelandschaft	Heimweiden, verbuschte Wiesen und Heimweiden, Schafalpen, günstige, verbuschte und versteinte Alp- und Juraweiden, alpine Sportinfrastruktur
urbane Nutzung	Siedlungsfläche komplett

Anmerkung: COPI bezieht nur terrestrische Ökosysteme mit ein. Daher werden die stehenden Gewässer und Fließgewässer sowie Hochwasserverbauungen nicht berücksichtigt.

In den folgenden Tabellen werden die detaillierten Ergebnisse für die Veränderung der Ökosystemleistungen nach Landnutzungsart für die Szenarien A und B präsentiert (Tabelle 5-2 und Tabelle 5-3). Zusätzlich sind die Ergebnisse für das reduzierte Modell der Wertveränderungen durch Landnutzungsveränderungen und Veränderungen der Qualität der Biodiversität aufgeführt. Ausserdem werden die Ergebnisse eines Szenarios C präsentiert. Dieses Szenario geht davon aus, dass in der Schweiz dieselbe Landnutzung und Entwicklung der Landnutzung erfolgt wie in Europa, .d.h. die COPI-Ergebnisse werden undifferenziert einfach proportional zur Gesamtfläche auf die Schweiz umgelegt.

**Tabelle 5-2: Veränderung der Ökosystemleistungen im Jahr 2050 in der Schweiz, bei Landnutzung gemäss CH-Arealstatistik und Extrapolation der schweizerischen Entwicklung (= Szenario B), in Mio. CHF im Jahr 2050**

Landnutzungsart	Total	Versorgungsleistungen			regulierende Leistungen							kulturelle Leistungen	
		Nahrungsmittel, Fasern, Treibstoff	Biochemikalien, natürliche Heilstoffe, pharmazeutische Produkte	Frischwasser	Luftreinhaltung	Erhaltung der Bodenqualität	Klima-regulierung (CO <sub>2</sub> -Speicherung)	Wasser-regulierung (Überschwemmung, Abfluss, Grundwasser etc.)	Wasser-reinhaltung und Abfallverwertung	Biologische Kontrolle und Bestäubung	Schutzleistungen (vor Lawinen, Erdbeben, etc.)	kulturelle Vielfalt, spirituelle Werte, Bildung, Ästhetik, kulturelles Erbe, etc.	Erholung und Tourismus
naturbelassene Gebiete und Wald	-8'729	-51	-3	-11	-1'804	-1'338	-4'763	-391	-118	-6	-7	-133	-104
Fels, Sand und Geröll	-217	0	0	-3	-31	-23	-114	-7	-2	0	0	-20	-16
extensive Landwirtschaft	-2'096	-74	-1	-2	-347	-258	-1'262	-75	-23	-1	-1	-22	-30
intensive Landwirtschaft	-185	-23	0	0	-28	-21	-102	-6	-2	0	0	-2	-1
Weidelandschaft	-3'064	-64	-1	-7	-1'120	-831	-582	-243	-73	-4	-4	-70	-66
urbane Nutzung	254	0	0	0	44	32	158	9	3	0	0	3	5
<b>Total</b>	<b>-14'038</b>	<b>-212</b>	<b>-5</b>	<b>-23</b>	<b>-3'288</b>	<b>-2'438</b>	<b>-6'664</b>	<b>-713</b>	<b>-216</b>	<b>-10</b>	<b>-12</b>	<b>-243</b>	<b>-214</b>

Hinweis: Das Total weicht geringfügig von Tabelle 3-2 ab. Der Grund liegt bei den COPI-Daten selbst. In COPI werden für die Berechnungen nach Landnutzung und Degradation leicht andere Zahlen verwendet als für die Berechnungen nach Ökosystemleistung.

