

# BEDEUTUNG DER WELTWEITEN RESSOURCENVERFÜGBARKEIT FÜR DIE SCHWEIZER WETTBEWERBSFÄHIGKEIT

Schlussbericht

9. September 2014



  
**BAKBASEL**  
economic research & consultancy

  
**Global Footprint Network**  
Advancing the Science of Sustainability

**Auftraggeber**

Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Sektion Nachhaltige Entwicklung, CH-3003 Bern  
Das ARE ist ein Amt des Eidg. Departments für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK)

**Herausgeber**

BAKBASEL

**Redaktion**

Andrea Wagner, BAKBASEL  
Philipp Röser, BAKBASEL  
Rebekka Rufer, BAKBASEL  
Simon Hilber, BAKBASEL  
Michel Gressot, Global Footprint Network  
Mathis Wackernagel, Global Footprint Network  
Nicole Grunewald, Global Footprint Network

**Begleitgruppe**

Daniel Dubas (ARE, Leitung), Till Berger (ARE), Ruth Badertscher (BLW), Thomas Roth und Jacqueline Kaiser (SECO), Nicolas Merky (BAFU), Andrea Ries (DEZA), André de Montmollin (BFS)

**Adresse**

BAK Basel Economics AG  
Güterstrasse 82  
CH-4053 Basel  
T +41 61 279 97 00  
F +41 61 279 97 28  
info@bakbasel.com  
<http://www.bakbasel.com>

© 2014 by BAK Basel Economics AG

**Die Verwendung und Wiedergabe von Informationen aus diesem Produkt ist unter folgender Quellenangabe gestattet: «Quelle: BAKBASEL und Global Footprint Network».**



# Executive Summary

Die vorliegende Studie wurde unter der Federführung des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE) in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt (BAFU), dem Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), der Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA) und dem Bundesamt für Gesundheit (BAG) in Auftrag gegeben.

Ziel der Untersuchung ist es die Bedeutung der aktuellen globalen Trends bezüglich Ressourcennutzung und –bestand für die Schweizer Wettbewerbsfähigkeit allgemein zu erörtern. Die Relevanz einer abnehmenden Verfügbarkeit von natürlichen Ressourcen für den Wirtschaftsstandort Schweiz wird einerseits aus einer biophysikalischen Perspektive und andererseits aus einer volkswirtschaftlichen Perspektive betrachtet. Die Studie dient als Inputpapier für den «Dialog Nachhaltige Entwicklung Schweiz» am 16. September 2014. Aufgrund dessen bietet sie keine abschliessende Betrachtung dieses Themas, sondern soll vielmehr zur Diskussion anregen.

Bei der biophysikalischen Betrachtungsweise wird die Ressourcenverfügbarkeit anhand der ökologisch produktiven Fläche (Biokapazität) gemessen, die das Ressourcenangebot und den Ressourcenverbrauch eines Landes zusammenfasst. Die Analyse der globalen Ressourcentrends zeigt, dass die menschliche Nachfrage nach Ressourcen seit den 70er Jahren das Angebot überschreitet, welches das Ökosystem Erde erneuern kann, was weltweit betrachtet zu einem Biokapazitätsdefizit führt. Die Ressourcenverfügbarkeit nimmt infolgedessen insgesamt global ab.

Viele Länder, insbesondere solche mit niedrigem Einkommen, erleben schon heute, oder in einer nicht allzu fernen Zukunft, ressourcenbedingte Probleme. Der Vergleich mit dreizehn anderen Ländern zeigt, dass die Schweiz nicht – wie oft angenommen – einsam an der Spitze steht. Die Schweiz ist ernst zu nehmenden Risiken ausgesetzt. Zum einen sinkt der Anteil der Schweiz am globalen Einkommen und damit ihre relative Kaufkraft an den Ressourcenmärkten, da die Einkommen in den aufstrebenden Ländern deutlich stärker zunehmen. Zum andern unterliegt die Schweiz auch den mit dysfunktionalen internationalen Ressourcenmärkten einhergehenden Risiken. Hier könnte es die Schweiz als Kleinstaat, der sich aus politischen Allianzen heraushält, in einer immer konfliktreicheren Welt nicht einfach haben. Angesichts des sich verschärfenden Biokapazitätsengpasses könnte eine solche Welt näher liegen als erwartet.

Die Schweiz kann aufgrund ihrer soliden wirtschaftlichen Situation, ihrer ressourceneffizienten Technologien und der Möglichkeit Handel zu treiben, als weniger verwundbar als andere Länder eingeschätzt werden. Allerdings ist die Schweiz stark import- und exportabhängig sowohl in der Produktion als auch im Konsum und betreibt derzeit vor allem Handel mit Ländern, die ebenfalls ein Biokapazitätsdefizit aufweisen. Sinkt die Ressourcenverfügbarkeit auf den Weltmärkten, könnten sich die Risiken für die Schweizer Volkswirtschaft sowohl auf ihren Zulieferer- sowie Absatzmärkten erhöhen. Bei einem globalen Anstieg des CO<sub>2</sub>-Footprint vergrössert sich zudem die Gefahr von Kippeffekten, also Veränderungen die das Weltklima grundlegend beeinflussen können.

Aus volkswirtschaftlicher Sicht werden zum einen der Ressourcenverbrauch und die Effizienz auf Branchenebene und zum anderen die Qualität der Schweizer Standortfaktoren im internationalen Vergleich untersucht.

Die Branchenanalyse konzentriert sich auf die Verfügbarkeit von Energie, CO<sub>2</sub> sowie kritische Materialien. CO<sub>2</sub> wird als Gut mit beschränkter Verfügbarkeit betrachtet, da gesetzliche Grenz- oder Richtwerte die Umwelt als Senke für Emissionen und Abfallstoffe begrenzen. Die Schweizer Wirtschaft schneidet punkto Energieintensität und CO<sub>2</sub>-Ausstoss im Vergleichssample hervorragend ab. Die Schweizer Branchen dürften damit aktuell bei Verfügbarkeitsproblemen natürlicher Ressourcen tendenziell resistenter sein als die Branchen in anderen Ländern. Im Gegensatz dazu gefährdet die Verfügbarkeit kritischer Materialien (z.B. Seltene Erden) potentiell die Schweizer Wettbewerbsfähigkeit. Kritische Materialien sind essentielle Bestandteile moderner Technologien in Branchen, deren Gewicht in der Schweizer Wirtschaft voraussichtlich steigen wird.

Die Betrachtung der Standortqualität (Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen, Infrastruktur, Innovation und Effizienz, Regulierung sowie Lebens- und Umweltqualität) bescheinigt der Schweiz ebenfalls eine sehr gute Wettbewerbsfähigkeit, doch gilt dies vor allem für die heutige Wettbewerbsfähigkeit. Der Vergleich der Veränderungen einzelner Indikatoren über die Zeit mit den Vergleichsländern zeigt, dass die Schweiz in den letzten Jahren weniger Fortschritte insbesondere im Bereich Innovation und Effizienz erzielte. Darüber hinaus verschlechtert sich das Bild, wenn die ausländischen Rohstoffaufwendungen eingerechnet werden. Es bestehen Anzeichen dafür, dass die Schweiz besonders rohstoffintensive Produktionsschritte ins Ausland verlegt hat, was letztendlich zu keiner Verbesserung der Rohstoffproduktivität führt.

Insgesamt zeigt sich, dass die Schweizer Wettbewerbsfähigkeit differenziert betrachtet werden muss. Einerseits verfügt die Schweiz aktuell über eine hervorragende Wettbewerbsfähigkeit, die sich sowohl in ihrer soliden wirtschaftlichen Situation, in ressourceneffizienten Technologien, der Möglichkeit Handel zu treiben, ihrem effizienten Branchenmix und ihren hervorragenden Standortfaktoren widerspiegelt. Die Schweiz wird daher bei sich verknappenden Ressourcen länger erfolgreich sein als andere Länder. Für die Sicherung der langfristigen Wettbewerbsfähigkeit sind jedoch noch deutlich stärkere Fortschritte beispielsweise im Effizienzbereich notwendig. Die hohe Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz, als kleine offene Volkswirtschaft, kann nur dann erhalten bleiben, wenn gemeinsam sowohl mit den Import- als auch Exportländern, entlang den gesamten Wertschöpfungsketten – unter Berücksichtigung grauer Energien und Emissionen – zusammengearbeitet wird. Dies würde einen stärkeren Umbau der Schweiz in Richtung Grüne Wirtschaft bedeuten.

Ein effizienter Umgang mit natürlichen Ressourcen kann nur in einer langfristigen Perspektive erreicht werden und ist daher mit grosser Pfadabhängigkeit verbunden. Für die Schweiz gilt es sich intensiv mit den möglichen Optionen für die Zukunft auseinander zu setzen um die Weichen «richtig» zu stellen. Grundsätzlich lassen sich sechs Optionen unterscheiden, wie sich die Schweiz verhalten könnte: Wie gehabt, Rückzug von der Welt, Hyperwachstum, Auf Nummer sicher gehen, Extremes Reengineering jetzt, Nachhaltiges Wirtschaften und globale Verantwortung (Grüne Wirtschaft). Alle Optionen haben weitreichende Folgen. Einige Optionen schliessen einander aus, einige können miteinander kombiniert werden. Der Schweiz stehen verschiedene Wege offen, hier gilt es eine zukunftsfähige und verwirklichtbare Politik im Umgang mit begrenzten natürlichen Ressourcen zu finden.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Executive Summary</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Begriffe und Konzepte</b> .....	<b>10</b>
2.1 Natürliche Ressourcen in der Wirtschaft .....	10
2.2 Wettbewerbsfähigkeit und natürliche Ressourcen .....	11
2.3 Die Schweiz und die Benchmarking-Regionen .....	13
<b>3 Künftige Ressourcenverfügbarkeit und Engpassfaktoren</b> .....	<b>14</b>
3.1 Wirtschaftswachstum und Rückgang der Ressourcenverfügbarkeit seit 1950.....	14
3.2 Die nächste Ära dürfte durch die ökologischen Begrenzungsfaktoren definiert werden .....	16
3.3 Welche Ressourcen könnten Engpassfaktoren für die Schweiz werden?.....	21
<b>4 Die Bedeutung natürlicher Ressourcen für die Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz aus biophysikalischer Sicht</b> .....	<b>23</b>
4.1 Die natürlichen Ressourcen aus biophysikalischer Sicht .....	23
4.2 Verändern die ökologischen Zwänge die Marktdynamik? .....	32
4.2.1 Veränderung der Handelsströme.....	32
4.2.2 Zukünftiger Ressourcenzugang .....	34
4.2.3 Weshalb erscheint die Übernutzung der Ressourcen als scheinbar rationale Option?.....	35
4.2.4 Risiko eines Wettlaufs um die Ressourcen .....	36
4.2.5 Ressourcenbedingte Risiken im Vergleich mit anderen systemischen Risiken .....	37
4.3 Ist dies gefährlich für die Schweiz? .....	38
4.3.1 Die Preise werden reagieren.....	38
4.3.2 Die Technologie wird uns retten .....	40
4.3.3 Das hohe Einkommensniveau der Schweiz wird uns retten .....	41
4.3.4 Der Handel und Massnahmen zur Ressourcensicherung werden uns retten.....	43
4.3.5 Und sogar falls .....	43
4.4 Wie kommt dieses Risiko im Einzelnen zum Tragen?.....	45
4.4.1 Was sind ressourcenbedingte Risiken?.....	45
4.4.2 Wirtschaftliche Bedeutung von Ressourcenrisiken.....	47
4.4.3 Finanzielle Belastbarkeit.....	48
4.4.4 Was bedeutet dies für die Schweiz? — Handelsqualität .....	49
<b>5 Die Bedeutung natürlicher Ressourcen für die Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz aus volkswirtschaftlicher Perspektive</b> .....	<b>51</b>
5.1 Wettbewerbsfähigkeit durch Spezialisierung.....	51
5.1.1 Energie .....	51
5.1.2 Umweltbelastung .....	57
5.1.3 Kritische Materialien .....	61
5.2 Wettbewerbsfähigkeit durch Standortqualität .....	64
5.2.1 Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen als Produktionsinput .....	64
5.2.2 Verkehrswesen.....	67
5.2.3 Innovation und Ressourceneffizienz .....	70
5.2.4 Regulierung/Umweltregulierung.....	77
5.2.5 Lebensqualität .....	78
5.3 Zusammenfassung .....	81
5.3.1 Spezialisierungsmuster.....	81
5.3.2 Standortqualität .....	81
5.3.3 SWOT der Schweizer Wettbewerbsfähigkeit .....	84
<b>6 Fazit</b> .....	<b>86</b>

<b>7</b>	<b>Welche Optionen hat die Schweiz?</b> .....	<b>89</b>
<b>8</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>95</b>
<b>9</b>	<b>Glossar</b> .....	<b>103</b>
<b>10</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>107</b>
10.1	Branchenmethodik .....	107
10.2	Footprint- und Biokapazitätszeitreihen .....	108

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1	Wettbewerbsfähigkeit als Wertschöpfungsprozess eines Landes .....	11
Abb. 3-1	Wirtschaftsboom nach dem 2. Weltkrieg, verdeutlicht am Pro-Kopf-Einkommen in der Schweiz und in China .....	15
Abb. 3-2	Rohstoffpreisindex .....	16
Abb. 4-1	Globale Trends von Ressourcenverbrauch und Biokapazität .....	24
Abb. 4-2	Footprint des Konsums pro Kopf: Schweiz und China versus die Welt .....	25
Abb. 4-3	Ökologisches Kapital der Nationen .....	27
Abb. 4-4	Veränderung der globalen Ressourcenhandelsströme seit 1961 .....	33
Abb. 4-5	Globale Auktion: wohlwollendes Szenario für den Ressourcenzugang .....	35
Abb. 4-6	Nur einige der vielen soliden Fundamentaldaten der Schweiz .....	38
Abb. 4-7	Rohölpreis .....	39
Abb. 4-8	Pro-Kopf-Footprint versus Pro-Kopf-BIP 2001 .....	41
Abb. 4-9	Pro-Kopf-Einkommen des Schweizer, absolut, und als Prozent des Weltgesamteinkommens .....	42
Abb. 4-10	Biokapazität und Footprint der Schweiz pro Kopf auf derselben Skala .....	44
Abb. 4-11	Abhängigkeit von Ressourcenimporten .....	46
Abb. 4-12	Ressourcenübernutzungsgrad (ohne CO <sub>2</sub> -Footprint im EF der Produktion): .....	47
Abb. 4-13	Agrarrohstoffpreisindex .....	47
Abb. 4-14	Finanzielle Belastbarkeit .....	48
Abb. 4-15	Handelsqualität der Schweiz, 2008 .....	50
Abb. 4-16	Handelsdiversifikation und Abhängigkeit vom Biokapazitätsdefizit der Zulieferländer .....	50
Abb. 5-1	Energieeinsatz der Branchen in der Schweiz, 2008 .....	52
Abb. 5-2	Energieintensität, 2008 .....	54
Abb. 5-3	Energieeffizienz, 2008 .....	55
Abb. 5-4	Handlungsbedarf nach Branchen, 2008 .....	57
Abb. 5-5	Territoriale CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Branchen, 2008 .....	58
Abb. 5-6	CO <sub>2</sub> -Intensität, 2008 .....	59
Abb. 5-7	CO <sub>2</sub> -Intensität nach Branchen, 2008 .....	60
Abb. 5-8	Betroffenheit der Branchen, 2008 .....	61
Abb. 5-9	Wirtschaftliche Bedeutung und Versorgungsrisiko, 2010 .....	62
Abb. 5-10	Materialabhängigkeit und wirtschaftliche Bedeutung ausgewählter Branchen, 2010 .....	63
Abb. 5-11	Rohstoffeinsatz nach Hauptkategorien, 2011 .....	65
Abb. 5-12	Entwicklung DMI und TMR, 1990 bis 2011 .....	65
Abb. 5-13	Behandlung von Siedlungsabfällen, 2010 .....	67
Abb. 5-14	Kontinentale und globale Erreichbarkeit, 2012 .....	68
Abb. 5-15	Wachstum des Bruttoinlandsproduktes und der territorialen CO <sub>2</sub> -Emissionen des Transportes zwischen 2000 und 2011 .....	69
Abb. 5-16	Modalsplit Güterverkehr, 2011 .....	70
Abb. 5-17	Modalsplit Personenverkehr, 2011 .....	70
Abb. 5-18	Internationale Umweltabkommen, 2013 .....	71
Abb. 5-19	Umweltpatente, 2000-2009 .....	71
Abb. 5-20	Endenergieproduktivität, 2000 und 2011 .....	73
Abb. 5-21	Wachstum des BIP und des DMC zwischen 2000 und 2009 .....	74
Abb. 5-22	Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Produktivität der Schweiz, 1990-2011 .....	75
Abb. 5-23	Territoriale CO <sub>2</sub> -Produktivität, 2000-2011 .....	75
Abb. 5-24	Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtprimärangebot, 2000-2011 .....	76
Abb. 5-25	Umweltgesetze und Regulierungen, 2013 .....	78
Abb. 5-26	Strenge der Umweltauflagen & Durchsetzung von Umweltvorschriften, 2013 .....	78
Abb. 5-27	Territoriale PM <sub>10</sub> -Konzentrationen, 1990 und 2010 .....	79
Abb. 5-28	Geschützte Marin- und Landflächen, 2010 .....	80

Abb. 5-29	Bedrohte Arten, 2000 und 2010.....	80
-----------	------------------------------------	----

## **Tabellenverzeichnis**

Tab. 2-1	Benchmarking-Regionen der Schweiz.....	13
Tab. 5-1	Importabhängigkeiten, 2011 .....	66
Tab. 5-2	Zusammenfassung – Übersicht Standortfaktoren der Schweiz im Ländervergleich .....	82

# 1 Einleitung

Der weltweit zunehmende Verbrauch von Ressourcen führt dazu, dass die Verfügbarkeit und Knappheit natürlicher Ressourcen immer häufiger zum Thema der internationalen und nationalen Politik sowie der Wirtschaft wird (Bundesrat 2009, Bundesrat 2013A, Bundesrat 2013B, Bundesrat 2013C). Wie beispielsweise die Diskussion um den Klimawandel zeigt, liegt der heutige Verbrauch an Ressourcen in vielen Bereichen über einem ökologisch unbedenklichen Wert. Dieses Problem wird dadurch verschärft, dass die Nachfrage an Energie und Materialien weltweit weiter steigt. Von einer Trendumkehr kann bisher keinesfalls gesprochen werden. Die Ursachen für den weltweit steigenden Bedarf an natürlichen Ressourcen sind eine wachsende Weltbevölkerung, hohes Wirtschaftswachstum in Schwellenländern und vielen Ländern mit tiefem Einkommen und ressourcenintensivem Nachholbedarf, die technische Entwicklung (vor allem die Entwicklung neuer Produkte) sowie eine ressourcenintensive Lebens- und Wirtschaftsweise in den Industrieländern.

Die vorliegende Studie stellt sich die Frage: Welche Bedeutung haben die aktuellen Trends bezüglich Ressourcennutzung und -bestand für die Schweizer Wettbewerbsfähigkeit?

Derzeit finden in Politik und Wirtschaft Diskussionen über Ressourcenpolitik und Wirtschaftsleistung mit unterschiedlichen Stossrichtungen statt, die sich wie folgt einordnen lassen (vgl. Jacob et al. 2012): Ressourcenpolitik zur Sicherung der Rohstoffversorgung; Ressourcenpolitik als Motor für ökologische Modernisierung; Ressourcenpolitik, um die natürlichen Grenzen des Planeten zu berücksichtigen und Ressourcenpolitik als Kritik am vorherrschenden Wirtschaftssystem.

Diese Debatten zeigen die unterschiedlichen, sich zum Teil widersprechenden Einschätzungen und Erwartungen an künftige wirtschaftliche Entwicklungen und entsprechende Ressourcenpolitiken: von einer Sicherung des Zugangs und der Verfügbarkeit «billiger» Ressourcen, über eine Erhöhung der Ressourcenpreise bzw. Steuerung des Ressourcenverbrauchs, um Innovationen zu stimulieren, bis zur Vorstellung den absoluten Verbrauch zu reduzieren.

In Marktwirtschaften dienen Preise als Bewertungs- und Steuerungsinstrument. Im Falle von natürlichen Ressourcen kommt es aufgrund unterschiedlicher Problematiken (externe Effekte, Öffentliche-Güter-Charakter etc.) zu Preisverzerrungen und damit zu Fehlallokationen. Es gibt eine breite Diskussion und eine Vielzahl von Arbeiten über die wirtschaftlichen Folgen dieser Fehlallokationen bzw. wie diese Fehlallokationen beispielsweise durch Umweltschutzmassnahmen behoben werden könnten. Darüber hinaus wird in der Literatur der Frage nachgegangen, welche Wirkungen die jeweiligen Massnahmen auf die globale wirtschaftliche Entwicklung oder auf ein spezifisches Land haben. Dabei steht zumeist eine Massnahme oder Ressource – Erdöl, Klima, Biodiversität, Rohstoffe, etc. – im Mittelpunkt.

Eine umfassende Untersuchung zur Bedeutung von Ressourcen für die Schweizer Wettbewerbsfähigkeit gibt es aber bisher nicht. Auch allgemeiner existieren es bislang kaum Konzepte zur Wettbewerbsfähigkeit, die natürliche Ressourcen berücksichtigen. Ein weiteres Problem besteht darin, dass es kein einheitliches, anerkanntes Instrument gibt, um das Angebot und den Verbrauch von Ressourcen zu messen. Ebenso bestehen grosse Schwierigkeiten das Angebot und den Verbrauch von Ressourcen in der Zukunft zu prognostizieren.

Die vorliegende Studie adressiert die oben dargestellten Probleme auf mehrfache Weise:

- Den unterschiedlichen Sichtweisen und Einschätzungen der Ressourcenproblematik in Wirtschaft, Politik und Forschung wird Rechnung getragen, indem die Relevanz natürlicher Ressourcen für die Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz einerseits aus einer biophysikalischen Perspektive und andererseits aus einer volkswirtschaftlichen Perspektive betrachtet wird.
- Als zusammenfassendes Messinstrument für biophysikalisches Ressourcenangebot und -verbrauch weltweit als auch in der Schweiz wird der Ecological Footprint verwendet. Es gibt eine Vielzahl von Ansätzen unterschiedlicher Richtungen und Methoden mit diversen Vorzügen und

Nachteilen, um den Ressourcenverbrauch und dessen Umweltauswirkungen zu schätzen (vgl. Frischknecht et al. 2013). Der Ecological Footprint ist eines dieser Messinstrumente, welche in den letzten Jahren eine hohe Reputation erworben haben. Der Footprint ist von verschiedenen Ländern (darunter die Schweiz) verifiziert und von der Schweizer Statistik im Indikatorensystem der Nachhaltigen Entwicklung MONET aufgenommen worden. Um der Frage nach dem biophysikalischen Ressourcenangebot und -verbrauch in der Schweiz und weltweit nachgehen zu können, wird daher in dieser Studie das Konzept des Ecological Footprints als Messinstrument eingesetzt. Der Footprint ermöglicht darüber hinaus einen internationalen Vergleich von Ressourcenverfügbarkeit und -verbrauch.

- Anhand eines Konzeptes der Wettbewerbsfähigkeit, das natürliche Ressourcen berücksichtigt, dokumentiert das Global Footprint Network Trends der Ressourcensituation und interpretiert ihre möglichen makroökonomischen Konsequenzen. BAKBASEL verwendet dieses Modell, um die Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz auf Branchenebene und die Qualität der Standortfaktoren im internationalen Vergleich zu untersuchen.

Der vorliegende Bericht wurde unter der Federführung des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE) in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt (BAFU), dem Bundesamt für Statistik (BFS), dem Bundesamt für Landwirtschaft (BWL), der Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA) und dem Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO) in Auftrag gegeben. Die Studie dient als Inputpapier für den «Dialog Nachhaltige Entwicklung Schweiz» im September 2014. Aufgrund dessen bietet sie keine abschliessende Betrachtung dieses Themas, sondern soll vielmehr zur Diskussion anregen.

Der Bericht gliedert sich wie folgt:

Kapitel 2 führt die wichtigsten Begriffe zum Thema natürliche Ressourcen ein und legt das im Weiteren angewandte Konzept der Wettbewerbsfähigkeit dar. Ausserdem werden die internationalen Vergleichsländer vorgestellt und deren Auswahl begründet.

In Kapitel 3 wird die Bedeutung der Verfügbarkeit von Ressourcen für das bisherige Wirtschaftswachstum der Schweiz dargelegt und in einen internationalen Kontext gesetzt. Ausserdem wird auf die sich verringernde Ressourcenverfügbarkeit in der Zukunft eingegangen.

Kapitel 4 dokumentiert die weltweiten Ressourcentrends anhand der Messziffer Biokapazität und diskutiert deren möglichen Auswirkungen auf die Schweiz. Hier wird auf die veränderten Marktbedingungen durch ökologische Beschränkungen eingegangen und darauf inwieweit diese für die Schweiz von Bedeutung sind.

Kapitel 5 untersucht die Schweizer Wettbewerbsfähigkeit in Bezug auf die Ressourcenverfügbarkeit auf Branchenebene. Dabei werden vor allem drei «Ressourcen» fokussiert: Energie, Emissionen (CO<sub>2</sub>) sowie kritische Materialien. Im Anschluss daran wird die Qualität der Schweizer Standortfaktoren international vergleichend diskutiert. Das Kapitel schliesst mit einer ausführlichen Zusammenfassung der Ergebnisse und einer SWOT-Analyse der Schweizer Wettbewerbsfähigkeit ab.

In Kapitel 6 erfolgt eine Zusammenfassung der Ergebnisse aus den beiden vorherigen Kapiteln.

In Kapitel 7 werden abschliessend mögliche Optionen der Schweiz in Bezug auf sich verknappende natürliche Ressourcen aufgezeigt. Diese sollen als Ansatzpunkte für zukünftige Diskussionen im Umgang mit sich verknappenden natürlichen Ressourcen verstanden werden und umfassen daher ein breites Spektrum an Möglichkeiten.

## 2 Begriffe und Konzepte

### 2.1 Natürliche Ressourcen in der Wirtschaft

In der klassischen und neoklassischen Wirtschaftstheorie sind natürliche Ressourcen das globale Naturkapital, die Basis allen Wirtschaftens und Grundlage des täglichen Lebens (und somit der Wohlfahrt). Zu den natürlichen Ressourcen gehören sowohl tangibile Güter wie Rohstoffe, Land und Wasser, als auch «intangibile» wie saubere Luft, Bodenfruchtbarkeit und vor allem Biodiversität (Bundesrat 2013B). Die Wirtschaft braucht und verbraucht, um Werte zu produzieren, Naturkapital (erneuerbare und nicht erneuerbare Ressourcen z.B. Rohstoffe, Boden/Fläche, Wasser, Luft, Nahrung und Energie). Der Verbrauch von natürlichen Ressourcen in der Produktion oder im Konsum bringt ausserdem Umweltbelastungen mit sich: Freisetzung von Treibhausgasen, Lärm und Schadstoffemissionen in Luft, Wasser und Boden, Beeinträchtigung von Ökosystemen und der Biodiversität.

Naturkapital ist ein Input für die nationale Wertschöpfung. Naturkapital kann unterschieden werden von Humankapital, physischen Kapital und dem Stand des technischen Fortschritts. Alle vier Kapitalstöcke stellen wichtige Inputfaktoren in den länderspezifischen Produktionsfunktionen dar:

$$Y = f(K, L, N, A),$$

wobei  $Y$  = Output,

$K$  = Kapitalstock,

$L$  = Humankapital,

$N$  = Naturkapital und

$A$  = Stand des technischen Fortschrittes.

Die Wirtschaftsleistung hängt damit nicht nur vom Naturkapital ab, sondern auch von anderen Kapitalstöcken (wie Humankapital, finanzielles Kapital etc.). Zwischen diesen Kapitalstöcken besteht zumindest eine begrenzte Substituierbarkeit. Zusätzlich wird angenommen, dass die einzelnen Stöcke durch Investition vergrössert werden können. Beispielsweise kann durch Investition der Stand des technischen Fortschritts erweitert werden. Der Verbrauch von Ressourcen kann damit beispielsweise durch Innovation (vor allem Prozessinnovationen) reduziert werden. Ein sinkender Ressourcenverbrauch muss also nicht unbedingt mit einem Rückgang der Wirtschaftsleistung einhergehen. Humankapital bzw. physisches Kapital sowie der Stand des technischen Fortschritts können Naturkapital zumindest teilweise ersetzen.

In der volkswirtschaftlichen Theorie ist Knappheit kein Problem. Wird ein Gut knapper, steigt dessen Preis, was zu einem effizienten Einsatz und einer optimalen Allokation führt. Eine extreme Form von Knappheit ist die gänzliche Erschöpfung einer Ressource. In welchem Zeitraum und ob eine Ressource erschöpft sein wird, hängt von der Preisentwicklung der einzelnen Ressourcen, von Art und Umfang des Recyclings, vom Vorhandensein alternativer Technologien und Substitutionsressourcen sowie vom globalen Wachstum ab.

Damit eine natürliche Ressource optimal eingesetzt wird, müssen jedoch bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein (Bretschger et al. 2010). Für eine effiziente Steuerung der Nutzung natürlicher Ressourcen durch den Markt müssen einerseits perfekte Märkte existieren (vollkommene Informationen und Konkurrenz) und die Ressourcen müssen auf diesen Märkten gehandelt werden (private Güter), was nicht immer der Fall ist und nicht auf alle Arten von natürlichen Ressourcen zutrifft. Aufgrund dessen kommt es im Zusammenhang mit natürlichen Ressourcen zu vielfältigem Marktversagen, die häufig zu einer Übernutzung und Wohlfahrtsverlusten führen.

## 2.2 Wettbewerbsfähigkeit und natürliche Ressourcen

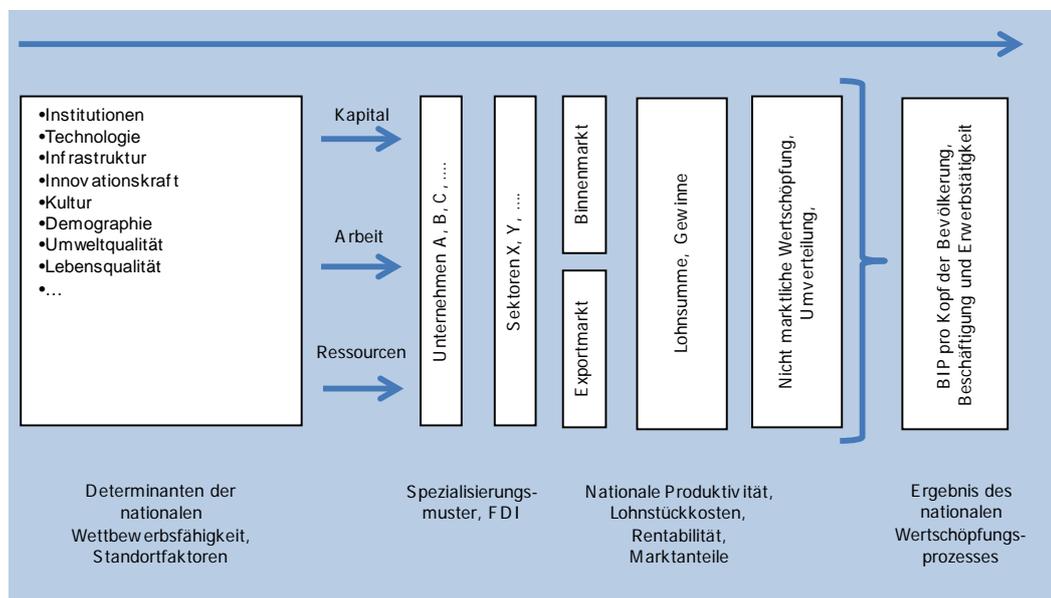
Um die Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz unter der besonderen Berücksichtigung der Bedeutung natürlicher Ressourcen zu beurteilen braucht es einen neuen Denkansatz. Dazu wird zuerst ein Modell der Wettbewerbsfähigkeit erläutert und anschliessend aufgezeigt, welche Rolle die natürlichen Ressourcen darin spielen.

Ein Land gilt dann als wettbewerbsfähig, wenn es ihm gelingt, ein hohes Niveau und Wachstum des Wohlstands, vor allem im Vergleich zu anderen Ländern, zu gewährleisten. Wettbewerbsfähigkeit ist somit kein Selbstzweck, sondern dient vielmehr als Konzept, um eine Vielzahl verschiedener Einflussfaktoren zusammenzufassen, welche den wirtschaftlichen Erfolg umschreiben. Im Zentrum stehen Niveau und Dynamik der nationalen wirtschaftlichen Wertschöpfung im Vergleich zu anderen Ländern (vgl. Abb. 2-1).

Bestimmt wird der tatsächliche Erfolg – sprich: wirtschaftliche Prosperität und Wachstum – letztlich von der Summe der individuellen Unternehmen eines Landes (mikroökonomische Perspektive). Entscheidend ist deshalb zunächst die Frage, wie gut sich ein Unternehmen am Markt durchsetzen kann, nicht zuletzt im Vergleich mit (potenziellen) Konkurrenten. Hohe Wettbewerbsfähigkeit ist gegeben, wenn ein Unternehmen entweder im Vergleich zu anderen Anbietern vergleichbarer Produkte besonders günstig produzieren kann (Wettbewerbsvorteile durch Effizienz und Produktivität) oder wenn das Unternehmen in der Lage ist, am Markt besonders nachgefragte Produkte anzubieten (Wettbewerbsfähigkeit durch Innovation).

Auf einer Mesoebene bestimmt sich die Wettbewerbsfähigkeit durch die national unterschiedlichen Branchenstrukturen (Spezialisierungsmuster). Da sich Branchen untereinander in ihrer Wettbewerbsfähigkeit unterscheiden, führt der spezifische Branchenmix eines Landes zu einer landesspezifischen Wettbewerbsfähigkeit.

Abb. 2-1 Wettbewerbsfähigkeit als Wertschöpfungsprozess eines Landes



Quelle: BAKBASEL, In Anlehnung an Cambridge Econometrics (2002)

Grundsätzlich kann die Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft gesteigert werden, indem mehr und produktiver gearbeitet wird, indem mehr Kapital eingesetzt wird oder indem mittels technischen Fortschritts die Faktoren Arbeit, Kapital und Naturkapital effizienter genutzt werden. Insgesamt bestimmt sich auf makroökonomischer Ebene die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes durch den «effizienten Einsatz aller Produktionsfaktoren» (Weder 2001). Die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes kann deshalb auch durch die Produktivität der jeweiligen Produktionsfaktoren gemessen werden. Die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes wird darüber hinaus von weiteren Faktoren (Determinanten der Wettbewerbsfähigkeit) bestimmt. Die

Determinanten der Wettbewerbsfähigkeit oder Standortfaktoren charakterisieren die spezifische Ausstattung von Standorten im Raum (Kulke 2009). Darunter wird die Gesamtheit der materiellen und immateriellen Einflüsse eines Standortes verstanden. Einerseits können sie in harte Faktoren – in monetären Einheiten quantifizierbare Einflüsse mit unmittelbaren Auswirkungen auf Kosten und Erlöse der Unternehmen (Steuern, Ressourcenverfügbarkeit etc.) – andererseits in weiche Faktoren - qualitative Einflüsse mit indirekten Effekten auf Betriebe und Beschäftigte (Kulturangebot, Bildungsangebot etc.) – unterteilt werden.

Standortfaktoren oder die Determinanten der Wettbewerbsfähigkeit können zusammenfassend als Vor- und Nachteile eines Landes für wirtschaftliche Tätigkeiten aufgefasst werden. Sie bestimmen die Verfügbarkeit und Begrenzung, sowie die Qualität der Produktionsfaktoren Kapital, Arbeit und natürliche Ressourcen. Während Kapital sehr mobil ist und sich auch die Mobilität der Arbeitskräfte erhöht hat, kann davon ausgegangen werden, dass diese beiden Produktionsfaktoren stark vom jeweiligen Investitionsklima und der Attraktivität des Landes abhängig sind, damit sich Unternehmen und auch Arbeitskräfte dort ansiedeln und bleiben. Das Investitionsklima eines Landes ist von einer Reihe von Faktoren abhängig. Wesentliche Faktoren sind in diesem Zusammenhang Infrastruktur und Erreichbarkeit, Verfügbarkeit von Arbeitskräften und produktives Umfeld. Diese Bedingungen sind wiederum von einer Reihe «weicherer» Faktoren abhängig wie z.B. den institutionellen Rahmenbedingungen, dem Internationalisierungsgrad, Technologie/Innovationen sowie der Lebens- und Umweltqualität.

Zusammengefasst ist die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes von einer Vielzahl verschiedener Einflussfaktoren abhängig, die den wirtschaftlichen Erfolg - Niveau und Wachstum der Bruttowertschöpfung - bestimmen. Massgeblich für die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit eines Landes, im Vergleich zu anderen, sind die Qualität der Standortfaktoren und der länderspezifische Branchenmix.

#### **Welche Rolle spielen die natürlichen Ressourcen für die Wettbewerbsfähigkeit?**

Beim Einsatz von Kapital im Produktionsprozess spielt die Verwendung von natürlichen Ressourcen eine zentrale Rolle. Die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit eines Landes kann durch einen vermehrten Einsatz von Produktionsfaktoren und/oder einem effizienteren Einsatz von Produktionsfaktoren erhöht werden. Dementsprechend kann Ressourcenknappheit den Produktionsprozess beeinträchtigen, wobei aber auch die Verbesserung der Ressourcen-Effizienz neue Wachstumspotenziale freisetzen kann.

Zur Sicherung der längerfristigen Wettbewerbsfähigkeit eines Landes ist es daher wichtig, die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit durch einen effizienteren Einsatz zu sichern und nicht durch den Verbrauch der Kapitalstöcke. Dies ist zudem kompatibel mit dem Gedanken der Nachhaltigkeit, weshalb von nachhaltiger Wettbewerbsfähigkeit (siehe WEF 2013B) oder nachhaltiger Industrie (siehe EU: Member States' Competitiveness Performance and Policies 2012) gesprochen werden kann. Anhand des Footprints wird in Kapitel 4 die Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz unter diesem Aspekt erörtert.

Das Spezialisierungsmuster einer Volkswirtschaft bestimmt tendenziell die Intensität der Beanspruchung natürlicher Ressourcen. Eine Volkswirtschaft die stark auf die Schwerindustrie ausgerichtet ist, wird natürliche Ressourcen stärker beanspruchen als eine Volkswirtschaft die sich auf den Dienstleistungssektor spezialisiert hat. Neben dem Spezialisierungsmuster weisen die nationalen Branchen auch unterschiedliche Produktivität und Effizienz im Umgang mit natürlichen Ressourcen auf. Unter Berücksichtigung der natürlichen Ressourcen spielt daher das Spezialisierungsmuster und die Ressourceneffizienz der Branchen eine wesentliche Rolle für die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes. Das Spezialisierungsmuster und die daraus resultierende Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz werden in Kapitel 5.1 beleuchtet.

Für den effizienten Einsatz der Produktionsfaktoren sind aber auch flexible und funktionierende Arbeits-, Kapital- und Ressourcenmärkte notwendig. Ist dies nicht gegeben, kommt es zu Fehlallokationen und damit zu einer Beeinträchtigung der Wettbewerbsfähigkeit. Die Determinanten der Wettbewerbsfähigkeit – die Standortfaktoren und Rahmenbedingungen – sind massgeblich mitverantwortlich damit eine optimale Allokation erfolgen und die Wettbewerbsfähigkeit gesichert werden kann. Da natürliche Ressourcen die Grundlage für das menschliche Leben und Wirtschaften bilden, erbringen sie Serviceleistungen für die Menschen, Wirtschaft und Gesellschaft und stellen deshalb selbst einen wichtigen Standortfaktor (Stand-

ortfaktor Umwelt) dar. Weiter spielen die natürlichen Ressourcen für die Qualität zahlreicher anderer Standortfaktoren eine herausragende Rolle. Beispielsweise sind die Regulierung der Produkt-, Arbeits- und Ressourcenmärkte ebenso wie die staatlichen Massnahmen zu Umweltschutz ein Teilaspekt im Standortfaktor «Staat und Regulierung». Beim Standortfaktor Infrastruktur stellt die Erreichbarkeit einen wesentlichen Bestandteil dar. Der Bereich Zugang und Verfügbarkeit von Produktionsfaktoren beinhaltet den Zugang zu natürlichen Ressourcen, Höhe und Stabilität der Ressourcenpreise als auch die Verfügbarkeit von Humankapital. Die Verfügbarkeit des Humankapitals ist wiederum abhängig von der Lebensqualität. Ein Aspekt der Lebensqualität ist wiederum die Umweltqualität. Die Standortqualität der Schweiz wird in Kapitel 5.2 eruiert.

## 2.3 Die Schweiz und die Benchmarking-Regionen

Die Schweiz lässt sich in drei landschaftliche Grossräume einteilen: den Jura, das dichtbesiedelte Mittelland sowie die Alpen mit den Voralpen. Die ständige Wohnbevölkerung umfasste am Ende des Jahres 2013 insgesamt 8'136'689 Personen. Mit einer Bevölkerungsdichte (Einwohner pro km<sup>2</sup>) von 201 gehört das Land zu den dichter besiedelten Ländern Europas. Mit einem Bruttoinlandsprodukt (kaufkraftbereinigt) von US\$ 47'863 pro Kopf liegt die Schweiz weltweit auf dem achten Platz<sup>1</sup>.

Der Hauptaspekt beim Benchmarking ist die Auswahl der Vergleichsgruppe. Der Bericht enthält Regionen mit ähnlichen sozio-ökonomischen Werten (Bevölkerungsdichte, Bruttoinlandsprodukt pro Kopf), Regionen mit einer Vielfalt in Bezug auf das Wirtschaftssystem (sehr liberal, stärker reguliert, stark reguliert mit ausgeprägtem Wohlfahrtssinn) und mit einer Bandbreite bezüglich der geographischen Gegebenheiten (Grösse, Ressourcenverfügbarkeit). Zusätzlich zu den in der Tabelle aufgeführten Ländern werden Norwegen und Chile aufgrund ihres Biokapazitätsüberschusses in der biophysikalische Analyse berücksichtigt.

**Tab. 2-1 Benchmarking-Regionen der Schweiz**

<b>Region</b>	<b>Auswahlkriterium: Ähnliche Merkmale</b>
Belgien	Grösse, Wirtschaftssystem
Dänemark	Grösse, Wirtschaftssystem, Bevölkerungsdichte, BIP/Kopf
Deutschland	Wirtschaftssystem, Bevölkerungsdichte
Grossbritannien	Wirtschaftssystem
Irland	Grösse, Bevölkerungsdichte, BIP/Kopf
Italien	Bevölkerungsdichte
Niederlande	Grösse, Wirtschaftssystem, Bevölkerungsdichte, BIP/Kopf
Österreich	Grösse, Wirtschaftssystem, Bevölkerungsdichte, BIP/Kopf
Schweden	BIP/Kopf
Tschechien	Grösse, Bevölkerungsdichte
Vereinigte Staaten	BIP/Kopf, Wirtschaftssystem

Quelle: BAKBASEL

<sup>1</sup> World Economic Outlook Database, April 2014 des Internationalen Währungsfonds, Merkmal PPPPC

## 3 Künftige Ressourcenverfügbarkeit und Engpassfaktoren

### 3.1 Wirtschaftswachstum und Rückgang der Ressourcenverfügbarkeit seit 1950

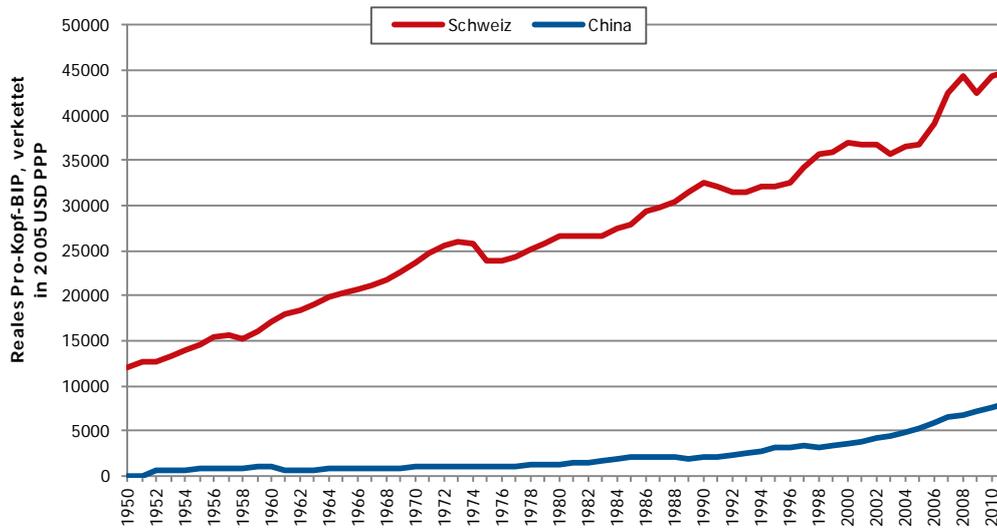
Die Industriestaaten erlebten nach dem 2. Weltkrieg dank dem reichlich vorhandenen Naturkapital einen kräftigen Wirtschaftsaufschwung. Kann auch in Zukunft mit reichlichen Ressourcen gerechnet werden oder wird das künftige Wirtschaften durch eine Verknappung des Naturkapitals beeinträchtigt werden?

Der Zugang zu bioproduktiven Ressourcen – Nahrung, Faserstoffe und Holz – war in der Menschheitsgeschichte oft ein limitierender Faktor. Extreme Fälle von langdauerndem Ressourcenmangel verursachten den Untergang ganzer Zivilisationen, darunter alte eurasische Reiche sowie die Zivilisationen der Maya und der Osterinsel (Turchin und Nefedov 2009, Diamond 2008, Chambers, Simmons und Wackernagel 2000). Dahingegen kam es ab Mitte des 18. Jahrhunderts mit der kohlengetriebenen ersten industriellen Revolution und ab Mitte des 19. Jahrhunderts mit der ölgetriebenen zweiten industriellen Revolution beinahe zu einer Aufhebung dieser Ressourcengrenzen. Seither hat die Menschheit die Beschränkungen der lokalen Ökosysteme stets überwunden und sich von den historischen Parametern der Bevölkerungsentwicklung befreit, die im Zeichen von Jäger und Beute beziehungsweise Aufstieg und Niedergang standen (Motesharrei et al. 2014). Im Zuge der nach dem 2. Weltkrieg geschaffenen Weltordnung weitete sich der globale Handel weiter aus; dieser Trend sollte sich nach dem Ende des kalten Krieges verstärken und den Zugang zu fernegelegenen Ressourcen enorm erleichtern. In der Folge stellten die Ressourcen für die meisten Volkswirtschaften in dieser Zeit keinen limitierenden Faktor mehr dar.

Die auf dem Ricardo-Modell beruhende traditionelle Wirtschaftslehre postuliert, dass ein Land seinen Mangel an natürlichen Ressourcen durch den Handel mit anderen, ressourcenreicheren Ländern wettmachen kann, was für alle Beteiligten von Vorteil ist. Kommt es zu Ressourcenengpässen, steigen die Rohstoffpreise, sodass der Abbau bisher nicht sinnvoll nutzbarer Reserven rentabel wird, nicht zuletzt auch dank neuer Technologien. Gleichzeitig findet ein Prozess der industriellen Substitution durch innovative Lösungen statt. Gemäss der hergebrachten Lehre sorgen die oben erwähnten Mechanismen für einen stetig steigenden Ressourcenfluss an den internationalen Märkten und halten den globalen Wirtschaftsmotor auf Trab (Ridley und Ganser 2010). Schumpeter zufolge erklärt diese "schöpferische Zerstörung" den Konjunkturzyklus (Schumpeter, 1942).

Das Versprechen der neoklassischen Theorie wurde in der weniger bevölkerungsreichen, weniger wohlhabenden zweigeteilten Welt des kalten Krieges problemlos eingelöst. Mit dem Fall der Berliner Mauer setzte eine neue Epoche der Globalisierung ein. Von verschiedener Seite wird allerdings darauf hingewiesen, dass die Unterbewertung der ökologischen Kosten der Ressourcen und die Beschleunigung des Ressourcenverbrauchs durch Subventionierung fossiler Energieträger ihre Folgen erst später zeigen werden.

**Abb. 3-1 Wirtschaftsboom nach dem 2. Weltkrieg, verdeutlicht am Pro-Kopf-Einkommen in der Schweiz und in China**



Quelle: Feenstra et al. (2013)

2010 betrug das Pro-Kopf-Einkommen in der Schweiz das Vierfache seines Werts von 1950, in China gar das 30-fache. In beiden Volkswirtschaften trieben Einkommenssteigerungen den Materialdurchsatz an.

Die Schweiz profitierte bis zur ersten Erdölkrise von diesem günstigen internationalen Umfeld und verzeichnete einen bis dahin nicht gekannten Wirtschaftsaufschwung. Die Ressourcenunsicherheit machte seither immer wieder von sich reden – wie etwa 2008, als der Anstieg der Biokraftstoffproduktion in den USA und der EU die Preise der Landwirtschaftsprodukte in die Höhe trieb (Mitchell 2008). Dennoch wird die Problematik der Ressourcenverfügbarkeit bei Diskussionen über die nationale Wettbewerbsfähigkeit nur am Rande angeschnitten. Dies obwohl das World Economic Forum jüngst anerkannt hat, dass ökologische Beschränkungen und Ressourcenzugang ein wachsendes globales Risiko darstellen (WEF 2014). Manchmal wird der Mangel an natürlichen Ressourcen wie im Falle der Schweiz letzten Endes als ein Segen beurteilt, da mehr in Humankapital investiert wird, um den Mangel auszugleichen (Straumann 2014).

Vor dem Hintergrund des weltweit steigenden Flächendrucks gewinnt die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung der Ressourcen zunehmend an Beachtung. Es wird argumentiert, dass Voraussicht im Ressourcenmanagement immer mehr zu einem kritischen Faktor für die nationale Wettbewerbsfähigkeit wird. Die herkömmliche Definition der Wettbewerbsfähigkeit berücksichtigt bereits heute die totale Faktorproduktivität einer Nation, einschliesslich der natürlichen Ressourcen.

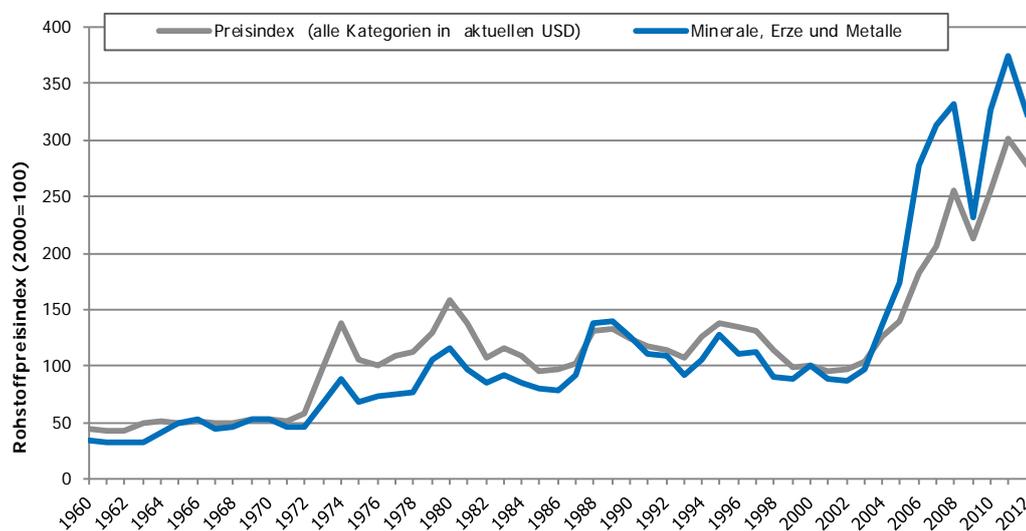
## 3.2 Die nächste Ära dürfte durch die ökologischen Begrenzungsfaktoren definiert werden

Heute übersteigt die menschliche Nachfrage nach Naturkapital die von den Ökosystemen erneuerbare Menge – und der Expansionstrend verlangsamt sich nicht. Immer mehr Länder sind vom Ressourcenimport abhängig. Wird dieser neue Umstand eine neue ökonomische Ära einleiten oder ist der Ressourcenabbau letztendlich wirtschaftlich unbedeutend?

Eine Einbeziehung der physischen Limiten der Natur in die wirtschaftlichen Überlegungen würde erst in einer durch eine Verschärfung der ökologischen Limiten charakterisierten Welt unumgänglich – allerdings nur, falls die Volkswirtschaften unfähig sind, diese Limiten zu überwinden oder zu umgehen. Definieren die ökologischen Begrenzungsfaktoren tatsächlich eine neue Welt? Dafür gibt es verschiedene Anhaltspunkte.