**Tabelle 5-3: Veränderung der Ökosystemleistungen im Jahr 2050 in der Schweiz bei Landnutzung gemäss CH-Arealstatistik und europäischer Entwicklung (=Szenario A), in Mio. CHF im Jahr 2050**

Landnutzungsart	Total	Versorgungsleistungen			regulierende Leistungen							kulturelle Leistungen	
		Nahrungsmittel, Fasern, Treibstoff	Biochemikalien, natürliche Heilstoffe, pharmazeutische Produkte	Frischwasser	Luftreinhaltung	Erhaltung der Bodenqualität	Klima-regulierung (CO <sub>2</sub> -Speicherung)	Wasser-regulierung (Überschwemmung, Abfluss, Grundwasser etc.)	Wasser-reinhaltung und Abfallverwertung	Biologische Kontrolle und Bestäubung	Schutzleistungen (vor Lawinen, Erdbeben, etc.)	kulturelle Vielfalt, spirituelle Werte, Bildung, Ästhetik, kulturelles Erbe, etc.	Erholung und Tourismus
naturbelassene Gebiete und Wald	-11'004	-23	-5	-15	-2'486	-1'844	-5'581	-539	-163	-8	-9	-189	-142
Fels, Sand und Geröll	20	0	0	0	3	2	11	1	0	0	0	2	2
extensive Landwirtschaft	-1'674	-59	-1	-2	-277	-206	-1'008	-60	-18	-1	-1	-17	-24
intensive Landwirtschaft	-128	-16	0	0	-19	-14	-71	-4	-1	0	0	-1	-1
Weidelandschaft	-3'732	-78	-1	-8	-1'364	-1'012	-708	-296	-89	-4	-5	-85	-81
urbane Nutzung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>-16'518</b>	<b>-176</b>	<b>-6</b>	<b>-25</b>	<b>-4'145</b>	<b>-3'073</b>	<b>-7'357</b>	<b>-899</b>	<b>-272</b>	<b>-13</b>	<b>-16</b>	<b>-291</b>	<b>-245</b>

Hinweis: Vgl. Tabelle 5-2.

**Tabelle 5-4: Veränderung der Ökosystemleistungen bis 2050 in der Schweiz  
reduziertes Modell, Szenario A, in Mio. CHF/a im Jahr 2050**

<b>bei Schweizer Landnutzung / europäische Entwicklung</b>	<b>Total</b>	<b>durch Landnutzung</b>	<b>durch MSA</b>
naturbelassene Gebiete	-1'714	-874	-840
Fels, Sand und Geröll	3	37	-34
bewirtschafteter Wald	209	756	-547
extensive Landwirtschaft	-235	-173	-63
intensive Landwirtschaft	-19	-18	0
Pflanzliche Treibstoffe	0	0	0
Weidelandschaft	-547	-158	-388
urbane Nutzung	0	0	0
<b>Total</b>	<b>-2'303</b>	<b>-431</b>	<b>-1'872</b>

**Tabelle 5-5: Veränderung der Ökosystemleistungen bis 2050 in der Schweiz  
reduziertes Modell, Szenario B, in Mio. CHF/a im Jahr 2050**

<b>bei Schweizer Landnutzung / schweizerische Entwicklung</b>	<b>Total</b>	<b>durch Landnutzung</b>	<b>durch MSA</b>
naturbelassene Gebiete	-1'011	-5	-1'006
Fels, Sand und Geröll	-32	-5	-28
bewirtschafteter Wald	-185	234	-419
extensive Landwirtschaft	-295	-243	-52
intensive Landwirtschaft	-27	-27	0
Pflanzliche Treibstoffe	0	0	0
Weidelandschaft	-449	-16	-432
urbane Nutzung	34	34	0
<b>Total</b>	<b>-1'965</b>	<b>-27</b>	<b>-1'938</b>

**Tabelle 5-6: Veränderung der Ökosystemleistungen bis 2050 in der Schweiz  
reduziertes Modell, Szenario C, in Mio. CHF/a im Jahr 2050**

<b>bei gleicher Landnutzung</b>	<b>Total</b>	<b>durch Landnutzung</b>	<b>durch MSA</b>
naturbelassene Gebiete	-2'245	-1'144	-1'101
Fels, Sand und Geröll	0	0	0
bewirtschafteter Wald	329	1'189	-860
extensive Landwirtschaft	-29	-21	-8
intensive Landwirtschaft	-36	-36	0
Pflanzliche Treibstoffe	144	144	0
Weidelandschaft	-430	-124	-305
urbane Nutzung	0	0	0
<b>Total</b>	<b>-2'267</b>	<b>7</b>	<b>-2'274</b>

**Tabelle 5-7: Veränderung der Ökosystemleistungen bis 2050 in der Schweiz  
komplettes Modell, Szenario C, in Mio. CHF/a im Jahr 2050**