Abb. 3-2 zeigt, dass die Preise nach dem WTO-Beitritt Chinas im Jahr 2001 beziehungsweise mit der dynamischen Beteiligung Chinas am internationalen Handel unaufhaltsam gestiegen sind. Im 21. Jahrhundert werden galoppierende Rohstoffpreise von den Wirtschaftssubjekten, wenn auch nicht von den akademischen Kreisen im Allgemeinen, als Signal für eine zunehmende Ressourcenverknappung und drohende Engpässe interpretiert. Doch bereits die 1970er Jahre standen im Zeichen wachsender Besorgnis über die künftige Ressourcenverfügbarkeit. 1980 schloss Julian Simon, ein Ressourcenökonom und prominenter Vertreter der kornukopischen Schule, mit dem berühmten Populationsökologen Paul Ehrlich, der oft mit dem Neomalthusianismus in Verbindung gebracht wird, eine Wette über die Preisentwicklung eines bestimmten Rohstoffkorbs in einem Zeitrahmen von 10 Jahren (bis 1990) ab. Ehrlich verlor die Wette, weil der Preis der fünf ausgewählten Metalle (Kupfer, Chrom, Nickel, Zinn und Wolfram) in den 80-er Jahren, wie von Simon vorausgesagt, fiel. Trotz dieses Siegs würde heutzutage wohl nicht einmal ein gestandener Kornukopist eine derartige Wette eingehen – besonders dann nicht, wenn der Korb fossile Brennstoffe, Wasser und Landwirtschaftsflächen umfassen würde.

Abb. 3-2 Rohstoffpreisindex



Quelle: UNCTAD (2014)

Die weltweiten Konsumtrends haben sich absolut gesehen nicht vom Ressourcendurchsatz entkoppelt, obschon die wohlhabenderen Volkswirtschaften dank entsprechenden Investitionen ansehnliche Fortschritte in der Ressourceneffizienz erzielt haben und aufgrund ihres höheren Einkommens weniger ressourcenintensive Ausgaben machen. Doch Ausmass und Tempo dieser Verbesserungen sind noch ungenügend, so dass der Gesamtressourcenverbrauch weiter steigt (Lawn und Clarke 2010).

Generell stellt sich weiterhin die Frage, ob der Ressourcenschwund zum heutigen Zeitpunkt überhaupt wirtschaftlich relevant ist. War er dies überhaupt je in der zeitgenössischen Geschichte? Das kann man sich im Nachhinein fragen, hat sich doch das weltweite BIP nach den zwei globalen Ölkrisen ungeachtet der sich mehrenden Anzeichen für einen Umwelt-Raubbau und des diesbezüglich zunehmende Bewusstseins wieder erholt. Ausserdem hat sich der Welthandel seit dem Ende des kalten Krieges volumenmässig 3,5-mal ausgeweitet (WTO 2013), obschon sich die Zeichen der ökologischen Verknappung und des Ressourcenschwunds mehren.

Es könnte argumentiert werden, dass Phasen der globalen Wirtschaftsverlangsamung wie etwa die 2008 eingetretene Rezession, aufgrund derer das globale Wachstum auch jetzt noch schwächer ist als von vielen erwartet, einen integrierten Mechanismus darstellen, der den anthropogenen Druck auf die knapper werdenden Ressourcen vorübergehend verringert. Dadurch könne Zeit für den technologischen Fortschritt gewonnen werden, sodass immer bedeutendere Effizienzsteigerungen hinsichtlich des Ressourcendurchsatzes und schliesslich gar eine Entkoppelung von Wachstum und Ressourceninput erzielt werden könnten. Wäre es möglich sich auf derartige selbstregulierende Einbrüche am Ende eines jeden Konjunkturzyklus zu verlassen, könnte man behaupten, die Lösung sei in die Marktwirtschaft eingebaut. Aber stellen derartige Rückgänge in der Ressourcennachfrage die von uns gewünschte Korrektur dar? Stellen sie überhaupt eine zweckmässige Antwort für das Ressourcenproblem dar? Können oder sollten wir in Ermangelung eines Besseren in den kommenden Jahrzehnten auf diese "selbstregulierenden" Mechanismen abstellen?

Die vorherrschende Wirtschaftslehre gibt Marktineffizienzen im Bereich der öffentlichen Güter zu, aber kümmert sich nicht darum, ob die Weltwirtschaft die ökologischen Belastungsgrenzen des Planeten einhält (Rockström et al. 2009). Diese Gleichgültigkeit der Ressourcendimension gegenüber wird solange dauern, bis die ökonomische Analyse anerkennt, dass die Weltwirtschaft in ein endliches Umfeld mit begrenzten Vorkommen an fossilen Energieträgern und erneuerbaren Ressourcen eingebettet ist. Der forcierte Ressourcenabbau kann nicht ewig weitergehen. Es gibt eine Fülle von Hinweisen, dass die vorherrschende Wirtschaftslehre die biophysikalische Sicht noch nicht ausreichend berücksichtigt. So ist etwa William Nordhaus, einer der bekanntesten amerikanischen Ökonomen und Professor der Wirtschaftswissenschaften, nicht im Geringsten ein Leugner des Klimawandels oder ein Kornukopist wie Julian Simon. Dennoch ist er der Auffassung, dass das Wirtschaftswachstum bis 2100 nur geringfügig von der Ressourcenseite her beschränkt werden dürfte (Nordhaus 2013). Er erwartet vielmehr, dass die Vorteile des Wirtschaftswachstums die aufgrund des Klimawandels zu erwartenden Einbussen in den nächsten 90 Jahren bei weitem übertreffen und kompensieren werden. Welche neuen Erkenntnisse und Risikomodelle braucht es, um die Produktionsfaktoren einer Volkswirtschaft umfassend zu berücksichtigen und Lösungswege aus dieser Sackgasse aufzuzeigen?

National Footprint Accounts, eine Datenbank und Buchhaltung mit Makrodaten zum letzten halben Jahrhundert, versucht diese Lücke in den heutigen volkswirtschaftlichen Bewertungen zu füllen. Diese in physischen Einheiten (gha: globale Hektar) geführte Buchhaltung misst die biologisch produktive Fläche der Erde, Staaten sowie Regionen in einem Jahr und vergleicht sie mit der von den Menschen im selben Jahr nachgefragten biologisch produktiven Fläche. Diese Nachfrage umfasst die von der Menschheit verbrauchten Nahrungsmittel, Faserstoffe und Biomasse sowie die Fähigkeit zur Aufnahme von Abfall, insbesondere der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Verbrauch von fossilen Brennstoffen. Man könnte sagen, dass dieses Buchungstool eine Art «Gewinn- und Verlustrechnung» der ökologischen Dienstleistungen der Erde darstellen.

## Kasten 1: Was versteht man unter Biokapazität?



### GRAZING LAND

*The area of grassland used, in addition to crop feeds, to raise livestock for meat, dairy, hide and wool products.*

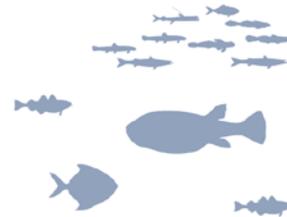


### CROPLAND

*The area required to produce food and fiber for human consumption, feed for livestock, oil crops and rubber.*

### FISHING GROUNDS\*

*The area of marine and inland waters used to harvest fish and other seafood.*



### FOREST LAND

#### FOR PRODUCTS

*The area of forest required to support the harvest of fuel wood, pulp and timber products.*



#### FOR SEQUESTRATION

*The forest area required to sequester human-produced CO<sub>2</sub> emissions, primarily from fossil fuels burning, that are not absorbed by oceans.*



### BUILT-UP LAND

*The biologically productive areas covered by human infrastructure, including transportation, housing and industrial structure.*

Biokapazität ist ein Mass für die verfügbaren bioproduktiven Land- und Wasserflächen, um die von der Menschheit beanspruchten Ökosystemleistungen zu erbringen. Wir könnten dies als die Angebotsseite unseres ökologischen Budgets betrachten: Es handelt sich um die Regenerationsfähigkeit der Natur (Borucke et al. 2013). Die Biokapazität verändert sich im Laufe der Zeit unter dem Einfluss von Bewirtschaftungspraktiken, landwirtschaftlichen Betriebsmitteln, Wasserversorgung sowie Klima- und Bodenbedingungen. Die Biokapazität kann auch durch Übernutzung beeinträchtigt werden. Die pro Person zur Verfügung stehende Biokapazität nimmt immer mehr ab, da die Weltbevölkerung rascher als die Produktivität des globalen Ökosystems wächst. Während Jahrhunderten hat die Menschheit gehandelt, als ob die Biokapazität einen prinzipiell unendlichen Ressourcenfluss garantieren könnte. Heute übersteigt die Biokapazitätsnachfrage der Menschheit das globale Angebot um über 50%.

Fünf Biokapazitätskomponenten decken sechs Bedarfskategorien der Menschen beziehungsweise Komponenten des Ecological Footprints (oder ökologischen Fussabdruck):

#### FISCHGRÜNDE

Die Meeres- und Binnengewässer, die dem Fang von Meeresfrüchten und Fischen dienen.

#### WEIDEFLÄCHEN

Grasland, das zusätzlich zu Futterpflanzen der Aufzucht von Vieh dient, das für die Produktion von Fleisch-, Milch-, Leder- und Wollprodukten gebraucht wird.

#### ACKERFLÄCHEN

Landflächen, die zur Produktion von Nahrungsmitteln und Textilfasern für den menschlichen Verbrauch, Viehfutter, Ölpflanzen und Kautschuk dienen.

WALDFLÄCHEN entsprechen einer zweifachen Nachfrage:

#### FOOTPRINT DER FORSTERZEUGNISSE

Die zur Erzeugung von Energieholz, Holzstoff und Holzprodukten beanspruchten Waldflächen.

#### CO<sub>2</sub>-FOOTPRINT

Die Waldflächen, die beansprucht werden, um das von den Menschen (vor allem über die Verbrennung fossiler Energieträger) produzierte CO<sub>2</sub> zu binden, das nicht von den Ozeanen absorbiert werden kann.

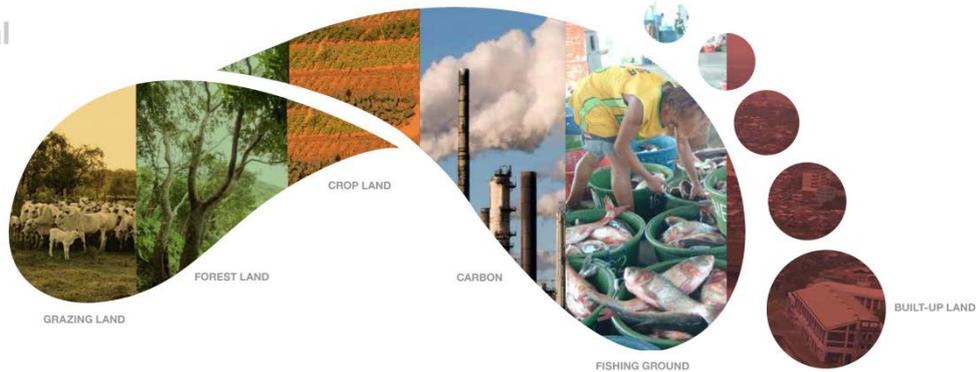
#### BEBAUTE FLÄCHEN

Die biologisch produktiven Flächen, die von der menschlichen Infrastruktur (Verkehrs-, Wohn- und Industrieflächen usw.) bedeckt sind.

In einer Welt, wo der ökologische Overshoot ständig zunimmt, also die Nachfrage der Menschheit nach Produkten und Dienstleistungen der Natur die Regenerationsfähigkeit der Erde übersteigt, wird diese Abhängigkeit von extraterritorialer Biokapazität zu einem signifikanten Risiko. Globaler Overshoot bedeutet auch, dass die Wirtschaftstätigkeit der Menschheit auf Kosten des Naturkapitals der Erde erfolgt. Diese Strategie stösst unweigerlich an Grenzen. Städte und Länder, die in einer energie- und ressourcenintensiven Infrastruktur und Wirtschaft gefangen sind, werden anfällig werden. Schaffen sie es nicht, ihre Ressourcenabhängigkeit signifikant zu verringern, werden sie sich nicht rechtzeitig an die neuen Herausforderungen anpassen können.

## Kasten 2: Was versteht man unter dem Ecological Footprint?

### The Ecological Footprint



Die Biokapazität misst das Naturkapital, das Dienstleistungen erbringt. Der Ecological Footprint (oder auch ökologische Fussabdruck) misst hingegen die Nachfrage der Menschheit nach diesem Kapital. Der Footprint ist ein Buchhaltungsinstrument, das diese Nachfrage zusammenrechnet. Er misst die biologisch produktive Land- und Meeresfläche, die benötigt wird, um die von einer Bevölkerung (oder einer Wirtschaftsaktivität) verbrauchten erneuerbaren Ressourcen zu produzieren beziehungsweise um den von ihr erzeugten Abfall aufzunehmen – all das mit den aktuellen Technologie- und Bewirtschaftungsmethoden. Aufgrund des Mangels an einheitlichen globalen Daten bezüglich Abfallgenerierung und Abfallabsorption fließen nur die nationalen Erhebungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen in die Abfallbuchhaltung ein.

Der Footprint einer Bevölkerung kann der Biokapazität gegenübergestellt werden, die dieser Bevölkerung zur Verfügung steht – genauso wie bei einer Finanzrechnung die Ausgaben den Einnahmen gegenübergestellt werden. Analog zur Finanzrechnung kann es in der ökologischen Abrechnung zu einem Ausgabenüberschuss kommen. Übersteigt die Nachfrage einer Bevölkerung nach Naturkapital das Ressourcenangebot eines Landes, so weist dieses ein Biokapazitätsdefizit auf. Ist die Ressourcennachfrage hingegen geringer als die verfügbare Biokapazität, so verfügt das Land über eine Biokapazitätsreserve.

Weist ein Land ein Biokapazitätsdefizit auf, netto-importiert es entweder ausländische Biokapazität, übt Raubbau am eigenen Naturkapital oder bedient sich in der globalen Allmende (Atmosphäre, internationale Gewässer). Es gilt zu beachten, dass ein globales Biokapazitätsdefizit im Gegensatz zu einem nationalen Biokapazitätsdefizit nicht durch Handel oder Nutzung der globalen Allmende ausgeglichen werden kann. Ein globales Biokapazitätsdefizit ist daher definitionsgemäss ein «Overshoot».

Der Footprint beinhaltet sechs Komponenten, die im obigen Kasten erläutert werden:

- Ackerflächen
- Weideflächen
- Footprint der Forsterzeugnisse
- CO<sub>2</sub>-Footprint
- Fish Footprint
- Bebautes Land

Die oben angedeutete Idee, dass wiederholte Rezessionen zusammen mit dem technologischen Fortschritt einen integrierten Mechanismus zur Anpassung der Weltwirtschaft an die ökologischen Grenzen darstellen, hält einer Prüfung durch den Footprint nicht stand. Der Footprint der meisten Länder hat nämlich in den vergangenen Jahrzehnten nicht merklich abgenommen. In den wenigen Fällen, wo ein Rückgang beobachtet wurde, geschah dies als Folge von Wirtschaftskatastrophen und nicht als Folge von proaktiver Voraussicht und Anpassung. Die «Energiewende» Deutschlands und der Schweiz stellt hier eine der wenigen Ausnahmen dar. Ein rezessionsbedingter Rückgang des Footprints macht nach der Erholung regelmässig einem erneuten Anstieg Platz. Wie Jevons Paradoxon (Jevons, 1865/1906) zeigt, führen Effizienzsteigerungen ebenfalls nicht zu einer dauerhaften Reduktion der Ressourcennachfrage. Es stellt also eine komplexe Herausforderung dar, die weltweite Rohstoffgewinnung in einem Rahmen zu halten, der mit einer Erhaltung des globalen Naturkapitals vereinbar ist, sodass ein nachhaltiges Wirtschaften sichergestellt werden kann (Rockström et al. 2009).

Die Entdeckung und der zunehmende Verbrauch von fossilen Energieträgern hat die Begrenzung des Materialdurchsatzes durch die Ökosysteme vorübergehend aufgehoben (Day et al. 2013, Catton 1982). Die zunehmenden Klimasorgen und die verstärkten Anstrengungen zur Gewinnung von fossilen Brennstoffen weisen auf die Möglichkeit hin, dass die Menschheit erneut eine Periode kennen könnte, in der die Grenzen des Ökosystems zur allumfassenden Begrenzung werden. Global Footprint Network geht davon aus, dass die künftige Verfügbarkeit der natürlichen Ressourcen, das heisst von Rohstoffen und Ökosystemleistungen, als begrenzender Faktor viel mehr an Bedeutung gewinnen wird als von der vorherrschenden Wirtschaftslehre der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts angenommen. Dies hat zwei Gründe a) Die Grenzen der Biokapazität werden durch die Verfügbarkeit billiger Energie (fossile Brennstoffe) kaschiert und b) Die Auswirkungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe und der Übernutzung des Ökosystems könnten die künftige Biokapazität beeinträchtigen.

### **3.3 Welche Ressourcen könnten Engpassfaktoren für die Schweiz werden?**

Es ist zu erwarten, dass durch den wirtschaftlichen Aufstieg der Schwellenländer deren Ressourcennachfrage in der Zukunft weiter steigen wird. Die OECD nimmt beispielsweise an, dass China bis 2020 der weltweit grösste Rohölimporteur und Indien diese Rangliste bei der Kohle anführen wird (vgl. z.B. IEA International Energy Outlook 2013). Unter anderem bei den Energieressourcen ist daher davon auszugehen, dass die Preise weiter steigen werden. Energiepreise sind vor allem für einige Branchen wie Metallbranche, Zement, Papier, Glas und Mineralölindustrie von zentraler Bedeutung.

Mildner (2011) zeigt auf welche Faktoren zu Ressourcenknappheit führen können. Die Faktoren lassen sich einerseits in endogene (physische Merkmale der Ressource) und exogene (wirtschaftlich, soziale, politische) aber auch nachfrage- und angebotsseitige Faktoren gliedern.

Als angebotsseitiger Faktor, der zu Ressourcenverknappung führen kann, wird in der Literatur oft die Konzentration der Förderung auf einzelne Länder oder Unternehmen, sowie das politische und wirtschaftliche Risiko der Förderländer hinzugezogen (vgl. etwa Hennicke et. al. 2009; DERA 2009). Die Risiken, die mit den Förderländern in Verbindung stehen, können auch um die Senkenproblematik als limitierenden Faktor ergänzt werden (etwa wenn Regeln und Gesetze zum Umweltschutz den Ressourcenabbau einschränken). Das MaRes Projekt der EU berücksichtigt dazu die Umweltrelevanz (Materialaufwand, Rohstoffaufwand und Energieaufwand beim Ressourcenabbau) sowie die dissipative Verwendung (Heterogenität in den Anwendungsbereichen und Produkten, die das Recycling erschwert) und beurteilt einige sonst als unkritisch geltende Rohstoffe neu als problematisch (Hennicke et al 2009).

Ob ein Rohstoff als kritisch einzustufen ist, bestimmt neben der Angebotsproblematik auch die Nachfrageseite. Das Gewicht, das einer Ressource für die Wirtschaft zukommt, kann grob über die kumulierten Anteile der Bruttowertschöpfung angenähert werden, welche die Branchen generieren in der die Ressource eingesetzt wird (vgl. EU 2010).

Zu den am häufigsten als kritisch bis sehr kritisch eingestuften Rohstoffen gehören die Platingruppe (Platin, Ruthenium, Rhodium, Palladium), die Seltenen Erden, Niob, Antimon, Wolfram sowie Magnesium (vgl. Kapitel 5.1.3).

Mit den Methoden kann jedoch praktisch nur die Verfügbarkeit von nichterneuerbaren natürlichen Ressourcen beurteilt werden. Boden, Luft und Wasser aber auch elektrischer Strom etwa bleiben unberücksichtigt. Bei letzterem ist das Verfügbarkeitsproblem gänzlich anders gelagert. Strom aus nicht erneuerbaren Ressourcen könnte theoretisch gänzlich mit Strom aus erneuerbaren Quellen substituiert werden. Das Verfügbarkeitsproblem hängt hier vielmehr vom Wetter ab und ist mit Engpässen im Verteilnetz verbunden.

Eine andere oft verwendete Möglichkeit Verfügbarkeitsrisiken von natürlichen Ressourcen zu bewerten ist die Umfrage bei den Unternehmen. Gemäss einer Studie der Credit Suisse (CS 2012) erachten 42 Prozent

der fast 2'000 befragten Kleinen und Mittleren Unternehmen (KMU) natürliche Ressourcen (Energie und Rohstoffe) als einen bedeutenden oder gar sehr bedeutenden Einflussfaktor auf ihre wirtschaftliche Tätigkeit. Die Unternehmen des zweiten Sektors sehen sich dabei stärker betroffen als diejenigen des Dienstleistungssektors. Interessanterweise schätzen laut einer etwas älteren Umfrage (CS 2011) zwei Branchen aus dem tertiären Sektor- der Tourismus und die Unterhaltung – Ressourcenverknappung am negativsten ein. Diese beiden Branchen hängen stark von der Mobilität ab, die wiederum unmittelbar von der Verfügbarkeit von Energie beeinflusst wird. Umfragen im benachbarten Ausland (vgl. etwa Commerzbank 2011) und bei Industrieunternehmen (vgl. etwa SWISSMEM 2008 oder Volkswirtschaft 2012) kommen zu ähnlichen Ergebnissen.

Aber auch bei diesen Umfragen bleiben die meist nicht-marktgängigen natürlichen Ressourcen Boden, Wasser und Luft oft unberücksichtigt. Beim Wasser wird die Verfügbarkeit für die Schweiz als unproblematisch eingestuft. Für die Zukunft ist eher mit zu viel Wasser (in Form von Überschwemmungen) als mit zu wenig zu rechnen (Bundesrat 2009).

Der Boden wird dagegen in der öffentlichen Wahrnehmung als problematisch eingestuft. Für einzelne Branchen, etwa die Landwirtschaft, die mit abnehmender Agrarfläche konfrontiert ist, oder den Tourismus, der sich (durch die Zersiedelung) seiner Grundlage – der «schönen Landschaft» – entzogen sieht, sind solche Verknappungen problembehaftet. Die Analyse anhand des Footprints zeigt, dass Boden weltweit und in der Schweiz ein limitierender Faktor ist. Eine differenzierte und international vergleichende Analyse ist aber aufgrund der Datenlage nicht möglich.

Quantitative Angaben zur Biodiversität gibt es kaum. Jedoch hat sich der Verlust von Arten, Lebensräumen und genetischer Vielfalt in der Schweiz nicht stoppen lassen und somit kommen einst häufige Tier- und Pflanzenarten hierzulande nur noch in Restbeständen vor (umwelt 2013). Dieser Verlust an Habitats-, und Artendiversität und dadurch genetischer Diversität hat weitreichende Folgen. Hier gewinnt zunehmend das Konzept der Resilienz an Bedeutung. Durch den Verlust wird die generelle Widerstands- und Regenerationsfähigkeit geschwächt. Aber auch die Robustheit, die Fähigkeit Belastungen standzuhalten, wird durch den Verlust an Biodiversität verringert.

Verfügbarkeitsrisiken bei der Luft und dem Klima sind in erster Linie als knapper werdende Senken auszumachen. Da jedoch die Auswirkungen von Überbelastung der Luft und des Klimas kaum eruiert werden können, erfolgt die Bewertung der Verfügbarkeit von sauberer Luft indirekt über die verfügbaren Senken, also politisch gesetzten Grenzwerten (Gesetze und Beschränkungen).

Der Global Risk Report 2013 (WEF 2013A) bewertet Wasserknappheit, das Versagen sich an den Klimawandel anzupassen sowie die steigenden Treibhausgasemissionen zu den grössten globalen Risiken. Damit stehen drei ressourcenbezogene Themen an der Spitze der Rangliste. Nur ein schwerwiegender Ausfall des Finanzsystems, chronische Ungleichgewichte in den Staatshaushalten und die Verbreitung von Massenvernichtungswaffen werden als ähnlich gravierend bewertet.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass es bei den verschiedensten natürlichen Ressourcen zu Engpässen in der Zukunft kommen könnte. Die folgende Analyse konzentriert sich in erster Linie auf folgende «Ressourcen»: Biokapazität, Energie, Senken (CO<sub>2</sub>) sowie Rohstoffe/kritische Materialien.

## 4 Die Bedeutung natürlicher Ressourcen für die Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz aus biophysikalischer Sicht

### 4.1 Die natürlichen Ressourcen aus biophysikalischer Sicht

Im Endeffekt stellt die Biokapazität den Ressourcenengpass für die Weltwirtschaft dar. In welchem Verhältnis steht sie zu den fossilen Brennstoffen und den übrigen Ressourcen? Worin besteht die Nachfrage nach Biokapazität?

Der Footprint beruht auf der Prämisse, dass das menschliche und nicht-menschliche Leben auf der Erde voll von der regenerativen Fähigkeit der Biosphäre abhängt und durch diese begrenzt wird. Diese Kapazität wiederum wird durch die Erdoberfläche beschränkt. Diese «Beschränkung» bedeutet nicht, dass die Regenerationsfähigkeit nicht durch Technologie, Landwirtschaftsmittel oder Bewirtschaftungsmethoden verstärkt (oder beeinträchtigt) werden kann. Es besteht zweifellos Raum für eine Kapazitätsausweitung – zumindest vorübergehend. Dennoch wird zunehmend anerkannt, dass die Nichteinhaltung des Haushaltsbudgets der Natur beziehungsweise des ökologischen Kapitals, das die Natur in einem Jahr bereitstellen kann, letztendlich zum ökologischen Konkurs und gesellschaftlichen Zusammenbruch führen werden (Wackernagel et al. 2002).

Diese Begrenzung betrifft weitaus mehr Ressourcen als die jährlich erneuerte, für die Menschen nützliche Biomasse, wozu auch die Bindung von anthropogenem CO<sub>2</sub> als ökologische Dienstleistung gehört. Sie bedingt indirekt auch den Zugang zu den abbaubaren Ressourcen der Lithosphäre, also des ca. 100 km dicken äusseren Teils der Erde, bestehend aus Erdkruste und -mantel. Dies daher, weil die Nutzung der fossilen Energieträger letztendlich weniger von ihrer Verfügbarkeit im Untergrund begrenzt wird, als vielmehr davon, ob die Biokapazität des Planeten ausreicht, um das aus der Verbrennung fossiler Energieträger entstehende CO<sub>2</sub> zu binden.

So ist es möglich, dass die Menschheit nicht nur erkennt, dass die Biokapazität für die CO<sub>2</sub>-Bindung begrenzt ist, sondern auch proaktiv handeln wird – etwa durch die Einführung von Emissionslimiten und mithin einer Beschränkung der Nutzung von fossilen Energieträgern, wie vom OECD-Generalsekretär gefordert.<sup>2</sup> Es ist aber auch möglich, dass nichts Nennenswertes unternommen wird, bis die physischen Anstrengungen zur Gewinnung fossiler Brennstoffe den daraus gezogenen Nutzen übertreffen. Sollte die Menschheit den zweiten Weg einschlagen und alle bereits entdeckten und förderbaren fossilen Brennstoffe verbrennen, könnte die Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre (gemessen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten) über 1'700 ppm ansteigen (UK Institution of Mechanical Engineers,<sup>3</sup> 2009) was unvorstellbare selbstverstärkende Rückkopplungsschleifen in Gang setzen würde. Dieser Weg ist kurzfristig zwar weniger steinig, wird langfristig aber viel schmerzlichere Begrenzungen mit sich bringen: eine möglicherweise deutlich beeinträchtigte Biokapazität, keine fossilen Brennstoffe mehr, aber eine noch grössere menschliche Nachfrage. Sollen hingegen die CO<sub>2</sub>-Emissionen limitiert werden, um den Schwellenwert von 450 ppm CO<sub>2</sub><sup>4</sup> nicht zu übersteigen, muss die Menschheit Wege finden, um sich selbst dazu zu zwingen, 80 Prozent der bereits entdeckten Vorkommen an fossilen Brennstoffen nicht zu verbrennen (Leaton 2012). Wird die bisherige Biokapazität in diesem Fall ausreichen, um die derzeit aus fossilen Brennstoffen gewonnene

<sup>2</sup> <http://www.oecd.org/about/secretary-general/the-climate-challenge-achieving-zero-emissions.htm>

<sup>3</sup> In ihrem 2009 Climate Change Adaptation Report stellen diese fest: «Der Bericht geht davon aus, dass wir unsere CO<sub>2</sub>-Emissionen in naher Zukunft kaum besser in den Griff bekommen werden als in den letzten zehn Jahren. Trotz allfälliger energischer Reduktionsbemühungen werden wir die Reserven an fossilen Brennstoffen nutzen, bis sie völlig aufgebraucht sind. Bis dann dürfte allerdings der CO<sub>2</sub>-Anteil in der Atmosphäre von heute durchschnittlich 383 ppmv auf rund 1'700 ppmv gestiegen sein.»

<sup>4</sup> Viele Wissenschaftler betrachten selbst diesen Wert noch als zu hoch, um die Stabilität der Ökosysteme sicherzustellen (Hansen et al. 2008, Lovejoy 2008).

Energie zu ersetzen? Werden wir über die Willenskraft, die wirtschaftlichen Möglichkeiten oder die Durchsetzungskraft verfügen, um die Menschheit vom Verbrauch der fossilen Brennstoffe abzuhalten?

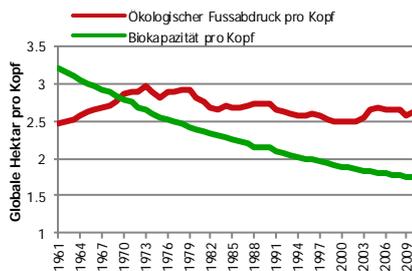
Welchen Weg auch immer wir einschlagen, die Biokapazität stellt ganz offensichtlich sowohl unsere eigentliche Einkommensquelle als auch unsere eigentliche Begrenzung dar. Der Unterschied zwischen den bereits in der Lithosphäre gefunden brennbaren Kohlenstoffen und der Menge an Kohlenstoffen, die «sicher» in die Atmosphäre emittiert werden kann, macht deutlich, dass der kritische Engpass in Zusammenhang mit den fossilen Brennstoffen in der Abfallabsorption und nicht im Angebot liegt. Mit anderen Worten: Die zur Aufnahme der Treibhausgase verfügbare Biokapazität begrenzt die Weltwirtschaft mehr als das Angebot an fossilen Brennstoffen.

In der Lithosphäre finden sich auch andere Ressourcen wie Erze. Diese werden zur Gewinnung von Metallen, einschliesslich von Seltenen Erden für die Spezialelektronik, verwendet. Stellen diese Metalle, namentlich die kostbaren Seltenen Erden, den wichtigsten Begrenzungsfaktor für die Weltwirtschaft dar, wie die Massenmedien manchmal berichten? Im Gegensatz zu den fossilen Brennstoffen werden Metalle gebraucht und nicht verbraucht. Der Metallbedarf der Menschheit könnte allerdings steigen, auch kann es zu Metallverlusten durch Korrosion kommen. Die Nutzung der Metalle hängt daher von der Fähigkeit der Menschheit ab, diese Elemente anzureichern. Aufgrund der aktuellen Technologie wird diese Fähigkeit in erster Linie durch den Energieinput begrenzt, und zwar sowohl beim Recycling als auch beim Erzabbau. Da die industrielle Energienutzung heute zu einem Grossteil auf fossilen Brennstoffen beruht, erscheint einmal mehr – wie oben erwähnt – die Biokapazität als limitierender Faktor. Die Nutzung der Metalle, einschliesslich der Seltenen Erden, wird also letztlich durch die Biokapazität begrenzt.<sup>5</sup>

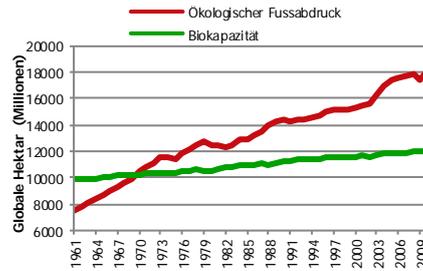
In dieser systemischen Betrachtung kann der Übernutzungsgrad der Biokapazität als allgemeiner Marker für die Verfügbarkeit einer ganzen Reihe von Rohstoffen und Ökosystemleistungen dienen, und damit auch als Indikator für die Gefahren in Bezug auf die Biodiversität und die finanzielle Risiken in Zusammenhang mit verlorenen Lebensräumen, ausgestorbenen Tier- und Pflanzenarten und dem Verlust an genetischem Material (Mulder UNEP-FI 2010). Die Biokapazität ist ein allumfassender Engpass, der die gesamte Materialdynamik der menschlichen Wirtschaftstätigkeit zusammenfasst und annähert.

**Abb. 4-1 Globale Trends von Ressourcenverbrauch und Biokapazität**

**A: Pro-Kopf-Biokapazität versus Pro-Kopf-Footprint**



**B: Gesamte Biokapazität versus gesamter Footprint**



Quelle: Global Footprint Network (2014)

Wie Abb. 4-1A zeigt, war der Trend der Pro-Kopf-Biokapazität, das heisst der pro Person jährlich verfügbaren Regenerationsfähigkeit der Erde, in den letzten Jahrzehnten rückläufig. Der Grund ist, dass die Bevölkerung rascher gewachsen ist als die biologische Produktivität. Die biologische Produktivität ist, wie Abb. 4-1B dokumentiert, dank des technologischen Fortschritts und der Inputs in die Landwirtschaft gestiegen, aber nicht genug, um der an die Ökosysteme gerichteten Gesamtnachfrage gerecht zu werden. Die Zeitreihen über die weltweite produktive Biokapazität bilden zusammen mit den ad-hoc-Beurteilungen des steigenden menschlichen Drucks auf die lokalen Ökosysteme eine Art Frühwarnsystem.

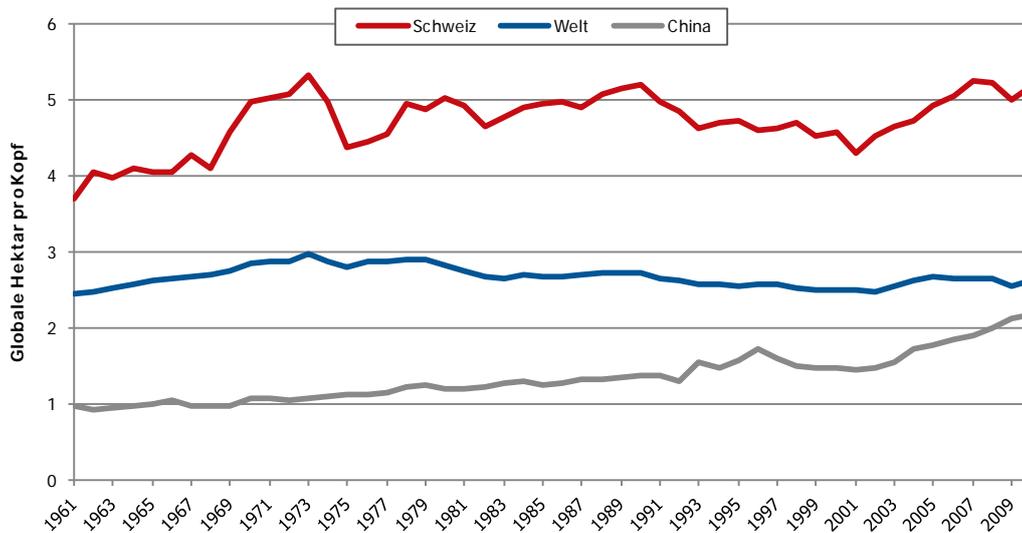
<sup>5</sup> Nicht nur die zur Anreicherung der Metalle notwendige Energie, sondern auch der Erzabbau kann die Biokapazität beeinträchtigen, und zwar sowohl durch den Verlust von potenziell biologisch produktiven Flächen, als auch durch Abraum und andere Abfallprodukte.

Der Pro-Kopf-Footprint ist in den letzten Jahrzehnten nur gerade nach den zwei Ölkrisen (1973 und 1979) und nach dem Einbruch der ineffizienten Planwirtschaften (nach 1991) zurückgegangen. Das Jahr 2001 markiert einen Wiederanstieg des Footprints pro Kopf zusammen mit dem Anstieg des Massenkonsums in den Schwellenländern. 2009 kam es aufgrund der weltweiten Rezession wieder zu einer kurzfristigen Korrektur.

Doch stellt die globale Biokapazität, das heisst die produktive Biomasse, welche die Erde in einem bestimmten Jahr erneuern kann, nur eine Seite der Medaille dar, nämlich die Angebotsseite oder die ökologische Einkommenseite. Die andere Seite stellt den Footprint dar, der die Jahr für Jahr an die Flächennutzung gestellten konkurrierenden Ansprüche der Menschheit misst, also die von den Menschen beanspruchte Biokapazität.

Abb. 4-1B deutet – unter Berücksichtigung des Bevölkerungswachstums – auf die globalen ökologischen Begrenzungsfaktoren hin: Die Gesamtnutzung der erneuerbaren Ressourcen übersteigt nunmehr die Menge, welche die Erde jährlich bereitzustellen vermag. Gemäss der 2014-Ausgabe der National Footprint Accounts (NFA) übersteigt der Footprint der Menschheit seit den 1970er Jahren die Biokapazität. Seither hat sich diese Lücke – einhergehend mit der steigenden menschlichen Nachfrage – immer mehr ausgeweitet. Dieses Defizit läuft zu einer ökologischen Schuld auf, die sich im Abbau des zugrundeliegenden ökologischen Kapitals (z.B. Boden, Wälder und Fischbestände), dem Auffüllen von Senken und mithin der steigenden CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre äussert. Ungeachtet dieser Schuldanhäufung erlaubten die zunehmenden landwirtschaftlichen Inputs bis anhin eine Steigerung der Ernten, sodass die Strapazierung weniger augenfällig ist. Es bedarf weiterer Studien, um zu bestimmen inwieweit die künftige Biokapazität durch die Anhäufung dieser ökologischen Schuld reduziert wird.

**Abb. 4-2 Footprint des Konsums pro Kopf: Schweiz und China versus die Welt**



Quelle: Global Footprint Network (2014)

Abb. 4-2 deutet auf einen mehr oder minder konstanten globalen Pro-Kopf-Ressourcenverbrauch und einen Nachholbedarf der Schwellenländer hin. Hinweise für eine Konvergenz der Kurven der einkommensstarken und aufstrebenden Länder gibt es keine, sofern die Schweiz und China diesbezüglich als Marker betrachtet werden können. China hat sich dem weltweiten Durchschnitt angenähert, und die Schweiz hat ihre Lücke seit 1961 ausgeweitet. Das weltweite Pro-Kopf-Einkommen und der globale Ressourcenverbrauch sind seit 1961 stetig gestiegen. Der Anstieg des globalen Ressourcenverbrauchs erklärt sich durch die Annäherung des Pro-Kopf-Einkommens an den Median. Vor diesem Hintergrund bedeutet die nahezu flache Kurve des globalen Pro-Kopf-Footprints, dass der Anstieg des globalen Ressourcenverbrauchs durch folgende Faktoren kompensiert wird: a) den Trend zum Konsum von weniger ressourcenintensiven Gütern wie Gesundheitsdienstleistungen am oberen Ende der Einkommensverteilung sowie b) eine Stagnation

oder sogar Abnahme des Ressourcenverbrauchs pro Kopf in vielen bevölkerungsreichen aber einkommensschwachen Ländern. Es ist erwähnenswert, dass der Ressourcenverbrauch pro Kopf im Beobachtungszeitraum in der Schweiz um 37% und in China (von einem viel tieferen Ausgangswert aus) um 133% gestiegen ist (gemessen am Footprint). So ist der durchschnittliche Ressourcenverbrauch eines Schweizerers im Beobachtungszeitraum um beinahe 1,5 gha (globale Hektar) und damit absolut gesehen stärker gestiegen als derjenige eines Chinesen (+ 1.2 gha).

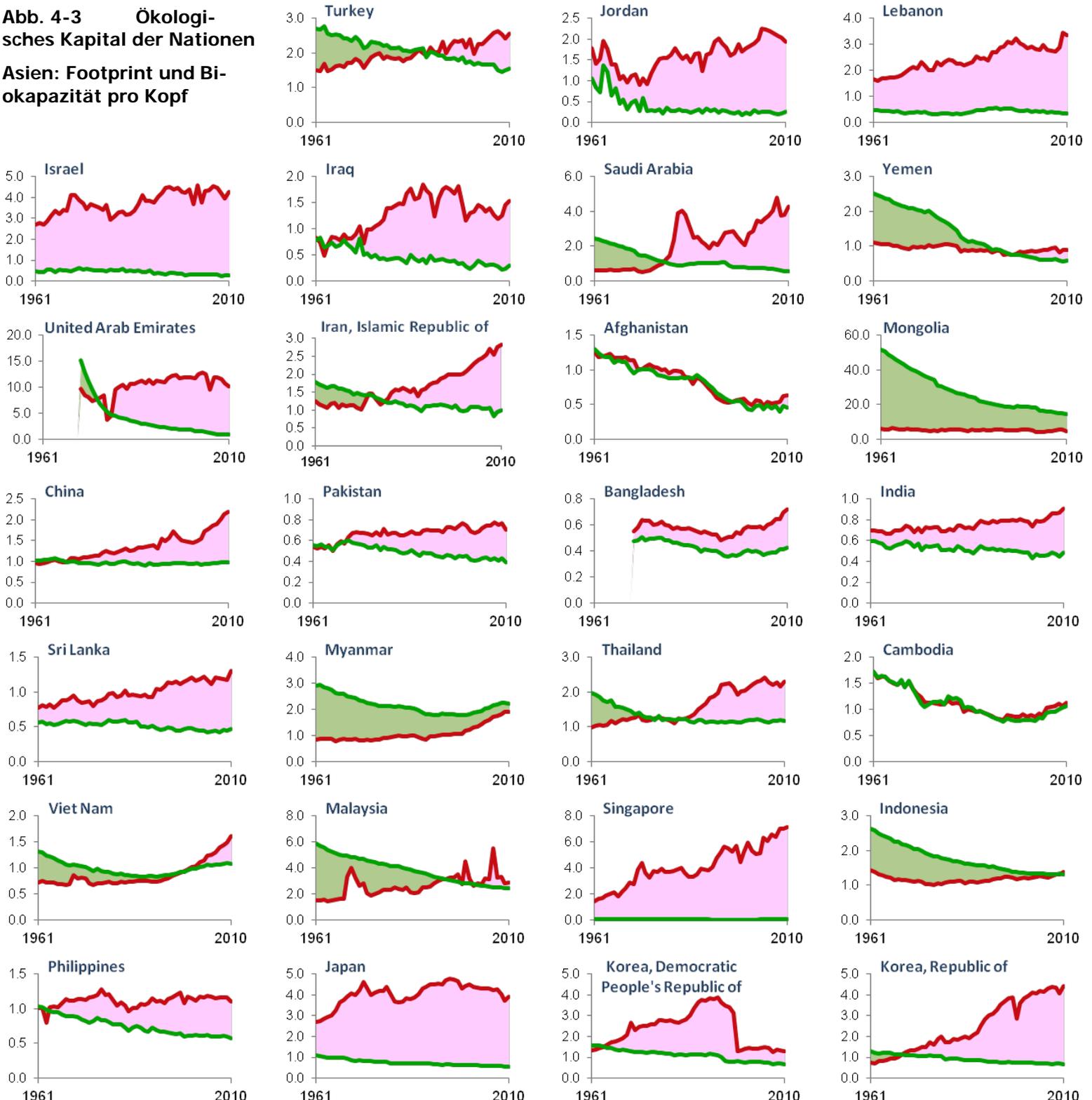
Abb. 4-3 zeigt eine Auswahl der bevölkerungsreichsten und/oder grössten Länder der Welt im kontinentalen Zusammenhang. Sie sind jeweils entsprechend ihrer geografischen Nähe aufgeführt. Bei der Betrachtung dieser Länder-Cluster ist man versucht, kontinent- oder länderübergreifende Ähnlichkeiten als Ergebnis einer parallelen Geschichtsentwicklung oder eines kontinentalen Schicksals zu interpretieren. Es wird zwischen ökologischen Gläubigern und Schuldnern unterschieden: Bei den ersteren übersteigt die nationale Biokapazität den nationalen Footprint, bei den letzteren ist es genau umgekehrt und es besteht ein ökologisches Defizit.

Länder mit einem ökologischen Defizit kompensieren dieses über drei Mechanismen: Sie stellen ihren Verbrauch über netto Importe sicher, nutzen die globale Almende als Kohlenstoffsene und Fischgründe und/oder überbeanspruchen ihre eigenen Ökosysteme. All diese Strategien sind mit Risiken behaftet: überbeanspruchte Ökosysteme können an Produktivität einbüßen und einbrechen. Handelspartner können die Preise erhöhen und ihre Lieferungen einstellen. CO<sub>2</sub>-Emissionen werden infolge des Klimawandel-Managements auf globaler und lokaler Stufe mehr kosten.

Dahingegen haben jene Länder, deren Verbrauch sich im Rahmen ihrer Biokapazität hält, mehr Handlungsspielraum. Ihre Ökosysteme können (netto) die von ihren Einwohnern nachgefragte Menge an Nahrungsmitteln, Faserstoffen und Holz bereitstellen und die in Zusammenhang mit den menschlichen Aktivitäten entstehenden Emissionen absorbieren. Der Nettoüberschuss an Biokapazität kann dazu verwendet werden, Exportgüter zu produzieren, die CO<sub>2</sub>-Emissionen anderer Länder zu binden oder die Biodiversität zu schützen. Alle diese Optionen bringen finanzielle Vorteile. Ökologischen Gläubigerländern stehen mehr Möglichkeiten zur Energiegewinnung aus der Biomasse offen, etwa von Biobrennstoffen der zweiten Generation.

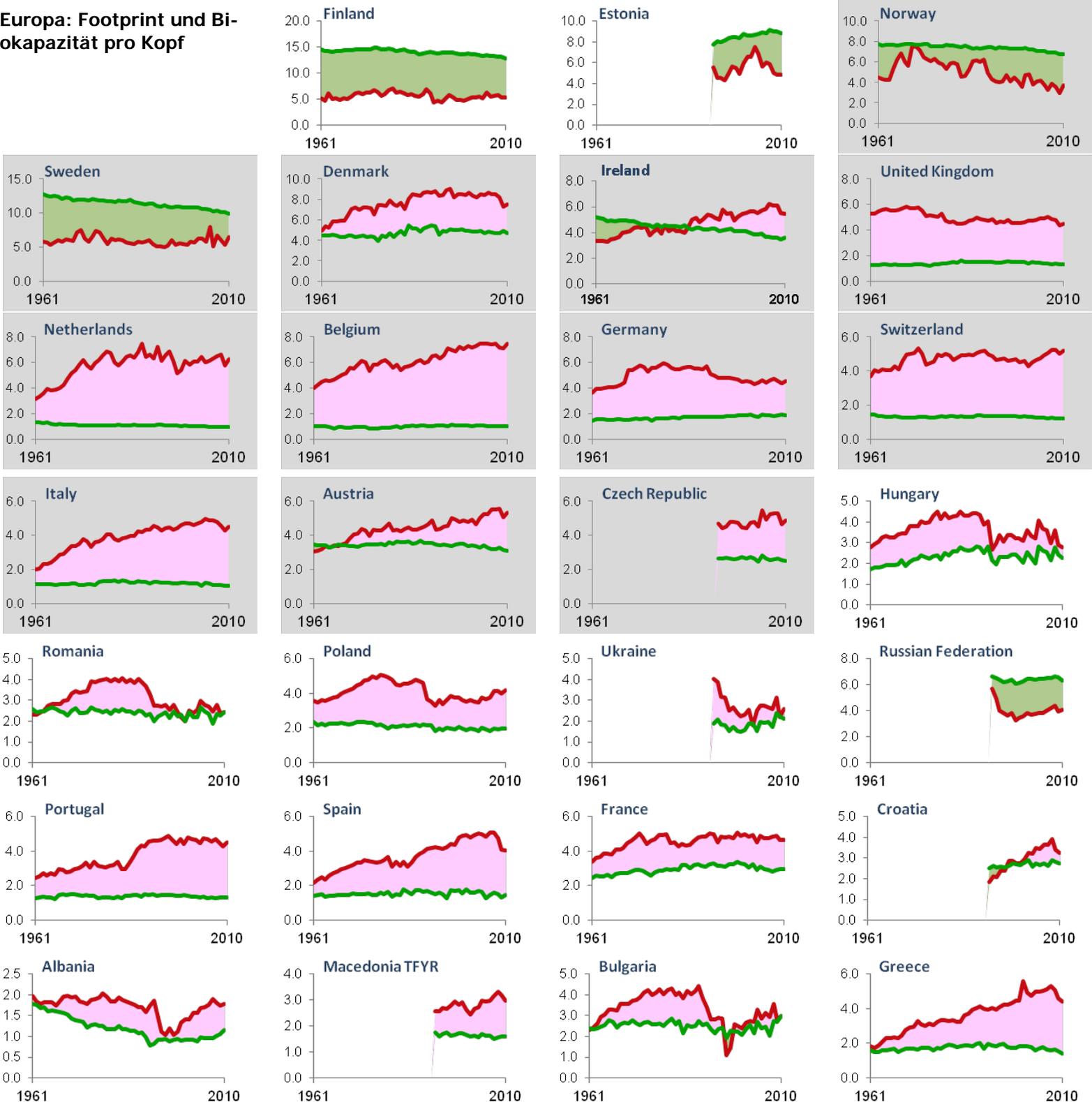
Zwischen 1961 und 2010 nahm die Pro-Kopf-Biokapazität in den meisten Ländern ab, oftmals abrupt. Als wichtigster Grund ist das Bevölkerungswachstum zu nennen, das die erzielten Produktivitätsgewinne in den Schatten stellte: immer mehr Menschen teilen sich das Naturkapital, das nur leicht gestiegen ist.

**Abb. 4-3 Ökologisches Kapital der Nationen**  
**Asien: Footprint und Biokapazität pro Kopf**



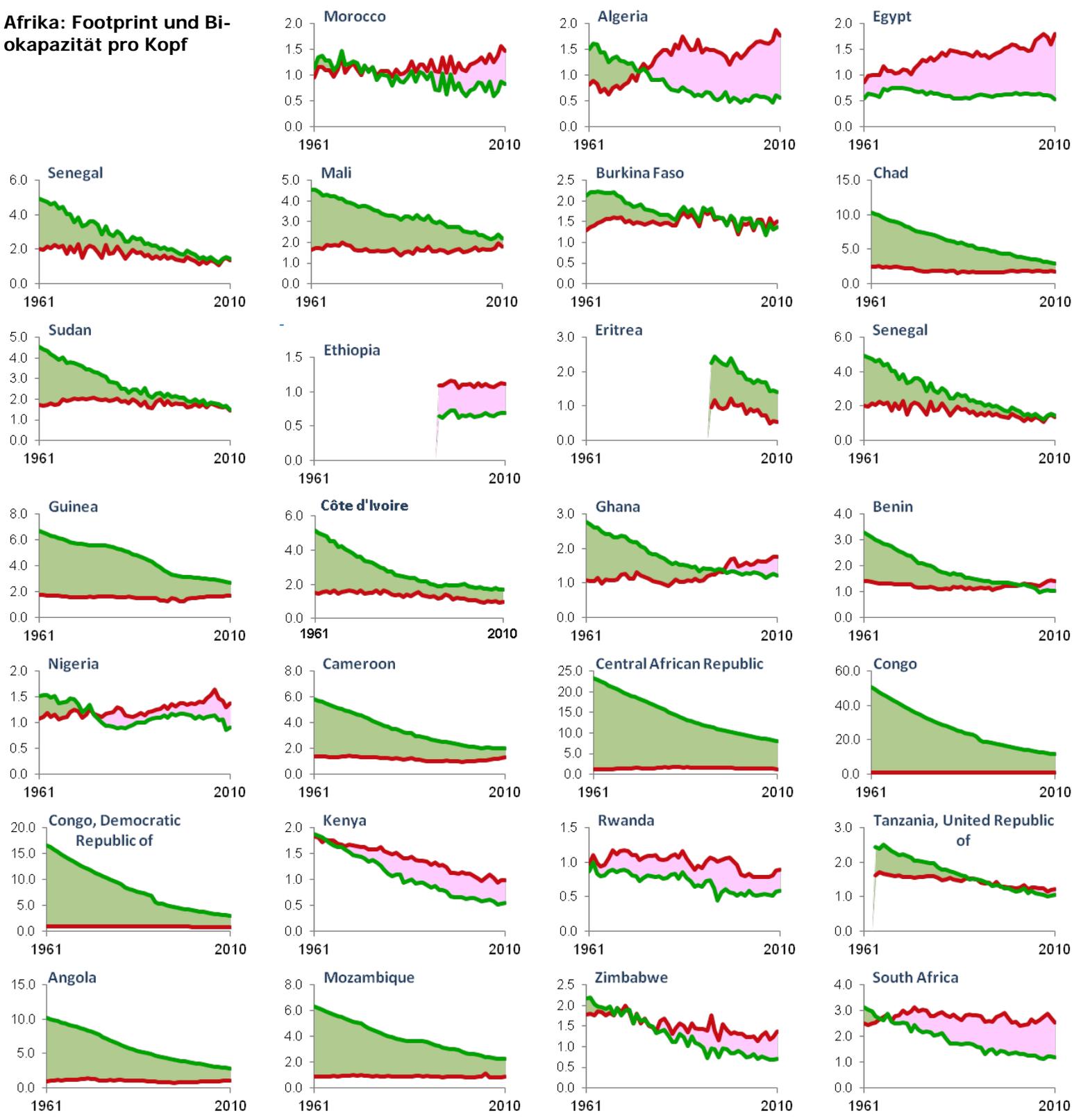
Quelle: Global Footprint Network (2014).