<b>bei gleicher Landnutzung</b>	<b>Total</b>	<b>durch Landnutzung</b>	<b>durch MSA</b>
naturbelassene Gebiete	-16'393	-8'355	-8'038
Fels, Sand und Geröll	0	0	0
bewirtschafteter Wald	2'389	8'638	-6'249
extensive Landwirtschaft	-205	-151	-55
intensive Landwirtschaft	-251	-247	-3
Pflanzliche Treibstoffe	1'047	1'047	0
Weidelandschaft	-2'947	-853	-2'093
urbane Nutzung	0	0	0
<b>Total</b>	<b>-16'360</b>	<b>78</b>	<b>-16'438</b>

## Literaturverzeichnis

Vgl. auch Literaturverzeichnis in:

Ecoplan (2010)

Monetarisierung von biodiversitätsbezogenen Ökosystemleistungen. Eine Übersicht über Methoden und empirische Beispiele. Bern.

ARE Bundesamt für Raumentwicklung (2010)

Raumbewertung. Online im Internet:

<http://www.are.admin.ch/themen/raumplanung/00246/index.html?lang=de> (24.3.2010).

ARE Bundesamt für Raumentwicklung, BAFU Bundesamt für Umwelt (2008)

Landschaft unter Druck. 3. Fortschreibung. Beobachtungsperiode 1989 – 2003. Bern.

Arnold Michael et al. (2009)

Mehrwert naturnaher Wasserläufe. Untersuchung zur Zahlungsbereitschaft mit besonderer Berücksichtigung der Erschliessung für den Langsamverkehr. In: Umwelt-Wissen Nr. 0912. Bern.

BAFU Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Biodiversitätsmonitoring Schweiz. Online im Internet: [www.biodiversitymonitoring.ch](http://www.biodiversitymonitoring.ch) (24.3.2010).

BFS Bundesamt für Statistik (2010a)

Arealstatistik der Schweiz. Online im Internet: [http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/erhebungen\\_\\_quellen/blank/blank/arealstatistik/00/00\\_01.html](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/erhebungen__quellen/blank/blank/arealstatistik/00/00_01.html) (24.3.2010).

BFS Bundesamt für Statistik (2010b)

Bodennutzungswandel pro Sekunde. Online im Internet: [http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/02/03/blank/key/bodennutzungswandel\\_pro\\_sekunde.html](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/02/03/blank/key/bodennutzungswandel_pro_sekunde.html) (24.3.2010).

Balmford et al. (2008)

The Economics of Biodiversity and Ecosystems: Scoping the Science.

Braat L., ten Brink P. (eds.) (2008)

The Cost of Policy Inaction. The case of not meeting the 2010 biodiversity target. A study for the European Commission, DG Environnement. Wageningen, Brussels.

Chevassus-au-Louis B. et al. (2009)

Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Contribution à la décision publique. Paris. Online im Internet: [http://www.strategie.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport\\_18\\_Biodiversite\\_web.pdf](http://www.strategie.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_18_Biodiversite_web.pdf) (10.06.2010).

Costanza Robert, d'Arge Ralph, de Groot Rudolf, Farber Stephen et al. (1997)

The value of the world's ecosystem services and natural capital. In: Nature, Vol. 357, S. 253-260.

Ecoplan (2010)

Monetarisierung von biodiversitätsbezogenen Ökosystemleistungen. Eine Übersicht über Methoden und empirische Beispiele. Inputpapier im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt. Bern.

EEA European Environment Agency (2010)

Scaling up ecosystem benefits. A contribution to The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) study. EEA Report No 4/2010. Kopenhagen.

GLOBIO (2010)

Modelling human impacts on biodiversity. Online im Internet: <http://www.globio.info> (24.3.2010).

Klaus Gregor (2010)

Biodiversität ist Wirtschaft. In BAFU (2010), Magazin Umwelt, 20/10. Bern.

Netherlands Environmental Assessment Agency (2010)

Dossier Biodiversity: FAQs. Online im Internet: <http://www.pbl.nl/en/dossiers/Biodiversity/FAQs/index.html> (24.3.2010).

OECD Organisation für wirtschaftliche Entwicklung und Zusammenarbeit (2008)

OECD Economic Outlook to 2030. Paris.

PricewaterhouseCoopers (2010)

Biodiversity and business risk. A Global Risks Network briefing. World Economic Forum. Genf.

Schäfer (2009)

Moore und Euros – die vergessenen Millionen. In: Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie, Vol. 43, S. 156-160.

TEEB (2009)

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