**Europa: Footprint und Bi-  
kapazität pro Kopf**



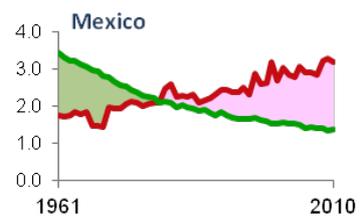
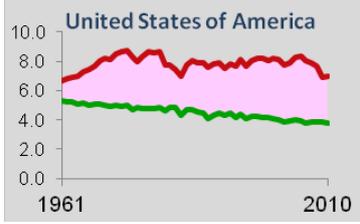
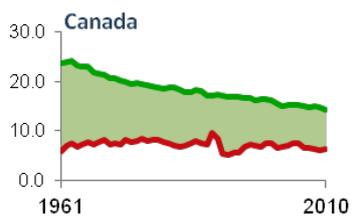
Quelle: Global Footprint Network (2014).

**Afrika: Footprint und Biokapazität pro Kopf**

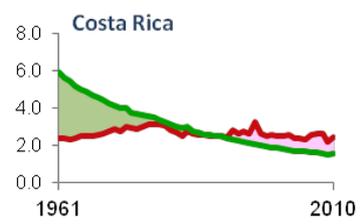
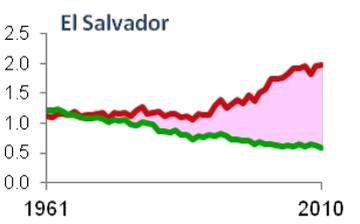
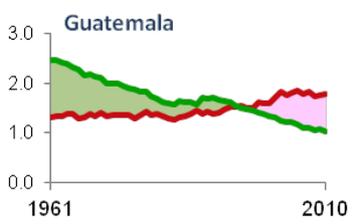


Quelle: Global Footprint Network (2014).

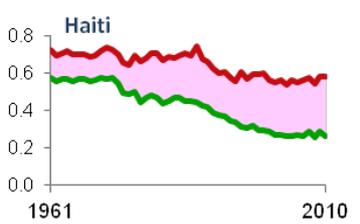
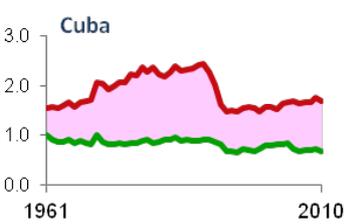
**Nordamerika: Footprint und Biokapazität pro Kopf**



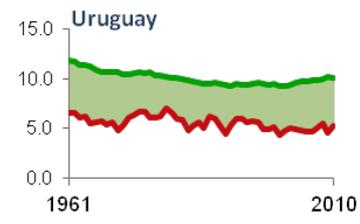
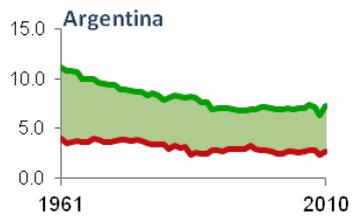
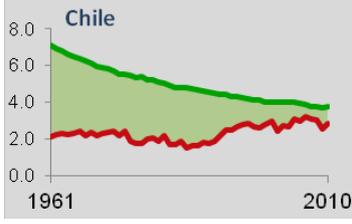
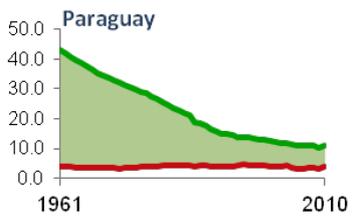
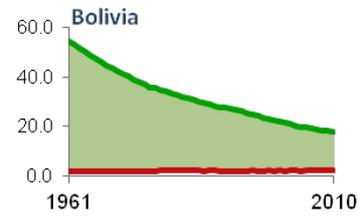
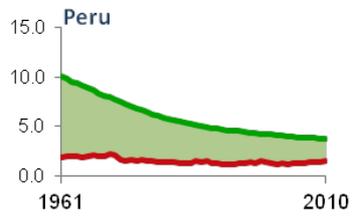
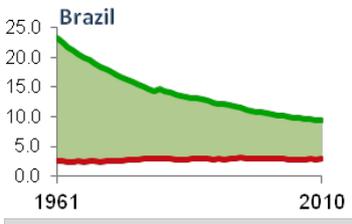
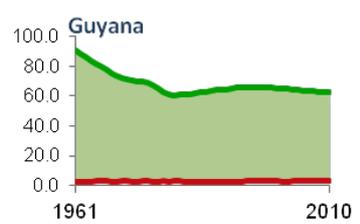
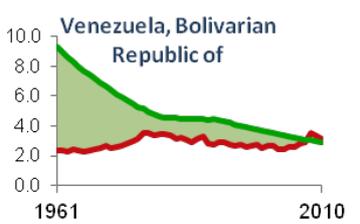
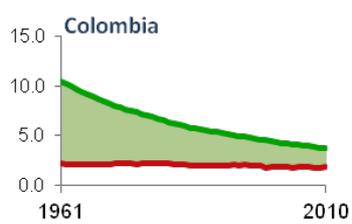
**Zentralamerika**



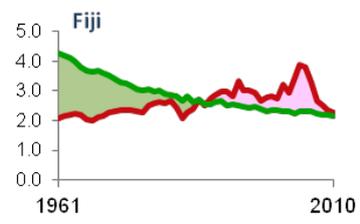
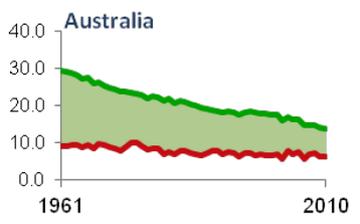
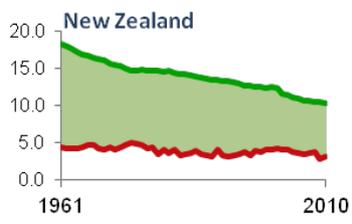
**Karibik**



**Südamerika**



**Ozeanien**



Quelle: Global Footprint Network (2014).

**Eurasien**, die Wiege zweier industrieller Revolutionen, die zur historischen «Grossen Divergenz» zwischen Asien und Europa führten, weist mit wenigen Ausnahmen (Skandinavien, Mongolei und Myanmar) ein Biokapazitätsdefizit auf. Die zwei asiatischen Ausnahmen scheinen sich indessen bereits an der Scheide zwischen Reserve und Defizit zu befinden.

**Afrika** südlich der Sahara verfügt insgesamt immer noch über eine Biokapazitätsreserve, bewegt sich aber als Folge der dichter besiedelten Regionen rasch auf ein ökologisches Defizit hin. Sollte Afrika – wie manche meinen – zum nächsten Ziel für beschaffungsorientierte ausländische Direktinvestitionen werden (Ressourcengewinnung, billige Produktionsstandorte), so wird sich die Entwicklung hin zu einem Biokapazitätsdefizit weiter beschleunigen. Nordafrika und Äthiopien unterliegen seit geraumer Zeit einem ökologischen Stress: Algerien seit Mitte der 1970er Jahre, Ägypten und Äthiopien schon viel länger.

Aufgrund der agro-ökologischen Situation und der geringen Bevölkerungsdichte **ist Südamerika** die Weltregion, mit dem grössten und homogensten Biokapazitätsreichtum, während **Zentralamerika und die Karibikregion** den Druck ihrer auf kleinem Raum angesiedelten, dichteren Bevölkerung spüren.

**Nordamerika** als Ganzes weist erwartungsgemäss ein Biokapazitätsdefizit auf: Mexico bei einem moderaten Footprint, aber geringer Biokapazität; die USA bei hoher Biokapazität, aber noch grösserem Footprint; Kanada hat wohl eine beträchtliche Biokapazitätsreserve, weist aber dennoch einen der höchsten Pro-Kopf-Footprints der Welt auf.

**Die Schweiz** weist wie die meisten Länder (inklusive USA) aus dem Vergleichssample, das als Benchmark für die nationale Wettbewerbsfähigkeit dient (grau-schattierter Hintergrund in Abb. 4-3), ein ökologisches Defizit auf. Im Vergleichssample verfügen nur gerade Norwegen, Schweden und Chile über eine Biokapazitätsreserve. Sie verfügen über mehr Ressourcen als die Schweiz und dank der hohen institutionellen Entwicklung konnte ein Fehlmanagement der nationalen Ressourcen vermieden werden.

Kanada und andere Länder mit bedeutenden Biokapazitätsreserven mögen von kleineren und dichter besiedelten Ländern beneidet werden. Doch kommt solcher Ressourcenreichtum auch mit Kosten, glaubt man der Ressourcenfluch-Theorie (resource curse), die postuliert, dass solche Länder mit gutem Ressourcenmanagement Mühe haben.

In diesem Zusammenhang ist es interessant zu sehen, dass viele benachbarte Länder mit ähnlichen agro-ökologischen Bedingungen, die im Laufe der Zeit aufgrund institutioneller und politischer Unterschiede verschiedene Ressourcenmanagement-Strategien entwickelt haben, keine drastischen Differenzen im Bereich der Biokapazitätslücken aufweisen. Immerhin zeugt die ökologische Buchhaltung davon, dass sich die Biokapazität und der Footprint im Ostblock in den 1990er Jahren verringert haben. Dies verdeutlicht, dass der Footprint sensibel auf radikale volkswirtschaftliche Veränderungen reagiert.

Um es kurz zu fassen: Nicht alle Länder sind im gleichen Boot, aber alle sind auf derselben stürmischen See und kämpfen mit ähnlichen Problemen. Ausser Frage steht, dass folgende Relation klar belegt ist:

$$\sum_{i=1}^{<196} Nation_i \text{ Biokapazitätsdefizit}_{2010} \gg \sum_{j=1}^{<196} Nation_j \text{ Biokapazitätsreserve}_{2010}$$

## 4.2 Verändern die ökologischen Zwänge die Marktdynamik?

Die Nachfrage nach bioproduktiven Ressourcen hat zugenommen und dürfte in den kommenden Jahrzehnten weiter steigen: Was bedeuten dieser Nachfrageanstieg und die wachsenden Biokapazitätsdefizite für den Ressourcenhandel und den Ressourcenzugang? Stellt die Übernutzung der natürlichen Ressourcen ein Risiko dar? Besteht die Gefahr eines Wettlaufs um die Ressourcen? Falls ja, handelt es sich dabei um ein signifikantes Risiko mit dem gleichen Stellenwert wie die Bedrohung der öffentlichen Gesundheit durch Epidemien oder um ein vernachlässigbares Problem?

Das Kräftespiel an den Ressourcenmärkten hat sich in den letzten Jahrzehnten geändert. Dies ergibt auch eine Untersuchung der erneuerbaren Ressourcen, die von den vier, für den Footprint relevanten, bioproduktiven Flächentypen (Wald-, Acker-, Weideflächen und Fischgründe) gewonnen werden.

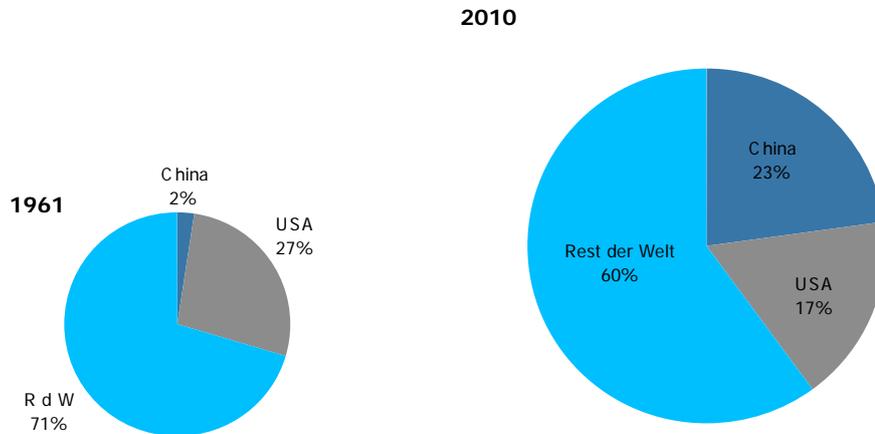
### 4.2.1 Veränderung der Handelsströme

Die Entwicklung der Handelsdaten zeigt, dass die Handelsströme für natürliche Ressourcen in den letzten Jahren umgeleitet wurden. Die Nachfrage nach natürlichen Ressourcen dürfte weiter steigen, dies vor allem wegen des unaufhaltsamen Bevölkerungswachstums und des zunehmenden Wohlstands in China, Indien und anderen Schwellenländern. Für eine Reihe von strategischen Ressourcen konzentriert sich der in grossem Stil betriebene Abbau auf eine kleine Zahl von Ländern wie die USA, China und Australien. Trotz des viel diskutierten Wettlaufs um Afrika spielt dieser Kontinent noch keine bedeutende Rolle bei den globalen Ressourcenströmen. Die allgemeine Verlagerung zu marginalen und unkonventionellen Arten der Rohstoffproduktion wird einen noch energieintensiveren Abbau und mithin eine weitere Zunahme des Ressourcenverbrauchs sowie mehr Druck auf kritische Ökosysteme nach sich ziehen.

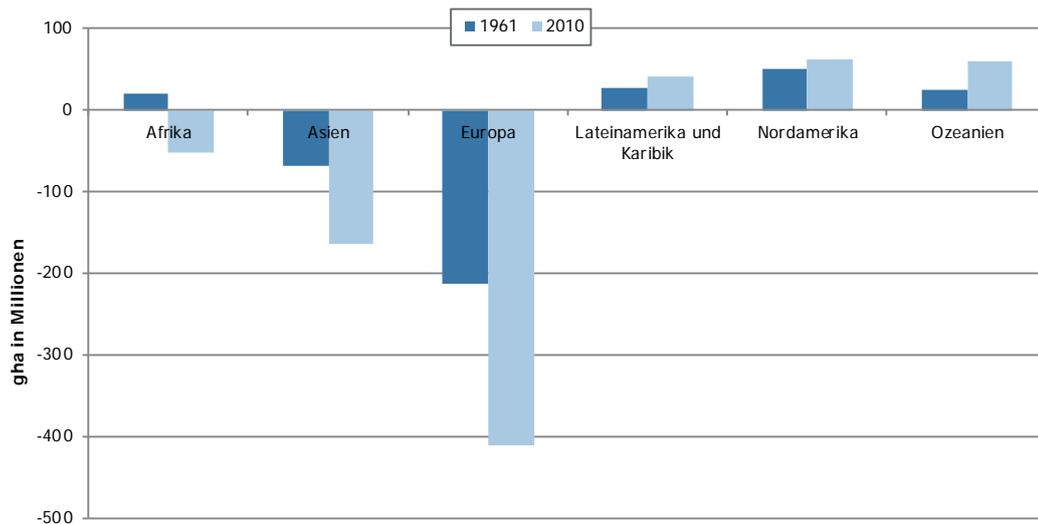
Abb. 4-4 zeigt anhand der verschieden grossen Kreisdiagramme die weltweite Zunahme der gehandelten Biokapazität seit 1961 unter Berücksichtigung der CO<sub>2</sub>-Absorption. Des Weiteren ist ersichtlich, wie sich die Anteile Chinas und der USA entwickelt haben. Die 2010 gehandelte Biokapazität macht nahezu das 7-fache der 1961 gehandelten Menge aus. Diese Zunahme des internationalen Ressourcenhandels erklärt sich in erster Linie durch das in vielen Ländern, namentlich China, gestiegene Einkommen. Gemäss Abb. 4-4B sind Asiens Nettoimporte von Biokapazität zwischen 1961 und 2010 um rund 300% gestiegen, während Afrika sich von einem Nettoexporteur in einen Nettoimporteur verwandelt hat. Australien ist nach wie vor ein Nettoexporteur von Biokapazität.

**Abb. 4-4 Veränderung der globalen Ressourcenhandelsströme seit 1961**

**A: Der Footprint des internationalen Handels zeigt auch den Anteil Chinas und der USA am Total**



**B: Entwicklung der gha-Bilanz der von den Kontinenten gehandelten Biokapazität**



Quelle: Global Footprint Network (2014)

Eurasien hob sich 2010 als die am stärksten von Ressourcenimporten abhängige Weltregion ab. Dies bestätigt den erwähnten Status der Region als Biokapazitätsschuldner Abb. 4-3.

Bagliani, Bravo und Dalmazzone (2008) analysierten das Verhältnis von Pro-Kopf-BIP und Footprint. Sie kamen zum Schluss, dass keine Beziehung gemäss Kuznets besteht und der Footprint selbst dann weiter ansteigt, wenn Länder mit hohem Einkommen das Einkommen weiter erhöhen. Immerhin stellten sie fest, dass die Beziehung zwischen dem Pro-Kopf-BIP und dem Footprint sich abschwächt, wenn ein Footprint von 4 gha pro Person erreicht. Dann wächst der Footprint bei einem Anstieg des Einkommens langsamer. Dies deutet darauf hin, dass Veränderungen der Konsummuster, Effizienzsteigerungen und technologische Fortschritte die Vergrößerung des Footprints verlangsamen, aber die Auswirkungen des Einkommenswachstums nicht völlig wettmachen können.

Ausserdem werden zusätzlich zu den heutigen Schwellenländern immer mehr Länder am internationalen Markt für natürlich Ressourcen konkurrieren. Nicht nur steigende Preistrends oder kurzfristige Preistrallys werden den Ressourcenzugang erschweren. Auch andere Faktoren wie unilaterale Exportrestriktionen oder

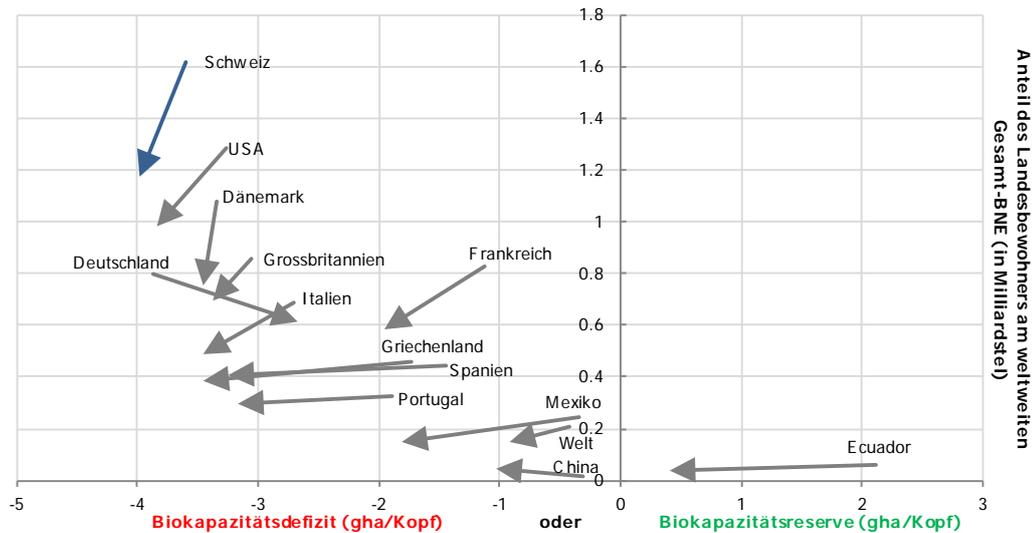
staatliche Marktinterventionen können Versorgungsstörungen verursachen wie etwa die 2008 von Russland verhängten Exportrestriktionen für Weizen. Bilaterale Abkommen, die Ressourcenlieferungen einbeziehen, sowie die weitverbreiteten handelspolitischen Schutzmassnahmen zeigen, dass die Staaten vermehrt auf Diplomatie, Handelsmassnahmen und geopolitische Macht zurückgreifen, um sich den Ressourcenzugang zu sichern. Der Handel wird zunehmend zu einer Front für Ressourcenkonflikte, und die Ressourcenpolitik wird die globale Agenda beherrschen (Lee et al. 2012). Der Zugang der Nationen zu den Ressourcenvorkommen wird in Zukunft durch viele Faktoren beeinflusst werden, die heute nur schwer abzuschätzen sind. Für die meisten Länder stellt der Zugang zu intakten globalen Märkten weiterhin den besten Garanten für Ressourcensicherheit dar – dies in einem solchen Ausmass, dass steigende Einkommens-trends als Indiz für sich anbahnende Veränderungen bei den Ressourcenhandelsströmen interpretiert werden (Moyo 2012).

#### 4.2.2 Zukünftiger Ressourcenzugang

Die Veränderungen bei den weltweiten Ressourcenhandelsströmen seit dem Jahr 2000 zeigen, dass der Ressourcenzugang eines Landes von der Einkommensdynamik abhängig ist. Unter dem Einfluss steigender Einkommen sind die Biokapazitätsimporte Chinas Ende der 1980er Jahre massiv gestiegen, wodurch der Druck auf den internationalen Ressourcenmarkt weiter zugenommen hat (vgl. Abb. 4-4). Das Durchschnittseinkommen kann daher als wichtiger Frühindikator für die von den Wirtschaftsakteuren an den internationalen Märkten nachgefragten bioproduktiven Ressourcen betrachtet werden. Selbstverständlich spielen auch die Geopolitik, Militär- und Verhandlungsmacht für den Abschluss und die Durchsetzung guter internationaler Ressourcendeals eine Rolle. Hier wird aber hoffnungsvoll davon ausgegangen, dass diese unter Kontrolle sind, um den Fokus auf die grundlegenden Treibkräfte zu legen (daher nennen wir das ein „wohlwollendes Szenario“). Länder mit hohem Einkommen wachsen tendenziell um weniger als 2% jährlich, die Schwellenländer hingegen rascher. Dementsprechend legt auch ihre Ressourcennachfrage schneller zu. Je mehr ihr Einkommen steigt, umso mehr nimmt das relative Einkommen der Länder mit einem hohen BIP ab. Dies wird den Ressourcenzugang für die Länder mit hohem Einkommen zunehmend erschweren (siehe auch Abb 4-9). Die Situation lässt sich mit einer globalen Auktion mit begrenztem Angebot vergleichen, an der immer mehr finanzstarke Bieter auftreten (Moyo 2012). Dies entspricht einer Umverteilung von globalem Einkommen und Macht.

Die globale Auktion der weltweit begrenzten Naturressourcen scheint immer härter zu werden wie Abb. 4-5 zeigt. Jedes Land wird durch einen Pfeil mit zwei Datenpunkten dargestellt (relatives Einkommen, Biokapazitätslücke). Der Pfeil eines Landes beginnt im Jahr 1985 und endet im Jahr 2008. Aus der Abbildung geht hervor, dass viele Länder Biokapazitätsreserven einbüßen beziehungsweise ihr Biokapazitätsdefizit vergrössern, während ihr relatives Einkommen zurückgeht. Dadurch erhöht sich ihre Anfälligkeit auf Ressourcenbegrenzungen in zweifacher Hinsicht: verstärkte Abhängigkeit und geringeres relatives Einkommen, um am Markt zu konkurrieren.

Abb. 4-5 Globale Auktion: wohlwollendes Szenario für den Ressourcenzugang



BNE = Bruttonationaleinkommen  
Quelle: Global Footprint Network (2014)

Diese Abbildung verdeutlicht, wie sich der Ressourcenzugang für die nationalen Wirtschaftssubjekte entwickeln würde, falls Einkommen und Biokapazitätslücke die einzigen signifikanten Faktoren wären. So hat sich etwa das relative Einkommen pro Person infolge des Bevölkerungswachstums im gegebenen Zeitraum weltweit verringert. Auch das durchschnittliche relative Einkommen der Deutschen hat seit 1985 abgenommen. Hingegen hat sich ihr Biokapazitätsdefizit dank der Schliessung von ineffizienten Industrie- und Kraftwerken nach der Wiedervereinigung sowie auch der Energiewende verkleinert. Die chinesischen Wirtschaftssubjekte gehören zu den wenigen weltweit, die eine Zunahme ihres relativen Einkommens verzeichnet haben. Allerdings zeigt der entsprechende Pfeil in die «falsche» Richtung, da das Biokapazitätsdefizit im Gegensatz zu Deutschland gewachsen ist. Die Schweiz, deren relatives Einkommen abgenommen hat (vgl. Abb. 4-9 unten), steckt ebenfalls in der Klemme: den Schweizer Wirtschaftsakteuren steht für die weltweite Auktion der sich verknappenden Ressourcen ein geringeres relatives Einkommen zur Verfügung.

### 4.2.3 Weshalb erscheint die Übernutzung der Ressourcen als scheinbar rationale Option?

Die von den National Footprint Accounts berücksichtigten Ressourcen (z.B. Landwirtschaftsprodukte, Holz, Fisch, Fleisch, Holzserzeugnisse) werden als «erneuerbar» betrachtet, solange die Bestände nicht abgebaut werden und die Produktivität der genutzten Flächen nicht tangiert wird. Diese Regenerationsfähigkeit der bioproduktiven Flächen wird Biokapazität genannt. Eine nachhaltige Nutzung der Biokapazität impliziert, dass einerseits die zugrundeliegenden Bestände (Bodenfruchtbarkeit, Grundwasserleiter, Fische, Biodiversität) nicht abgebaut werden und andererseits die Ökosysteme, welche diese Bestände unterhalten, ausreichende Leistungen erbringen. Eine Periode der Übernutzung der biokapazitätsrelevanten Ressourcen ist kein Problem, sofern auf eine Periode der Übernutzung eine Phase der Unternutzung folgt, in der sich die Bestände wieder auffüllen können. Die meisten bioproduktiven Ressourcen haben indes eine kritische Regenerationsschwelle. Wird diese durchbrochen, pendeln sich die Bestände auf einem tieferen Niveau ein, was schlussendlich zu einer Reduzierung der Biokapazität führt. Abgebaute Bestände können wieder aufgefüllt werden, jedoch nicht bis zum ursprünglichen Niveau – und auch dies nicht ohne markante Einschränkungen des künftigen Biokapazitätsverbrauchs. Dies würde voraussetzen, dass sich die Weltbevölkerung an eine geringere Ressourcenverfügbarkeit anpasst, wie bei der Raubtier-Beute-Gleichung in der Ökologie. Die Beziehung zwischen wiederholter Übernutzung und Abbau der Bestände ist komplex und geht über den Rahmen des Footprints hinaus. Die National Footprint Accounts belegt nur die Situation,

und macht klar, dass es in den letzten 40 Jahren zu einem globalen ökologischen Overshoot gekommen ist. Dieser weist darauf hin, dass die künftige Regenerationsfähigkeit der produktiven Biomasse zunehmend beeinträchtigt werden könnte. Es stellt sich daher folgende Frage: «Weshalb übernutzen Länder, die sich dieser Gefahr bewusst sind, tendenziell die eigenen bioproduktiven Ressourcen beziehungsweise diejenigen ihrer Handelspartner?»

Das Verhältnis der expandierenden Weltwirtschaft zur begrenzten Biokapazität der Erde lässt sich mit einem Spiel zwischen 193 Mitspielern (die UNO Mitgliedstaaten) vergleichen: Das Ziel besteht darin, sich innerhalb der marktwirtschaftlichen Regeln so viele Ressourcen wie möglich zu beschaffen und eine attraktive Rendite für die eigene Arbeits- und Kapitaleistung zu erwirtschaften. Alle Mitspieler stellen sich auf ein Negativsummenspiel ein, denn das angestrebte kontinuierliche Wachstum erhöht den natürlichen Ressourcendurchsatz einschliesslich der Ökosystemleistungen. Dadurch wird der Ressourcenzugang früher oder später erschwert. Und all dies trotz des Einfallsreichtums der Menschen, dank dem sich die biophysikalischen Grenzen verwischen, aber nicht aufheben lassen. Die negative Summe, welche die einzelnen Mitspieler nach und nach in unterschiedlichem Ausmass in Mitleidenschaft zieht, wird erst nach einer gewissen Zahl von «Runden» spürbar – dann nämlich, wenn der Abbau der Ökobilände zu Ernteeinbussen führt beziehungsweise wenn andere ökologische und sozio-politische Feedbacks die Ressourcennutzer negativ beeinflussen.

Wie beim Gefangenendilemma wirft dieses Spiel die Frage nach einer Zusammenarbeit zwischen den Spielern auf, dank der die negativen Auswirkungen für alle vermieden werden könnten. Die ungenügende Kooperation erklärt sich teilweise aus der «Tragödie der Allmende» (Hardin 1968). Beispiele hierfür sind die aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe in die Atmosphäre gelangenden CO<sub>2</sub>-Emissionen oder die Fischerei in den internationalen Gewässern. Es gibt aber auch andere wichtige Gründe, weiterzuspielen, die nichts mit der "Tragödie der Allmende" zu tun hat. Beispiele dafür sind etwa die Übernutzung des inländischen ökologischen Kapitals oder der Bau von ressourcenintensiven Infrastrukturen – künftige verlorene Investitionen – im Glauben, dass die Ressourcen noch lange günstig verfügbar sein werden. Die Mathematik legt nahe, dass das optimale Spielende für den einzelnen Spieler entweder durch Zusammenbruch oder gemeinsamen Zwang eintritt (Hardin 1968), beispielsweise in Form der Durchsetzung von Bewirtschaftungsabkommen über globale und regionale Allmenden zwecks einer bestmöglichen Bewirtschaftung des nationalen Naturkapitals. Bis dahin, das heisst solange die internationale Zusammenarbeit illusorisch bleibt und der Zusammenbruch noch in weiter Ferne scheint, lohnt sich das Weiterspielen. Dennoch könnten gewisse Spieler versucht sein, das Spiel zu verlassen, um sich vor den bevorstehenden negativen Folgen zu schützen oder als Vorbild die anderen Spieler zur Selbstbeschränkung zu motivieren. Da ein unilateraler Spielausstieg heute kostspielig ist und sich die Verluste aus dem gemeinsamen Weiterspielen bis in die Negativsummenzone erst später spürbar machen, ist ein frühzeitiger Austritt indessen klar suboptimal. Es würde ein Trittbrettfahrer-Verhalten unter den Wettbewerbern auslösen ohne die übrigen Spieler zu veranlassen, das Spiel strenger zu regulieren, damit es weitergehen kann.

Ressourcenübernutzung – ob im Inland oder durch den Handel mit anderen Ländern – und Überbelastung der globalen Allmende erscheinen daher leider als rationale Wahl, solange die Spielregeln nicht durch internationale Kooperation dahingehend verändert werden, dass ein Positivsummenspiel möglich wird, oder dass erkannt wird, dass ein Grossteil des „Ressourcenspiels“ keine Tragödie der Allmende ist und daher frühes Handeln von Vorteil ist.

#### **4.2.4 Risiko eines Wettlaufs um die Ressourcen**

Der Global Risks Report des World Economic Forum (2014) identifiziert Nahrungsmittelkrisen als Risiko Nr. 8 unter den zehn grössten globalen Risiken.<sup>6</sup> Nahrungsmittelengpässe werden hauptsächlich durch Preiserhöhungen von Landwirtschaftsprodukten an den internationalen Märkten ausgelöst. Setzt sich der Overshoot unvermindert fort, ist es überdies wahrscheinlich, dass die globale Biokapazität in Zukunft abnimmt.

<sup>6</sup> An der Befragung nahmen Persönlichkeiten aus Wirtschaft (41%) und Wissenschaft (18%) teil. 72% der befragten Personen waren Männer, 78% älter als 30.

Damit würde auch das Angebot an Landwirtschaftsprodukten abnehmen, was in gefährdeten Weltregionen zusehends zu Hungeraufständen führen könnte. Bei erschwertem Ressourcenzugang tendieren die einzelnen Länder dazu, zuerst die eigenen nationalen Interessen zu verfolgen. Es würden daher unilaterale Handelseinschränkungen wie Exportkontrollen eingeführt, und dies ungeachtet allfälliger internationaler Regelungen. Dadurch würde die geopolitische Destabilisierung immer weitere Kreise ziehen.

Länder mit niedrigem Einkommen reagieren anfällig auf Preisschocks. Sie würden daher am frühesten unter einer Beeinträchtigung des Handelssystems und einer Erschütterung der internationalen Rechtsordnung leiden.

#### **4.2.5 Ressourcenbedingte Risiken im Vergleich mit anderen systemischen Risiken**

Das globale Auktionsszenario, das heisst die Annahme einer wohlwollenden Welt mit fairem Marktzugang, weist auf ein wachsendes, kumuliertes Risiko hin. Weniger wohlwollende Szenarien wären noch riskanter. Das Risiko im wohlwollenden Szenario entsteht als Folge einer steigenden Abhängigkeit von nicht im Inland verfügbarer Biokapazität und des gleichzeitigen Verlusts an relativem Einkommen. Dies kann auf eine Abschwächung der wirtschaftlichen Position eines Landes hindeuten. Ob es sich dabei um ein im Vergleich zu anderen Risiken ernstes Wirtschaftsrisiko handelt, muss geprüft werden.

Es gibt eine ganze Reihe von volkswirtschaftlichen Risiken und Kosten, die laufend wachsen. So nehmen die Aidsinfektionen weiter zu. Auch andere Krankheiten scheinen sich wie eine Epidemie auszubreiten: Diabetes, Fettleibigkeit, Autismus, Alzheimer usw. Dies führt zu einem anhaltenden Anstieg der volkswirtschaftlichen Kosten. Man kann sich daher zu Recht fragen, ob die wachsenden Kosten im Gesundheitswesen und anderen Bereichen wesentlicher als die wachsenden Ressourcenrisiken sind. Schliesslich stellten die Ölimporte im Jahr 2011 für die Schweiz nur etwa zwei Prozent des BIP dar<sup>7</sup>, um nur eine Schlüsselressource zu nennen. Dahingegen machten die Gesundheitskosten im gleichen Jahr rund 11 Prozent des BIP aus (BFS Gesundheitskosten in Prozent des BIP).

Lässt sich daraus ableiten, dass die im globalen Auktionsszenario gezeichnete positive Ressourcenkostenspirale grundsätzlich ein kleineres, sprich weniger schwerwiegendes Risiko darstellt als die übrigen Risiken? Könnte man es mit einem eindämmbaren Tumor vergleichen – im Gegensatz zu einem aggressiven Krebs?

Dies ist eine der Kernfragen, mit denen sich die Schweiz auseinandersetzen muss. Es ist gut möglich, dass die Schweiz, wo das BIP pro globaler Hektar Biokapazitätsdefizit (ein Mass für die Kaufkraft für im Inland fehlende Biokapazität) relativ hoch ist, einem weniger starken Finanzdruck unterliegen würde als andere Länder mit weniger günstigen Kennzahlen. Dies bedeutet, dass die Schweiz vergleichsweise spät und möglicherweise weniger stark als andere Länder belastet würde, jedoch immer noch eine absolute Wohlfahrtseinbusse erleiden würde.

Allerdings ist auch eine Risikohierarchisierung und -sequenz möglich. Das World Economic Forum (WEF) identifiziert 31 Risikokategorien. Diese unterscheiden sich hinsichtlich Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadenspotenzial. Ressourcenarme Volkswirtschaften werden eine Reihe von zusätzlichen Risiken aufweisen wie Verteil-, Finanz- oder Technologierisiken. Hingegen ist es unwahrscheinlich, dass finanzielle Risiken umweltrelevante Risiken hervorrufen oder beschleunigen.

Ist das Ressourcenrisiko ein «systemisches» Risiko wie ein «systemisches Finanzrisiko»? Besteht also die Möglichkeit, dass es einen ganzen Markt erfassen und zerstören könnte? Betrachtet man Länder mit niedrigem Pro-Kopf-Einkommen, die aufgrund ihrer eigenen Biokapazität an Grenzen stossen, wie Haiti, Sierra Leone oder Burundi, so lautet die Antwort im Falle von dicht besiedelten, einkommensschwachen Ländern tendenziell «Ja».

---

<sup>7</sup> Berechnet aus Daten vom CIA Factbook: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/sz.html>

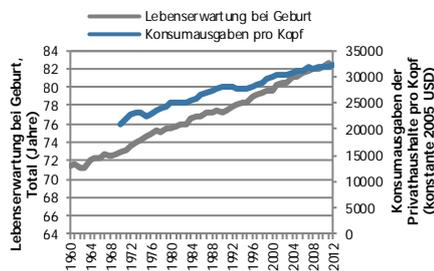
## 4.3 Ist dies gefährlich für die Schweiz?

Die Schweiz mag weniger anfällig als bestimmte andere Länder des Vergleichssamples sein. Aber steht die Schweiz deshalb gut da? Wenn diese «ändern» allesamt eine dürftige Biokapazitätsbilanz aufweisen und im Begriff sind, ihre ökologischen Ressourcen aufzuzehren – ist es dann wirklich nützlich genug, die Beste unter Schlechten zu sein? Es gibt eine Reihe von Mechanismen, welche die Schweiz vor den Risiken einer ökologischen Liquidation bewahren. Aber bieten diese langfristig genügend Schutz?

Hier seien die wichtigsten ökonomischen Argumente genannt, die dafür zu sprechen scheinen, dass die Schweiz beinahe unverletzlich sei, trotz zahlreicher schlechter Omen für den künftigen Zugang zu den globalen Ressourcen. Abb. 4-6 A und B könnten suggerieren, dass die Schweiz gut vor künftigen Problemen in Sachen Ressourcenzugang geschützt ist.

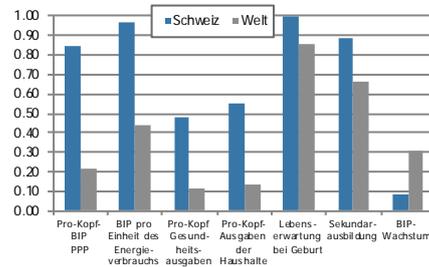
**Abb. 4-6 Nur einige der vielen soliden Fundamentaldaten der Schweiz**

**A: Lebenserwartung und Privatkonsum**



Quelle: The World Bank (2014)

**B: Der hohe Lebensstandard der Schweiz (Indizierte sozioökonomische Indikatoren 2011)**

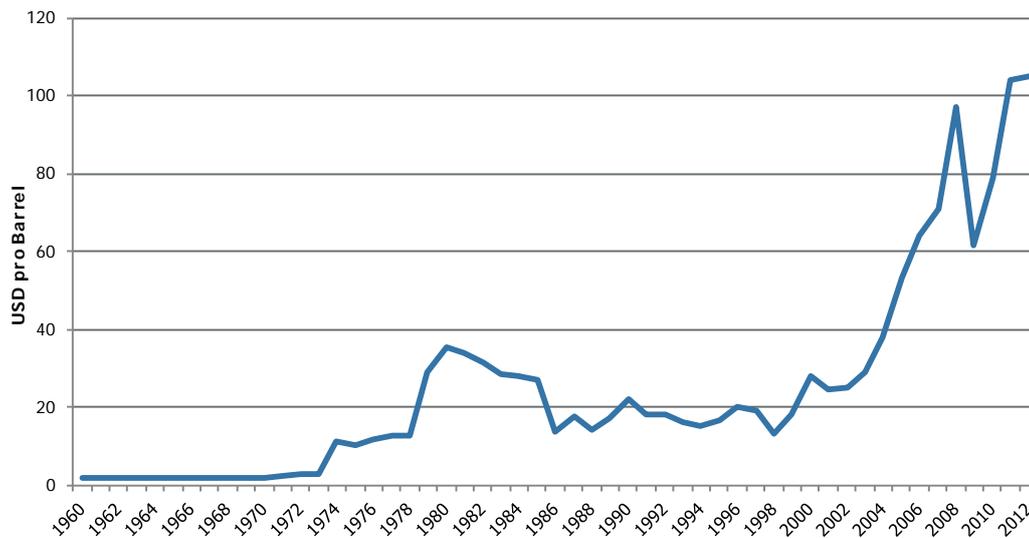


### 4.3.1 Die Preise werden reagieren

Wirtschaftlichen Lehrbüchern zufolge werden die Preise reagieren, sodass die Knappheit erkannt und rechtzeitig gehandelt werden wird. Stimmt das? In der Praxis widerspiegeln die Preise nicht unbedingt die effektive Knappheit der jeweiligen Güter (Norgaard 1990). Manchmal tun sie dies überhaupt nicht, wie etwa im Falle der Wandertauben (vgl. Kasten 3).

Im Ressourcenbereich preisen die Spot- und Futurespreise tendenziell eher die kurzfristige als die langfristige Verfügbarkeit ein. Dabei wird vor allem auf die von Menschenhand geschaffenen Lager und die aktuellen Handelsströme abgestellt und weniger auf Parameter wie physikalische Reserven, Biokapazität oder geopolitische Trends. Öl ist ein Beispiel dafür. Angesichts der drohenden Aufzehrung der grossen, leicht zugänglichen Reserven hinkt sein langfristiger Preis hinter seinem theoretischen Wert her. Dieser «fehlende Wert» erklärt sich aus den bisher missglückten Versuchen, die negativen Externalitäten wie die CO<sub>2</sub>-Emissionen über den Kohlenstoffmarkt zu internalisieren. Solange der Ölpreis nicht auf ein Niveau steigt, dass eine abschreckende Wirkung auf die Hauptverbraucher (z.B. das Transportwesen) hat, kann man sich fragen, ob dieser Preisanstieg nicht gerade deshalb ausbleibt, weil die Wirtschaftsakteure in der festen Überzeugung, dass Erdöl nie vollständig ersetzt werden kann, lieber eine Vogelstraus-Politik betreiben.

Abb. 4-7 Rohölpreis



Quelle: UNCTAD (2014)

### Kasten 3: Wandertauben

Die Wandertaube, oder auch *Ectopistes Migratorius* genannt, ist die bekannteste ausgestorbene Tierart seit der Dodo. Sie war auch die verbreitetste Vogelart in Nordamerika, bevor sie von den Menschen in den 1870er Jahren ausgerottet wurde. Ein Zugvogelschwarm umfasste typischerweise mehrere Milliarden Einzeltiere. 1813 sah John James Audubon einen Schwarm, der mit einer Geschwindigkeit von beinahe 100 Stundenkilometern dahinflog und den Mittagshimmel verdunkelte: Dies war nur die Vorhut eines Vogelzugs, der ganze drei Tage dauern sollte. Der Vogel wurde zu seinen Lebzeiten wenig untersucht. Von Interesse war nur, wie er gefangen, getötet und gekocht werden konnte. Die wesentliche Frage ist, wie eine Vogelbevölkerung von mehreren Milliarden in weniger als fünfzig Jahren auf null sinken konnte. Die Antwort lässt sich so zusammenfassen: Der Vogel schmeckte gut, und er wurde am städtischen Markt nie auch nur annähernd unter Berücksichtigung seiner zunehmenden Knappheit bewertet.

Im ländlichen Amerika, das noch nicht von Autobahnen durchquert wurde, schien diese Schlachterei die riesige Taubenbevölkerung nur leicht zu verringern. Nach dem Bürgerkrieg begann sich die Situation allerdings rasch zu ändern. Man konnte sich telegrafisch darüber informieren lassen, wo Tauben nisteten und per Zug rasch dorthin gelangen, um dann in einer weit entfernten Stadt die getöteten Vögel zu verkaufen. Bald schon begannen Berufsjäger die Vögel zu dezimieren. Sie transportierten die erlegten Wandertauben zu Zehntausenden in Kühlautos ab. Dies bedeutete, dass die in die wachsenden Städte gezogenen ländlichen Migranten immer noch Wild essen konnten. All dies fiel mit grossangelegten Waldrodungen zusammen, durch die immer mehr Wandertauben-Habitate zerstört wurden. Schliesslich blieb nur noch ein Wandertauben-Paar namens George und Martha (nach dem US-Präsidenten George Washington und seiner Frau) im Cincinnati Zoo übrig, bis Martha am 1. September 1914 starb. Das traurige Schicksal der Wandertaube führte zum ersten bundesweiten Vogelschutzgesetz, der Lacey Act von 1900.

(nach Jonathan Rosen, *The New Yorker*, 28.02.2014)

Gemäss dem wahrscheinlichsten Szenario werden die Ölpreise nach oben tendieren, ganz zu schweigen von der Volatilität, was in Anbetracht der bedeutenden Rück- und Vorwärtsverflechtung von Erdöl für die meisten übrigen Ressourcenpreise wegweisend sein wird – eine Rückkehr zu einfach zugänglichen, billigen Ressourcen wird unmöglich sein. Dies würde indessen nicht genügend rasch und umfassend geschehen, um den Übergang ins nächste, erdölfreie Zeitalter zu erlauben.

Neben diesem Hauptszenario kann man sich zwei gegensätzliche, extremere Szenarien vorstellen. Angenommen die Schweizer Wirtschaftsakteure wären wie reiche Bieter an der globalen Ressourcenauktion, bei der die Preise die Verknappung exakt widerspiegeln würden (wie in der Traumwelt eines Umweltökonomens): Dann wäre eine optimale Faktorallokation möglich, strukturelle Verknappung würde vermieden und die internationale Arbeitsteilung würde perfekt funktionieren. Brächte ein solch härteres Lehrbuch-Universum tatsächlich mehr Sicherheit in Bezug auf die Ressourcenversorgung und die Handelswege verglichen mit unserer – aus theoretischer Sicht – unvollkommenen Welt? Dies ist nicht gesagt, denn nur gerade Landeigentümer, Markeninhaber und Privatiers könnten in einer solch teuren, ökologisch und ökonomisch korrekten Welt bestehen. Ohne Mechanismen zur Vermögensumverteilung wird eine Minderheit von Gewinnern alles nehmen. Der Mehrheit der Verlierer würde nichts anderes übrig bleiben, als sich zu erheben und wie zu Robin Hood's Zeiten die Zuliefererouten zu sperren.

Sollten andererseits die Ressourcenpreise der Verknappung und den ökologischen Grenzen dauerhaft nicht Rechnung tragen, dann wären mangels einer genügend raschen, umfassenden technologischen Substitution Versorgungsstörungen strukturell vorprogrammiert. Der Ausgang wäre ähnlich wie oben: Weltweite soziale Unruhen würden die internationale Szene in Aufruhr versetzen und die globalen Lieferketten viel unsicherer machen.

Fazit: Sollte der Verknappung und dem Entstehen wiederholter Engpässe allein über die Preise beigegeben werden, dann wäre sowohl bei «genug hohen» als auch bei «viel zu tiefen» Ressourcenpreisen» mit einem beunruhigenden Ausgang zu rechnen. Der Teufel liegt in der Nichtübereinstimmung zwischen Wirtschaft und Thermodynamik, wie die Betrachtung der Gesamtkette der systemischen Nebenwirkungen (inklusive der sozialen und ökologischen Feedbacks) zeigt.

### 4.3.2 Die Technologie wird uns retten

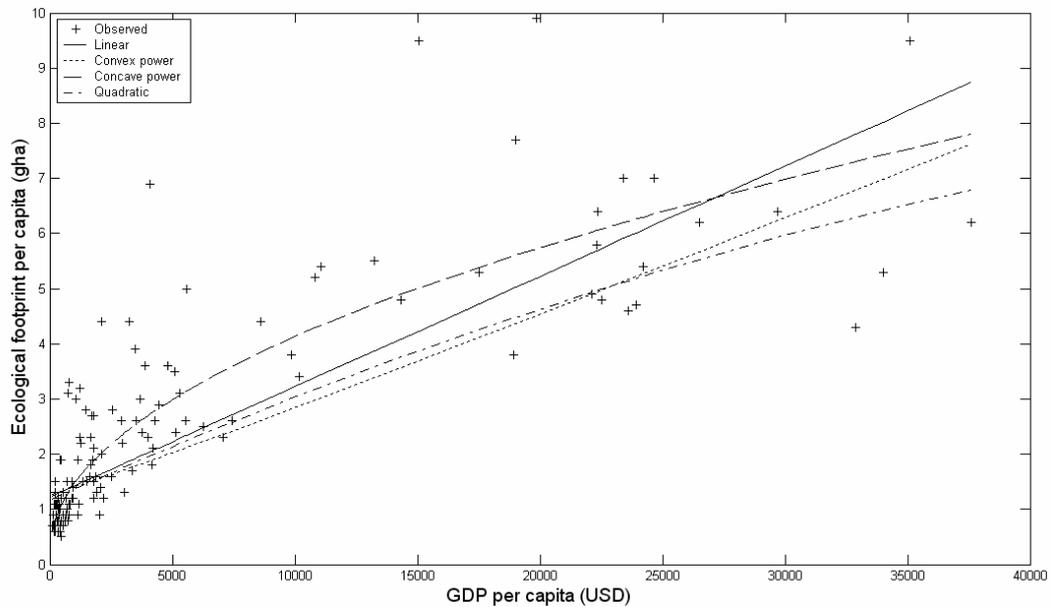
Hier stellt sich die Frage: welche Technologie? Bestimmte Technologien reduzieren tatsächlich die Ressourcenunabhängigkeit (Fahrräder, Isolierung, CleanTech), während andere den Ressourcenverbrauch erhöhen und viel weniger erschwinglich wären, wenn Ressourcen und Energie nicht so günstig wären (Kunststoffe, Smartphones, SUVs, Laubbläser anstelle von Laubrechen). So wurden etwa die aus der ICT-Revolution resultierenden Arbeitsproduktivitätsgewinne teilweise über den Ersatz von Arbeit durch mehr Ressourcen- und Energieeinsatz erzielt. Ausserdem gilt es zu bedenken, dass die Ressourcenförderung umso teurer wird, je mehr Grenzförderung oder Extremtechnik benötigt werden, um leicht zugängliche hochwertige Reserven zu ersetzen. In der Erdölindustrie nimmt der Erntefaktor (EROI) rasch ab (Hall et al. 2013).

Die Energieintensität pro BIP-Einheit dürfte mit der Zeit in den meisten einkommensstarken Industrieländern abnehmen. Not tut eine technologische Revolution, die genug Ressourcenentkoppelung bringt, damit die globale Gesellschaft wieder innerhalb des Ein-Planeten-Budgets operieren kann.

In Abb. 4-8 finden Bagliani, Bravo und Dalmazzone (2008), dass es keinen Wendepunkt des BIP im Verhältnis zum Footprint gibt. Letzterer steigt einhergehend mit dem Pro-Kopf-BIP an, wenn auch mit abnehmendem Tempo. Gewisse technologische Verbesserungen ermöglichen zwar eine Senkung der Footprint-Intensität bei höheren BIP-Niveaus pro Kopf. Doch vermag die Technologie den Effekt eines Anstiegs des Pro-Kopf-BIP auf den Footprint des Verbrauchs nicht auszugleichen. Ein höheres Einkommen hat in der Vergangenheit immer wieder einen höheren Ressourcenverbrauch mit sich gezogen.

Lässt sich messen, welcher Effizienzgewinn nötig wäre, um Ressourcen und Energie absolut gesehen von einem immer noch wachsenden BIP zu entkoppeln? Der 2006 veröffentlichte Stern-Report über die Kosten des Klimawandels gibt darauf keine Antwort. Er sieht aber voraus, dass die Kosten bei frühem Handeln viel geringer ausfallen als bei hinausgezögertem Handeln. Unter Handeln ist unter anderem eine Nutzung der bioproduktiven Ressourcen und fossilen Brennstoffe zu verstehen, die den planetarischen Grenzen Rechnung trägt.

Abb. 4-8 Pro-Kopf-Footprint versus Pro-Kopf-BIP 2001



Länderübergreifende Daten. Die Grafik zeigt lineare, konvexe Potenz-, konkave Potenz- und quadratische WLS-Regressionskurven.

Quelle: Bagliani, Bravo und Dalmazzone (2008)

Obwohl die Schweiz beträchtliche Anstrengungen unternommen hat, fand bisher keine absolute Ressourcenentkoppelung (jedes Jahr weniger Ressourcen und Energie als im Vorjahr brauchen) statt. Im Wohnbereich wird dank mehr Energieeffizienz weniger Öl verbraucht, was allerdings wegen der Verkehrszunahme durch den erhöhten Benzinverbrauch (trotz effizienterer Fahrzeugflotten) wettgemacht wird. Dennoch könnte man versucht sein anzunehmen, dass uns eine Beschleunigung der relativen Entkoppelung (das heisst heute pro produzierte Einheit weniger Ressourcen und Energie brauchen als gestern) der notwendigen absoluten Entkoppelung immer näher bringt. Hier ist allerdings Vorsicht am Platz: Die Grenzkosten der relativen Entkoppelung nehmen immer stärker zu, nachdem alle einfachen und «politisch machbaren» Technologiemanagement-Optionen ausgeschöpft worden sind. Schliesslich muss das Stanley Jevons Paradoxon – erhöhte Ressourceneffizienz führt nicht ceteris paribus zu einer geringeren gesamtwirtschaftlichen Ressourcennachfrage – erst noch durch empirische Beobachtungen widerlegt werden.

### 4.3.3 Das hohe Einkommensniveau der Schweiz wird uns retten

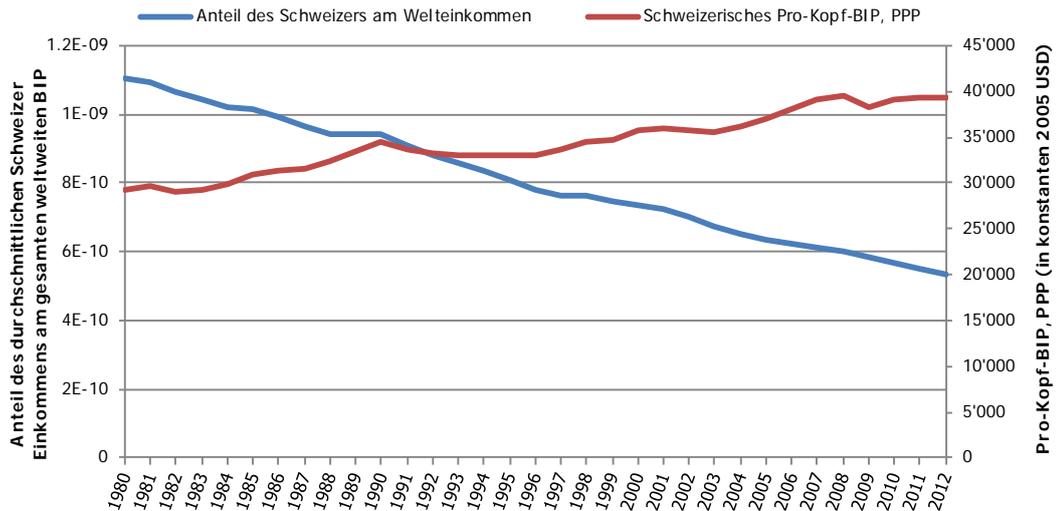
In vielen Ländern könnten die steigenden Ressourcenkosten am Wachstum nagen. Es könnte gar einige BIP-Prozentpunkte kosten. Vor dem Hintergrund des schleppenden Wirtschaftswachstums (weniger als 2% per annum im letzten Jahrzehnt) in den Ländern mit hohem Einkommen (Fatas, INSEAD 2014) und – sofern sich die Hypothese der langfristigen Stagnation als richtig erweisen sollte (Canuto et al. 2014) – eines schwachen Wachstumspotenzials könnten solche zusätzliche Ressourcenkosten als ein Einkommensabfluss empfunden werden. In Anbetracht der hohen finanziellen Belastbarkeit der Schweiz und ihres kontinuierlich steigenden Pro-Kopf-Einkommens könnte man argumentieren, dass die Schweizer Wirtschaftssubjekte auf jeden Fall auch in Zukunft zu den bevorzugten Käufern an den internationalen Ressourcenmärkten zählen werden und damit ohne Frage eine schwere Ressourcenkrise besser als der Durchschnitt überstehen können. Diese Argumentation wird aber durch zwei, bereits in diesem Kapitel erwähnte Beobachtungen in Frage gestellt:

- Kommt es tatsächlich zum oben erwähnten Wettlauf um die Ressourcen, dürften die Handelsströme, die internationalen Märkte und die Geopolitik eine drastische Veränderung erfahren. Der Zugang zu den internationalen Ressourcen würde dann auf eine Art sichergestellt, die sich nur noch entfernt mit

der heutigen wohlwollenden «globalen Auktion» vergleichen liesse, wo die Kaufkraft noch immer als entscheidender Erfolgsfaktor fungiert.

- Aber selbst wenn wir von solchen beängstigenden internationalen Szenarien absehen, ist zu sagen, dass das schweizerische Durchschnittseinkommen relativ gesehen abnimmt, da der Anteil des typischen Schweizer Wirtschaftssubjekts am Welteinkommen sinkt. Dies bedeutet, dass die schweizerischen Käufer an den internationalen Märkten immer mehr mit anderen Käufern konkurrieren müssen, die es – wie die Chinesen heute – geschafft haben, ihre relative Kaufkraft zu steigern.

**Abb. 4-9 Pro-Kopf-Einkommen des Schweizers, absolut, und als Prozent des Weltgesamteinkommens**



Quelle: Feenstra (2013)

Ein Gegenargument zur Ansicht, dass die Schweiz anfällig auf steigende Ressourcenpreise ist, wäre etwa: Die Schweiz ist derart auf das äusserste Ende der Wertschöpfungskette spezialisiert, dass sie in Bezug auf die Ressourcenpreisentwicklung nahezu insensitiv ist. Ausserdem fällt es den Schweizer Unternehmen leicht, Preiserhöhungen auf die internationalen Konsumenten zu überwälzen. Schliesslich lässt sich sagen, dass viele Ressourceninputs vom schweizerischen Zwischen- und Endverbraucher wie Sättigungsgüter behandelt werden, bei denen die Preiselastizität der Nachfrage definitionsgemäss nahezu null ist. Hier kann es sich um Güter wie Rohkaffee, Kakao, Getreide, Kautschuk, Metalle oder Seltene Erden für hochwertige Export-Markenartikel handeln, inklusive Anlagegüter.

Tatsächlich dürfte ein anhaltender Anstieg der Ressourcenpreise – schliesst man andere Externalitäten wie Handelsspannungen aus – die Performance der Schweizer Wirtschaftssubjekte vor allem über eine Schmälerung der Gewinnmargen beeinträchtigen. Dies deshalb, weil der Ressourcenpreisanstieg einerseits die Gesamtkaufkraft der schweizerischen Absatzmärkte verändern könnte, andererseits aber auch zu einem Abfluss der ausländischen Direktinvestitionen führen könnte, die Einkommen generieren und sich bisher positiv auf die Schweiz als sicheres Anlageland ausgewirkt haben.

#### 4.3.4 Der Handel und Massnahmen zur Ressourcensicherung werden uns retten

In einer Welt des Überflusses mit weit entfernten ökologischen Grenzen würde der Handel als ewiger Puffer den Mangel an nationaler Biokapazität vor dem Hintergrund des ständig zunehmenden Verbrauchs ausgleichen. Viele setzen nach wie vor auf eine solch simple Welt. Nur wenige widerstehen dieser bequemen Idee! Darunter die Verfechter der biophysikalischen Sicht: Diese stellen fest, dass die Gesamtbilanz zwischen den Ländern mit einer Biokapazitätsreserve und einem Biokapazitätsdefizit seit den 1970er Jahren negativ ist. Mittlerweile bräuchte es wie gesagt 1<sup>1/2</sup> Erde, um die von der Menschheit beanspruchte Biokapazität zu regenerieren.

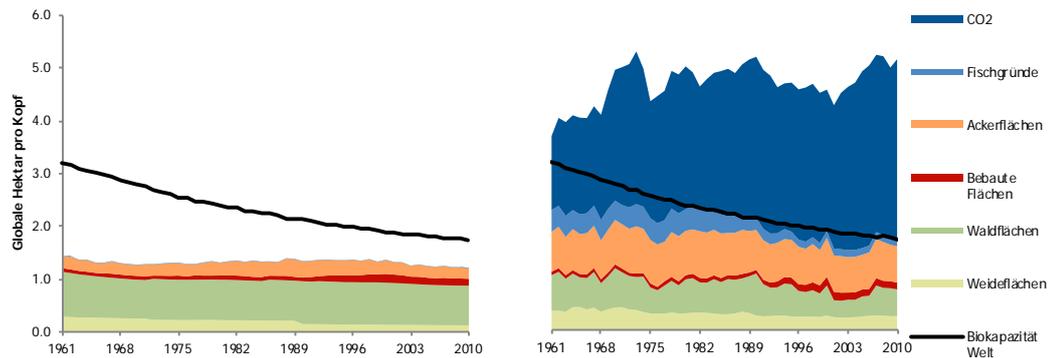
Aber ist die Schweiz nicht auch hier ein Sonderfall? «Too small to fail», aber als proaktive Anbieterin von Guten Diensten international dennoch unumgänglich? Die Schweiz scheint gut vorbereitet, um in jeder Situation einen optimalen Weg zu finden – ob in einer globalen Auktion der schwindenden Ressourcen oder noch schlimmer in einem globalen Wettlauf um die Ressourcen, falls sich der Ressourcen-Nationalismus verschärfen sollte. Im Sinne einer solch selbstzufriedenen Einschätzung liesse sich etwa argumentieren, die Herausforderungen in der Ressourcenfrage seien bereits erkannt und die Schweiz sei gut vorbereitet. Schliesslich hat sie eine lange Tradition der Sicherheitspolitik und legt seit jeher den Fokus auf Sicherheit und Risikoreduktion, dies in den verschiedensten Bereichen wie obligatorische Lagerhaltung, Nahrungsmittel, Energie, Umwelt, Sparsamkeit, Beschäftigung, fiskale Vorsicht, Handel, Verteidigung oder Aussenpolitik. So bezweckt etwa die Landwirtschaftspolitik einen Selbstversorgungsgrad von rund 60 Prozent, während die Aussenwirtschaftspolitik die strategische Versorgung gewährleisten soll. Die Schweiz hat frühzeitig die festgefahrene Situation in der WHO erkannt und bilaterale Strategien entfaltet. Allerdings sei hier bemerkt, dass entsprechende Verträge leichter mit Ländern abzuschliessen sind, die ebenfalls unter Ressourcenmangel leiden, als beispielsweise mit Brasilien oder Russland. Doch wie vorteilhaft all diese institutionellen Vorkehrungen in der Schweiz auch sein mögen, so muss die gehandelte Biokapazität doch von irgendwoher kommen. Es bleibt eine Tatsache, dass alle Handelspartner tendenziell mehr von den sich verknappenden bioproduktiven Ressourcen abhängen.

#### 4.3.5 Und sogar falls ...

... die Preise, die Technologie, das hohe Einkommen und der Handel die Schweiz tatsächlich vor dem Schlimmsten schützen sollten, so sieht sich das Land dennoch mit einem ernsthaften Biokapazitätsdefizit konfrontiert. Hier schafft eine blosser Entfernung der CO<sub>2</sub>-Komponente vom Gesamtfootprint keine Abhilfe. Dies ist aus Abb. 4-10 unten ersichtlich, wo auch die globale Pro-Kopf-Biokapazität aufgeführt ist.

Lohnt es sich, dass sich die Innenpolitik dieser Frage annimmt? Ist es politisch möglich, unilaterale Massnahmen zu ergreifen, um die Risiken zu reduzieren, die sich aus der Abhängigkeit der Schweiz von der Biokapazität anderer Rechtsordnungen vor dem Hintergrund einer möglichen Erschwerung des Ressourcenzugangs ergeben? Würden solche unilateralen Anstrengungen nicht der heutigen Wettbewerbsfähigkeit schaden und unbeabsichtigt Wettbewerber bevorteilen, die von diesen Anstrengungen als "Trittbrettfahrer" profitieren möchten? Diese Fragen sind nicht leicht zu beantworten, da die Hauptgewinne aus derartigen Massnahmen erst in der Zukunft sichtbar würden, während die Kosten bereits heute spürbar wären. Werden unilaterale Massnahmen nicht durch kurzfristig anfallende, positive Nebeneffekte belohnt, muss man sich ernsthaft fragen, ob es nicht leichtsinnig wäre, die heutige Wettbewerbsfähigkeit dem künftigen Wohlstand zu opfern. Diese Frage stellen sich denn auch viele Regierungen, die mit dem durch die National Footprint Accounts erbrachten Beweis konfrontiert werden.

Abb. 4-10 Biokapazität und Footprint der Schweiz pro Kopf auf derselben Skala



Quelle: Global Footprint Network (2014)

Die Kurve der globalen Pro-Kopf-Biokapazität in Abb. 4-10 scheint sich als Benchmark für den Vergleich mit dem Pro-Kopf-Footprint der einzelnen Nationen zu eignen. Dies gilt insbesondere für das Benchmarking der Kohlenstoffkomponente – in den reichen Ländern die wichtigste Komponente – der nationalen Footprints, da die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Nationen auf Kosten des globalen – und nicht des nationalen ökologischen Kapitals externalisiert werden. Diese Benchmark kann auch als faire und gleiche Biokapazitätsallokation pro Person interpretiert werden – unabhängig davon, wo und wann sie/er geboren wurde (Die pro Kopf verfügbare Biokapazität kann sich von einem Jahr zum anderen ändern, dies infolge positiver oder negativer Entwicklungen, einschliesslich Bevölkerungsveränderungen oder Erntesteigerungen dank Technologieverbesserungen oder Inputsteigerung). Es gilt zu beachten, dass diese Benchmark auf der idealistischen Annahme beruht, dass jeder Mensch Zugang zu seinem gleichen Anteil an der globalen Biokapazität hat, unabhängig von seinem Geburtsort in einer Welt, in welcher der Welthandel und die Transportinfrastrukturen eine zuverlässige Ressourcenversorgung gewährleisten. Aber gibt es denn überhaupt eine solche Welt mit idealen Handels- und Infrastrukturverhältnissen, ohne geografische und geopolitische Hindernisse?

Die Ressourcenausstattung eines Landes, wie sie anhand der nationalen Pro-Kopf-Biokapazität annähernd ausgedrückt wird, ist also als Treiber für nachhaltige nationale Massnahmen immer noch von Bedeutung. Die Pro-Kopf-Biokapazität beträgt derzeit weltweit 1,7 gha, in der Schweiz hingegen nur 1,2 gha. Als Land mit wenig biophysikalischen Ressourcen würde die Schweiz daher besser dastehen, wenn die globale Benchmark zur Bestimmung ihres Biokapazitätsdefizits herangezogen würde. Ein ressourcenreiches Land wie Kanada hingegen würde dabei schlechter abschneiden. In Analogie zur Landwirtschaft muss die Schweiz die fehlende Biokapazität anderswo besorgen, wenn sie mehr als 1,2 gha pro Person verbrauchen will, ohne ihre eigenen Ökosysteme zu übernutzen. Genauso ist es für einen Bauer nützlicher, die eigene Kuhherde mit der Grösse seines Bauernhofs zu vergleichen als mit der durchschnittlichen Bauernhofgrösse.

Will man sich eine Vorstellung von den wirtschaftlichen Folgen der ökologischen Grenzen machen, ist es daher zweckdienlicher den Footprint eines Landes in Bezug zu seiner eigenen Biokapazität zu betrachten. Dies stellt keinen Aufruf zu einem Leben im Rahmen der eigenen Biokapazität dar. Schon gar nicht wird Selbstversorgung oder Autarkie vorgeschlagen. Denn Handel bringt ja viele Spezialisierungsvorteile. Es sollen nur die Folgen aufgezeigt werden, die sich aus einer die inländische Kapazität übersteigenden Nachfrage ergeben, und dass nicht alle Nettoimporteure sein können.

Daher empfiehlt Global Footprint Network ebenfalls die Verwendung der nationalen Biokapazität als Benchmark, obwohl die globale Pro-Kopf-Biokapazität von vielen als ein gerechter Benchmark angesehen wird.

## 4.4 Wie kommt dieses Risiko im Einzelnen zum Tragen?

Akzeptieren wir den Grundsatz, wonach die ökologischen Grenzen die künftige Wirtschaftsleistung bestimmen und die entsprechenden Risiken ohne Gegenmassnahmen zu einer signifikanten Gefahr werden, was bedeuten dann diese Trends für Länder wie die Schweiz?

Der folgende Abschnitt analysiert, inwiefern das sich aus der Abhängigkeit von Ressourcenimporten ergebende Risiko die nationale Wettbewerbsfähigkeit beeinflusst, insbesondere im Falle der Schweiz. Es gibt eine umfangreiche Literatur über die Auswirkungen von Ressourcenexporten auf das Wirtschaftswachstum. Bei den untersuchten Ressourcen handelt es sich zumeist um nicht erneuerbare Ressourcen wie Erdöl oder Erze. Es zeigt sich generell, dass Länder mit angemessenen Institutionen und hohem Humankapital vom Export ihrer natürlichen Ressourcen profitieren. Dies gilt für Länder wie Norwegen und Chile. Diese sind im Vergleichssample berücksichtigt. In vielen Ländern wirken sich die Ressourcenexporte indes negativ auf das Wirtschaftswachstum aus; dies infolge korrupter Regime, die sich daran zu bereichern suchen (Deaton 1999; Sachs und Warner 1999). Den erneuerbaren natürlichen Ressourcen wurde bislang viel weniger Beachtung geschenkt. Allerdings werden sie nun zunehmend als wichtiger Faktor für das Wirtschaftswachstum anerkannt. Collier und Goderis (2009) kamen zum Schluss, dass Rohstoffbooms kurzfristig positive Auswirkungen auf die exportierenden Länder haben, sich langfristig aber infolge der nicht-landwirtschaftlichen Rohstoffe wie der fossilen Brennstoffe negativ auswirken. Preiserhöhungen bei den Landwirtschaftsprodukten machen vor allem den einkommensschwachen Ländern zu schaffen, während Preiserhöhungen bei den fossilen Brennstoffen alle Volkswirtschaften treffen, vor allem aber jene mit hohem Einkommen, da deren Erdölnachfrage hoch ist.

Gegenwärtig werden zunehmend auch die Folgen der Abhängigkeit von Ressourcenimporten auf das Wirtschaftswachstum untersucht. Carmody (2011) bezeichnet die steigende Ressourcen- und Importnachfrage als ein «scramble for Africa» (Wettlauf um Afrika), bei dem sich die Länder ihre langfristigen Ressourcenimporte aus Afrika zu sichern versuchen. Die Abhängigkeit von den Ressourcenimporten ist zu einem wichtigen Faktor geworden, seitdem die Preisvolatilität an den Ressourcenmärkten im neuen Millennium markant gestiegen ist. Baffes und Haniotis (2010) zeigen, dass auch die Rohstoffpreise im Laufe der Zeit gestiegen sind. Sie kommen zum Schluss, dass die einkommensschwachen Länder im Durchschnitt anfälliger auf negative Einflüsse sind. Im folgenden Abschnitt wird untersucht, weshalb die Abhängigkeit von Ressourcenimporten die Wirtschaftsleistung beeinflussen könnte und welche Risiken sich daraus ableiten. Diese Analyse basiert auf dem E-RISC-Projekt von Hill Clarvis et al. (2013), angewendet auf das 14 Länder umfassende Vergleichssample.

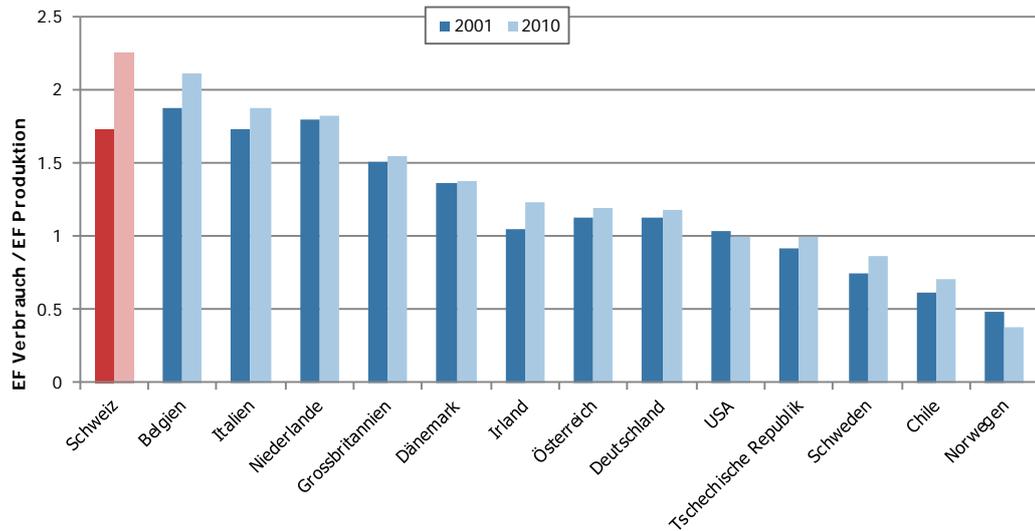
### 4.4.1 Was sind ressourcenbedingte Risiken?

Im Abschnitt 3 wurde angedeutet, dass die Verfügbarkeit von bioproduktiven Ressourcen letztendlich die Verfügbarkeit anderer Naturressourcen bestimmt, da sie ein limitierender Faktor für die Förderung von Rohstoffen, einschliesslich Erdöl und Erze, ist. Daher wird von nun an der gebräuchlichere Begriff «natürliche Ressourcen» als Synonym für bioproduktive Ressourcen verwendet. Diejenigen Länder des Samples, die Nettoimporteure von Naturressourcen sind, reagieren im Allgemeinen anfälliger auf entsprechende Handelsschocks. Diese Schocks können die Form von Preisschocks an den internationalen Märkten für landwirtschaftliche und mineralische Rohstoffe oder von unilateralen Handelsmassnahmen annehmen. Als Beispiel sei hier der 2008 von Russland verhängte Weizenexportstopp erwähnt.

Abb. 4-11 zeigt die Entwicklung der Abhängigkeit der verschiedenen Länder von Ressourcenimporten zwischen 2001 und 2010. Die Abhängigkeit von Ressourcenimporten wird als das Verhältnis zwischen dem Footprint des Verbrauchs (EF of consumption) zum Footprint der Produktion (EF of production) definiert, das heisst eins plus das Verhältnis des Footprint des Nettoressourcenhandels zum Footprint der Produktion. Alle Länder ausser Norwegen verzeichneten zwischen 2001 und 2010 einen Anstieg ihrer Nettoressourcenimporte. Interessanterweise weist die Schweiz sowohl die höchste (in Prozent) als auch die am stärksten gestiegene (um 23%) Abhängigkeit von Ressourcenimporten auf. Eine Verhältniszahl von über

eins bedeutet, dass ein Land mehr Ressourcen aus dem Ausland importieren muss, als es exportiert, um den inländischen Verbrauch zu decken. Bei den USA, Schweden sowie bei Chile und vor allem Norwegen liegt die Kennzahl unter eins. Diese Länder sind also weniger stark von Ressourcenimporten abhängig; im Gegensatz zur Schweiz, wo diese Abhängigkeit ziemlich hoch ist. Aufgrund ihres kleinen Binnenmarkts und der kritischen Abhängigkeit von Ressourcenimporten ist die Schweiz an den internationalen Ressourcenmärkten ein Preisnehmer. Steigen die Preise, dann steigen für die Schweiz auch notgedrungen die Importkosten.

Abb. 4-11 Abhängigkeit von Ressourcenimporten

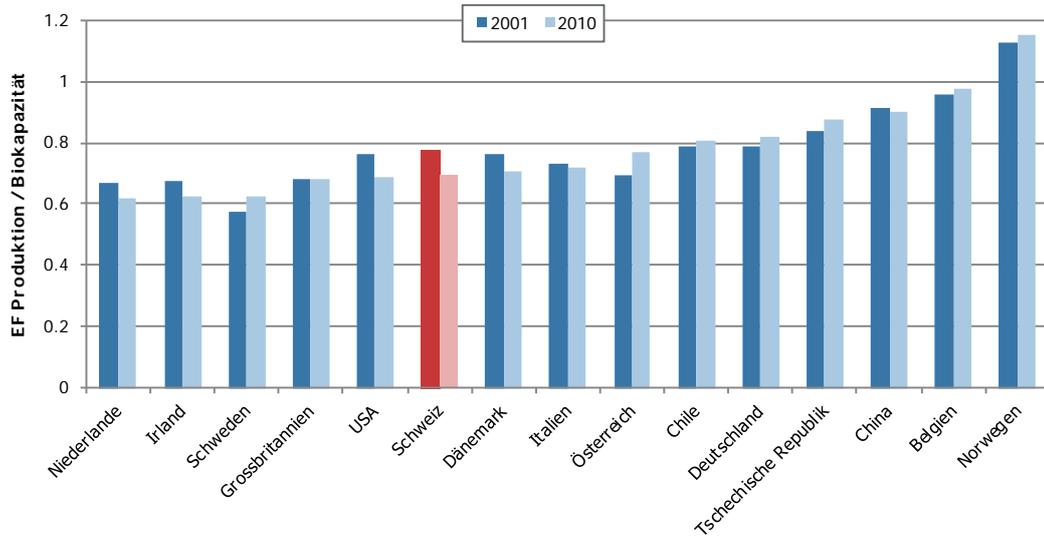


Quelle: Global Footprint Network (2014)

Eine Übernutzung des zugrundeliegenden ökologischen Kapitals eines Landes (z.B. Bodenfruchtbarkeit, Grundwasser, Fischbestände, Waldbestände für die Kohlendioxidaufnahme, Brennholz und Holz sowie Biodiversität) verringert notgedrungen seine künftige Biokapazität. Die Übernutzung ist daher ein weiterer wichtiger Faktor, der die Abhängigkeit von Ressourcenimporten beeinflusst. Da sie im Endeffekt die Produktivität des eigenen ökologischen Kapitals verringert, führt sie mit der Zeit bei gleichbleibendem Verbrauch zu einer Zunahme der Ressourcenimporte. Übernutzung kann einen irreversiblen Abbau nationaler Biokapazität verursachen und damit die Kapazität zur Erneuerung von bioproduktiven Ressourcen im Inland verringern.

Abb. 4-12 zeigt die Ressourcenübernutzung als Verhältnis des Footprints der Produktion (EF of production) zur Biokapazität. Im Zähler sind alle Flächentypen berücksichtigt, ausser die der CO<sub>2</sub>-Aufnahme dienenden Flächen. Ein Verhältnis über eins ist ein Hinweis dafür, dass ein Land seine Biokapazität wegen Übernutzung der heimischen Naturressourcen gefährdet. Eine Kennzahl unter 1 deutet darauf hin, dass die Biokapazität eines Landes nicht gänzlich für die Produktion gebraucht wird, was mehr Handlungsspielraum hinsichtlich des künftigen Ressourcenverbrauchs lässt. Solch ein Land kann indessen Ressourcen auf nicht-nachhaltige Weise verbrauchen, was nicht aus dem Footprint ersichtlich ist. Die meisten Länder des Samples, so auch die Schweiz, weisen eine Kennzahl von weniger als 1 auf. Dies ist für die betroffenen Flächentypen (Die National Footprint Accounts vermögen infolge methodologischer Einschränkungen und Datenmangel bis anhin Überweidung oder Überernten von Ackerland noch nicht aufzuzeigen) eher ein gutes Ergebnis. Dies ist typisch für Länder mit hohem Einkommen, die es sich leisten können, eine höhere Rechnung für ihre Ressourcenimporte zu bezahlen und es dabei geschafft haben, den ökologischen Druck von ihrer heimischen Ressourcenbasis abzuwenden. Es ist erwähnenswert, dass die Schweiz zusammen mit den USA und Dänemark zu den wenigen Ländern des Samples gehört, die ihre Übernutzung deutlich gesenkt haben.

Abb. 4-12 Ressourcenübernutzungsgrad (ohne CO<sub>2</sub>-Footprint im EF der Produktion):

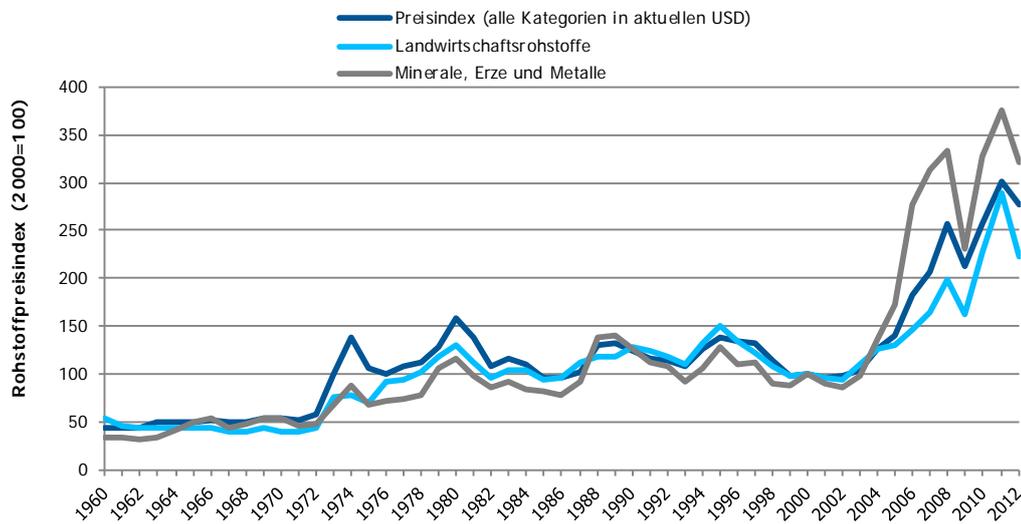


Quelle: Global Footprint Network (2014)

#### 4.4.2 Wirtschaftliche Bedeutung von Ressourcenrisiken

In diesem Abschnitt wird die Preisvolatilität der Importe analysiert, um zu evaluieren, welche potenziellen Folgen die Abhängigkeit von Ressourcenimporten auf die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes hat.

Abb. 4-13 Agrarrohstoffpreisindex



Quelle: UNCTAD (2014)

Abb. 4-13 zeigt, dass der Trend der Rohstoffpreise nach oben zeigt. Betrachtet man die Realpreise, ergibt sich sogar ein noch volatileres Bild. Es zeigt sich, dass die Agrarrohstoffpreise seit 2000 um rund 250 Prozent gestiegen sind. In Kombination mit einer starken Abhängigkeit von Ressourcenimporten schaffen dieser markante Anstieg und die hohe Volatilität der Rohstoffpreise ein Risiko. Verfügt ein Land nicht über die finanziellen Voraussetzungen, um den Anstieg der Importpreise zu kompensieren, wird seine Handelsbilanz negativ beeinflusst.

Das Exposure gegenüber der Volatilität der Ressourcenpreise nimmt mit zunehmender Abhängigkeit von Ressourcenimporten zu. Aus Abb. 4-11 geht hervor, dass die Schweiz und Belgien exponierter gegenüber Preisschocks sind als die übrigen Länder des Samples. Ein Grossteil der importierten Ressourcen wird verarbeitet und wieder exportiert. Das verarbeitende Gewerbe ist auf stabile Ressourcenmärkte und stabile Preise angewiesen.

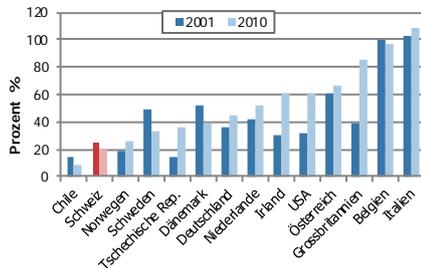
### 4.4.3 Finanzielle Belastbarkeit

Die Abhängigkeit von Ressourcenimporten mag ein allgemeines Risiko darstellen. Wie sich dieses Risiko auswirkt, hängt aber letztlich von der Fähigkeit eines Landes ab, die Exposition gegenüber der Volatilität der Ressourcenpreise oder gegenüber Versorgungsstörungen auszugleichen. Nachstehend sind verschiedene makroökonomische Indikatoren aufgeführt, die eine Vorstellung von der Belastbarkeit eines Landes gegenüber Ressourcenschocks und zunehmender Ressourcenverknappung vermitteln.

Abb. 4-14A zeigt die Staatsverschuldung der Länder des Samples in Prozent ihres BIP. Im Vergleichssample erscheint die Schweiz als das am zweitwenigsten verschuldete Land nach Chile und dies trotz ihrer geringen Ressourcenausstattung. Sie steht gut da, verglichen etwa mit Italien, dessen Verschuldungsgrad 100% übersteigt. Die USA wiesen ihrerseits 2010 einen Verschuldungsgrad von 61% auf. Es wird zurzeit heftig darüber diskutiert, welchen Einfluss die Verschuldung auf das Wirtschaftswachstum hat. Erst jüngst wurden Schwellenwerte revidiert, nachdem die Ergebnisse einer einflussreichen Studie renommierter Fachleute (Reinhart und Rogoff 2010) widerlegt wurden. Dennoch gibt es einen auf dem gesunden Menschenverstand beruhenden Konsens, wonach hohe Verschuldungsraten eine Volkswirtschaft tendenziell destabilisieren.

**Abb. 4-14 Finanzielle Belastbarkeit**

**A: Staatsverschuldung in Prozent des BIP**



Source: The World Bank (2014)

**B: Nettohandelsbilanz mit Waren und Dienstleistungen**

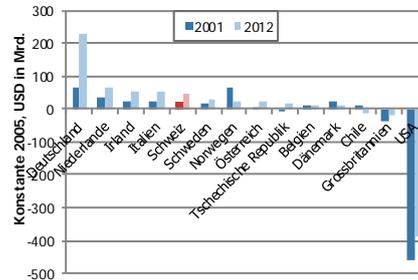


Abb. 4-14B zeigt die Nettohandelsbilanz der Länder des Samples in Geldwert für sämtliche Waren und Dienstleistungen (nicht länger beschränkt auf Biokapazitätshandel in gha). Demnach könnten verschiedene Länder steigende Importpreise – etwa für natürliche Ressourcen – bis zu einem gewissen Grad kompensieren. Deutschland weist den grössten Handelsbilanzgewinn, die USA das grösste Handelsbilanzdefizit auf. Die Schweiz steht unter den elf Nettoexporteuren des Samples nur an fünfter Stelle. Deutschland hebt sich mit seinem hohen Exportüberschuss ab. Dies ist generell und im Hinblick auf eine Kompensierung der Importabhängigkeit positiv, legt aber auch eine Abhängigkeit von den Absatzmärkten offen. Die Schweiz hat ein ähnliches, aber weniger markantes Profil. Die USA muss mit einem grossen, aber rückläufigen Handelsdefizit fertig werden, das zu einem Grossteil auf dem Fertigwarenhandel mit China beruht.

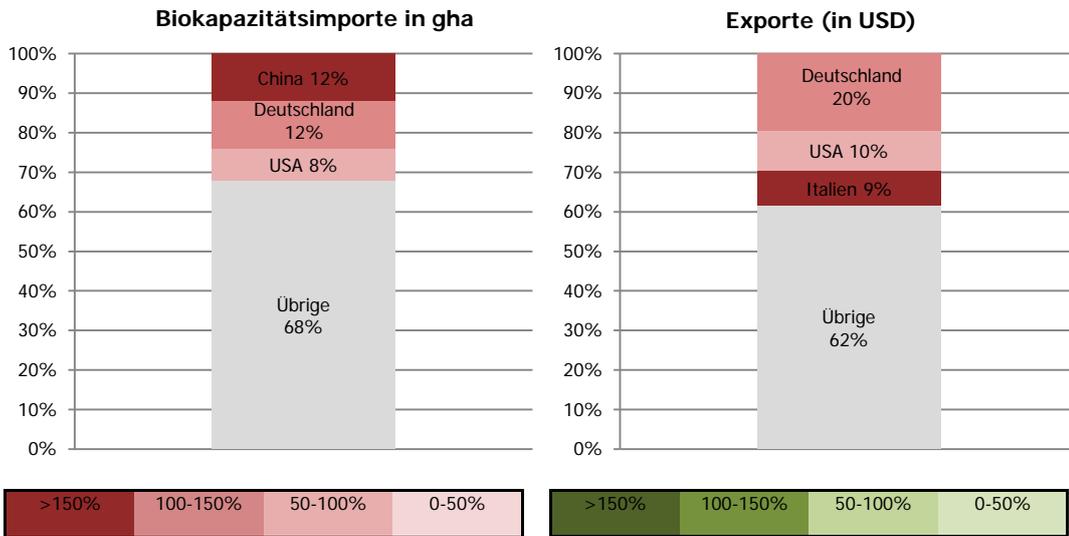
#### 4.4.4 Was bedeutet dies für die Schweiz? — Handelsqualität

An dieser Stelle lautet das positive Fazit, dass die Schweiz auch in Zukunft fähig sein dürfte, eine deutlich höhere Rechnung für ihre Ressourcenimporte zu bezahlen. Dies selbst dann, falls das inländische Angebot an natürlichen Ressourcen abnehmen, die Ressourcennachfrage hingegen infolge von Konsum- und Bevölkerungswachstum steigen sollte. Sofern die internationalen Handelsströme nicht signifikant gestört werden, weist die Schweiz derzeit also kein hohes Kaufkraftisiko in Zusammenhang mit ihrem Ressourcenverbrauch auf. Allerdings könnte sie für die Finanzierung ihrer Ressourcenimporte vermehrt von der wirtschaftlichen Stabilität ihrer Absatzmärkte abhängen. Dieser Aspekt wird weiter unten untersucht.

Zuvor möchten wir allerdings noch einen weiteren Punkt in die Betrachtung einbeziehen: Abb. 4-15 zeigt, dass die Naturressourcenimporte der Schweiz aus Ländern stammen, die selbst ein Biokapazitätsdefizit aufweisen. Dies deutet darauf hin, dass diese Länder ihren Zugang zu Biokapazität schwächen. Langfristig sind sie möglicherweise nicht in der Lage ihre Ressourcenexporte in die Schweiz auf dem heutigen Niveau zu halten. Das Biokapazitätsdefizit der drei Länder, die über ihre Ressourcenlieferungen den grössten Teil an «eingebetteter bioproduktiver und CO<sub>2</sub>-bindender Fläche» in die Schweiz exportieren, ist recht hoch; vor allem im Falle von China, woher die Schweiz 12 Prozent ihrer fehlenden Biokapazität importiert. Es ist erwähnenswert, dass Chinas Pro-Kopf-Footprint immer noch weniger als die Hälfte des Pro-Kopf-Footprints der Schweiz beträgt. Dies differenziert das vorherige positive Fazit dahingehend, dass das für die Schweiz im Zusammenhang mit ihrer Importabhängigkeit allenfalls bestehende Risiko eher auf mögliche Versorgungsstörungen als auf die Preisvolatilität zurückzuführen wäre.

Die zweite Grafik in Abb. 4-15 beleuchtet die wichtigsten Absatzmärkte für Waren und Dienstleistungen. Im Idealfall wären die Exportmärkte besser diversifiziert. Wie oben erwähnt, hat sich die Schweiz eine genügende Kaufkraft gesichert, um auch eine höhere Ressourcenrechnung als heute bezahlen zu können. Diese Kaufkraft stammt aber auch von dem durch die Exporte generierten Einkommen. Was geschieht, wenn die Absatzmärkte von einer Rezession betroffen werden? Die Schweiz exportiert weitgehend hochwertige Waren, wovon beinahe 40 Prozent in folgende drei Länder geliefert werden: Deutschland, USA und Italien. Die Wirtschaftsstabilität in diesen drei Ländern ist also für die Schweiz überaus wichtig. Fiskalpolitische Stabilität und Nettohandelsbilanz sind im Falle Deutschlands vielversprechend, nicht jedoch im Falle Italiens oder der USA. Gleiten Europa und/oder die USA in eine wirtschaftliche Depression könnte die Schweiz Schwierigkeiten haben, genügend Nachfrage für ihre Exporte zu finden, was rückwirkend ihre eigene Kaufkraft für Naturressourcenimporte beeinträchtigen könnte. Die komparativen Vorteile der Schweiz könnten unversehrt bleiben, aber ihre Wettbewerbsfähigkeit würde sich insgesamt zweifellos verändern, da ihr die Mittel zur Beibehaltung des notwendigen Investitionsniveaus fehlen würden. So zeigt Abb. 4-15, dass die Schweiz in eine Klemme geraten könnte: Zum einen verschlechtert sich die Biokapazitätsbilanz ihrer wichtigsten Ressourcenanbieter zusehends, zum andern sind ihre Waren- und Dienstleistungsexporte weiterhin auf einige wenige Länder konzentriert (per 2008).

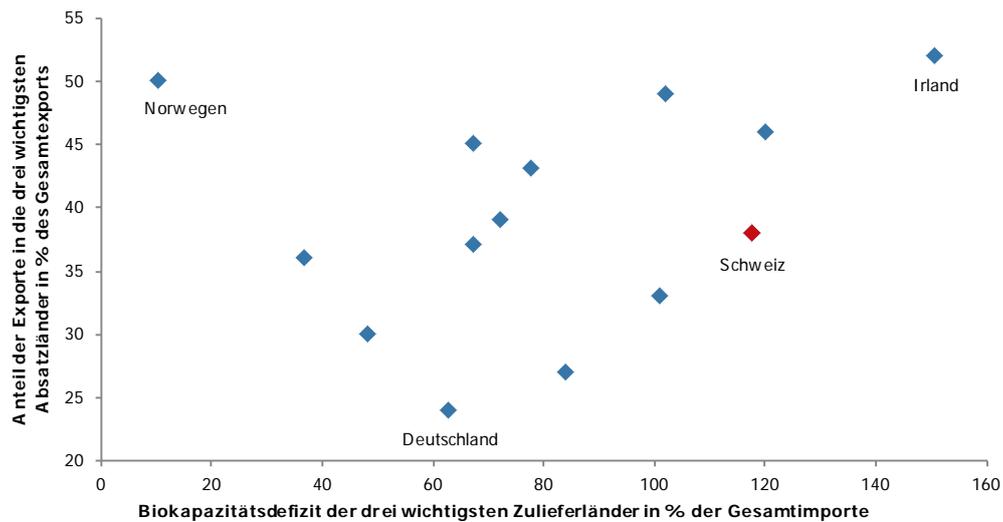
Abb. 4-15 Handelsqualität der Schweiz, 2008



Quelle: (Global Footprint Network 2014)

Abb. 4-16 stellt auf der Y-Achse für jedes Land des Samples den Diversifikationsgrad seiner Waren- und Dienstleistungsexporte sowie auf der X-Achse seine Anfälligkeit gegenüber Biokapazitätsdefiziten seiner Hauptzulieferer dar. Idealerweise würde ein bestimmtes Land seine Ressourcenimporte von Ländern mit einem möglichst geringen Biokapazitätsdefizit oder gar einer Biokapazitätsreserve beziehen und seine Waren und Dienstleistungen in eine möglichst breite Gruppe von Ländern exportieren. Je näher vom Nullpunkt sich ein Land befindet, umso geringer ist seine Anfälligkeit auf Veränderungen der Handelsqualität. Die Schweiz erscheint in beiderlei Hinsicht anfällig: Ihr Absatzmarkt für Waren und Dienstleistungen konzentriert sich auf einige wenige Länder/Regionen. Darüber hinaus weisen ihre drei wichtigsten Zulieferländer allesamt ein beträchtliches Biokapazitätsdefizit auf. Damit rangiert die Schweiz auf dem drittschlechtesten Platz des Samples hinter der Tschechischen Republik und Irland.

Abb. 4-16 Handelsdiversifikation und Abhängigkeit vom Biokapazitätsdefizit der Zulieferländer



Quelle: Global Footprint Network (2014)

## 5 Die Bedeutung natürlicher Ressourcen für die Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz aus volkswirtschaftlicher Perspektive

Das Kapitel 4 zeigt, dass die Verfügbarkeit von natürlichen Ressourcen ein Problem globalen Ausmasses ist. Es wird daher in der folgenden Untersuchung der Schweizer Wettbewerbsfähigkeit angenommen, dass alle Länder ähnlich stark von den Engpässen betroffen sind.

Für die Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz sind insbesondere Verfügbarkeitsprobleme bei der Energie, den kritischen Materialien sowie der Umweltqualität von Bedeutung. Beim Spezialisierungsmuster der Schweiz begrenzt sich die Untersuchung der Umweltqualität aus Gründen der Datenlage auf den Ausstoss von CO<sub>2</sub>. Dieser ist wegen der Senkenproblematik (für Energie) von besonderer Bedeutung.

In der Regel basiert die Analyse auf dem direkten Einsatz und Verbrauch natürlicher Ressourcen im Inland. Die indirekten Flüsse der Importe können aufgrund der Datenlage zumeist nicht berücksichtigt werden.

### 5.1 Wettbewerbsfähigkeit durch Spezialisierung

Im folgenden Abschnitt wird geklärt, ob das Spezialisierungsmuster der Schweizer Wirtschaft eher förderlich oder hinderlich für die Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz unter der Berücksichtigung natürlicher Ressourcen ist. Neben strukturellen Effekten wird aufgezeigt, ob die Schweizer Branchen effizienter mit natürlichen Ressourcen umgehen als andere Länder. Ressourceneffizienz kann die negativen Effekte einer Verknappung natürlicher Ressourcen abschwächen, da bei einem effizienteren Umgang mit einer Ressource der negative Effekt, z.B. erhöhte Material- und Zugangskosten, verringert wird. Sollte es jedoch zu grösseren Versorgungsproblemen oder gar Totalausfällen bei bestimmten Ressourcen kommen würde auch eine hohe Ressourceneffizienz keine Vorteile bringen. Im Fokus der folgenden Analyse stehen der Energieverbrauch, die Umweltbelastung (die anhand von Luftschadstoffbelastung durch CO<sub>2</sub> gemessen wird), sowie der Einsatz von kritischen Mineralien. Die Analyse erfolgt unter der Annahme, dass die Ressourcenverfügbarkeit exogen vorgegeben ist und weder geopolitische Macht noch Ressourcenreichtum von Relevanz sind. Die neue Industrialisierung in energieintensiven Branchen in den USA dank günstigem Schiefergas beispielsweise hat keine Auswirkungen auf die untersuchte Wettbewerbsfähigkeit. In dieser Analyse spielt aus Gründen der Vergleichbarkeit nur die Effizienz im Umgang mit Ressourcen eine Rolle, nicht aber die Herkunft der Ressource.

#### 5.1.1 Energie

Die Energie ist eine der wichtigsten Beschränkungen einer Volkswirtschaft. Es existiert kein Wirtschaftssystem, das ohne Energie funktionieren könnte. Dementsprechend hoch ist die Bedeutung der Verfügbarkeit von Energie in der öffentlichen Diskussion. Dabei steht weniger die Verfügbarkeit von energetischen Rohstoffen im Vordergrund, als die Versorgungssicherheit mit elektrischer und fossiler Energie zu annehmbaren Preisen. International bestehen erhebliche – teilweise politisch induzierte – Preisunterschiede für Energie. Unterschiedliche nationale Produktionskosten beeinflussen die Wettbewerbsfähigkeit der Länder. Gemessen an den Strompreisen gehört die Schweiz aktuell zu den günstigeren Ländern innerhalb Europas. Mit der Umsetzung der Energiestrategie 2050 dürften die Energiepreise in der Schweiz jedoch stark zulegen. Einerseits fällt der günstig verkaufte Strom der Kernkraftwerke weg und andererseits werden die Abgaben auf Energie, wegen der Förderung der neuen erneuerbaren Energien oder Emissionsreduktion, steigen. Gegenüber Ländern wie Deutschland, die selber auch den Ausstieg aus der Kernenergie vollziehen, dürfte sich die Wettbewerbssituation der Schweizer Wirtschaft nicht gross ändern. Grossbritannien

und Frankreich dagegen, setzen weiterhin auf günstige Strompreise und breite Verfügbarkeit durch die weitere Nutzung der Kernenergie.

#### Produktivität und Intensität – Indikatoren für Effizienz

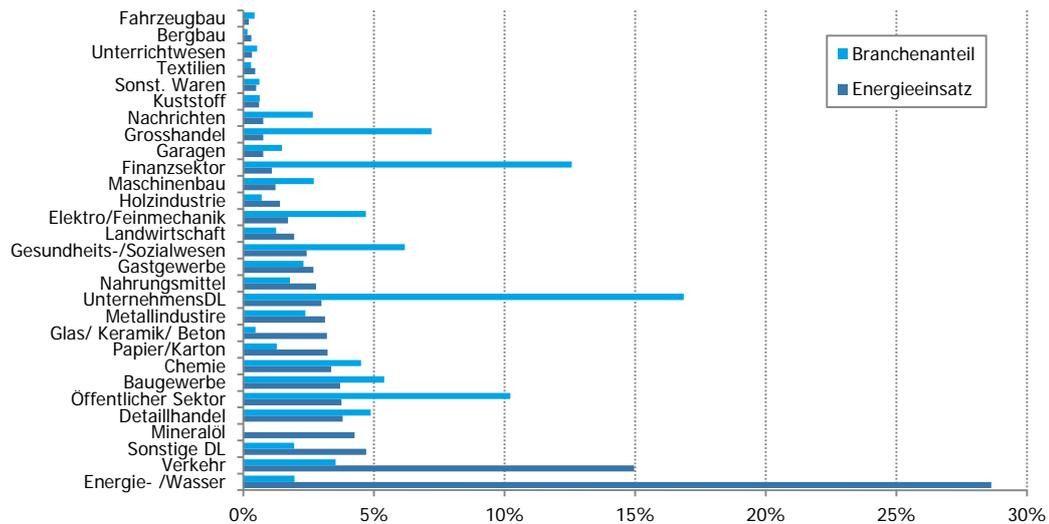
Die Produktivität eines Einsatzfaktors wie Energie oder Materialien gibt an, wie viel wirtschaftliche Leistung mit der Nutzung einer Einheit dieses Faktors produziert wird.

$$\text{Produktivität} = \frac{\text{Bruttoinlandsprodukt}}{\text{Einsatzfaktor}}$$

Die Produktivität drückt folglich aus, wie effizient eine Volkswirtschaft mit dem Einsatz des entsprechenden Faktors umgeht. Die Produktivität nimmt zu, wenn mit dem gleichen Einsatz an Rohstoffen oder Energie das BIP steigt oder wenn das gleiche BIP mit einem geringeren Faktoreinsatz erwirtschaftet wird. Der Kehrwert der Produktivität ist die Intensität: Wenn die Produktivität steigt nimmt daher die Intensität ab, und der Produktionsprozess wird effizienter. Die Intensität eignet sich als Indikator für Effizienz auch bei den unerwünschten Nebenprodukten im Produktionsprozess. Die CO<sub>2</sub>-Intensität gibt zum Beispiel an, wie viel CO<sub>2</sub> im Produktionsprozess pro Wertschöpfungseinheit ausgestossen wird. Je geringer die Intensität ist, desto effizienter ist der Produktionsprozess.

Die Schweizer Wirtschaft setzte im Jahr 2008 rund 763'000 TJ an Primärenergie ein. Das entspricht 65 Prozent des nationalen Gesamtprimärenergieverbrauchs. Etwas weniger als die Hälfte der in der Wirtschaft eingesetzten Energie (44%) stammt aus fossilen Energieträgern, ein Viertel entfällt auf Kernbrennstoffe und rund ein Fünftel (22%) ist Elektrizität.

Abb. 5-1 Energieeinsatz der Branchen in der Schweiz, 2008



Anteile der Branchen am direkten inländischen Energieeinsatz und der nominellen Bruttowertschöpfung der Gesamtwirtschaft 2008 in %  
Quelle: BFS

Die beiden Branchen, die mit Abstand den höchsten Energieeinsatz in der Schweiz aufweisen sind die Energie- und Wasserversorgung sowie die Branche Verkehr (vgl. Abb. 5-1). Die Branche Verkehr ist wahrscheinlich sogar unterschätzt, da sie nur die «reinen» Verkehrsunternehmen umfasst. Die Verkehrsleistungen der anderen Branchen (z.B. Grossverteiler, usw.) werden nicht der Verkehrsbranche zugerechnet. Mit Ausnahme der Niederlande gehört die Energie- und Wasserversorgung in allen Vergleichsländern zu den Extremverbrauchern. Ebenfalls ganz oben auf der Liste steht in den meisten Ländern die Branche Mineralölverarbeitung. In der Schweiz ist diese Branche verschwindend klein und erreicht daher einen wesentlich geringeren Anteil am Energieverbrauch der Wirtschaft.

In den Vergleichsländern machen die beiden Branchen mit dem grössten Energieeinsatz über die Hälfte des Gesamtenergieeinsatzes aus. In der Schweiz erreichen die Branchen Energie- und Wasserversorgung und Verkehr zusammen «nur» 44 Prozent am Energieeinsatz der Wirtschaft. Der Anteil dieser beiden

Branchen an der nominalen Bruttowertschöpfung beträgt in der Schweiz 5 Prozent. 95 Prozent der Schweizer Wirtschaftsleistung wird folglich mit 66 Prozent des gesamtwirtschaftlichen Energieeinsatzes generiert. Im internationalen Vergleich gehört dies zu den niederen Werten. In Dänemark fällt dieses Verhältnis mit 92 zu 36 Prozent noch deutlich positiver aus.

Aus dem absoluten Energieeinsatz lässt sich jedoch noch nicht auf die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft eines Landes schliessen. Daher werden im Folgenden die Energieintensität und die Energieeffizienz der Branchen betrachtet.

Für den Ländervergleich werden die Branchen Energieversorgung und Mineralölverarbeitung ausgeklammert. Beide Branchen weisen naturgemäss einen extrem hohen Energieeinsatz auf. Effizienzunterschiede in diesen Branchen bestimmen daher weitgehend das Bild der Gesamtwirtschaft und Unterschiede in anderen Branchen kommen nicht mehr zur Geltung. Das Gewicht der beiden Branchen an der Bruttowertschöpfung der nationalen Wirtschaft beträgt in der Schweiz lediglich 2 Prozent. Auch im Vergleichssample zeigen sich ähnlich geringe Anteile (zwischen 1.9% in Grossbritannien und 5.0% in Tschechien). Die Energieeffizienz der Branche Energieversorgung lässt sich zudem kaum sinnvoll zwischen Ländern vergleichen. Pumpspeicherkraftwerke, wie sie in Ländern wie der Schweiz oder Österreich zahlreich vorkommen, verzerren das Bild. Die Aufgabe dieser Kraftwerke ist überschüssige elektrische Energie vorübergehend zu speichern und mit relativ geringem Energieverlust bei Bedarf wieder freizugeben. Der Energieeinsatz der Branche Energieversorgung ist damit in Ländern mit zahlreichen Pumpspeicherkraftwerken nach oben verzerrt.

Während die Energieversorgung in einem Exkurs separat analysiert wird, wird auf eine Diskussion der Branche Mineralölverarbeitung verzichtet. Für die Schweizer Wirtschaft spielt diese Branche keine Rolle, da sie verschwindend klein ist (0.02% der Gesamtwirtschaft) und die Produkte der Branche weitgehend importiert werden. Für die Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft ist nicht die inländische Produktion der Mineralölverarbeitung wesentlich, sondern die Importabhängigkeit der anderen Branchen bezüglich Mineralölgüter.

#### **Exkurs Energieversorgung**

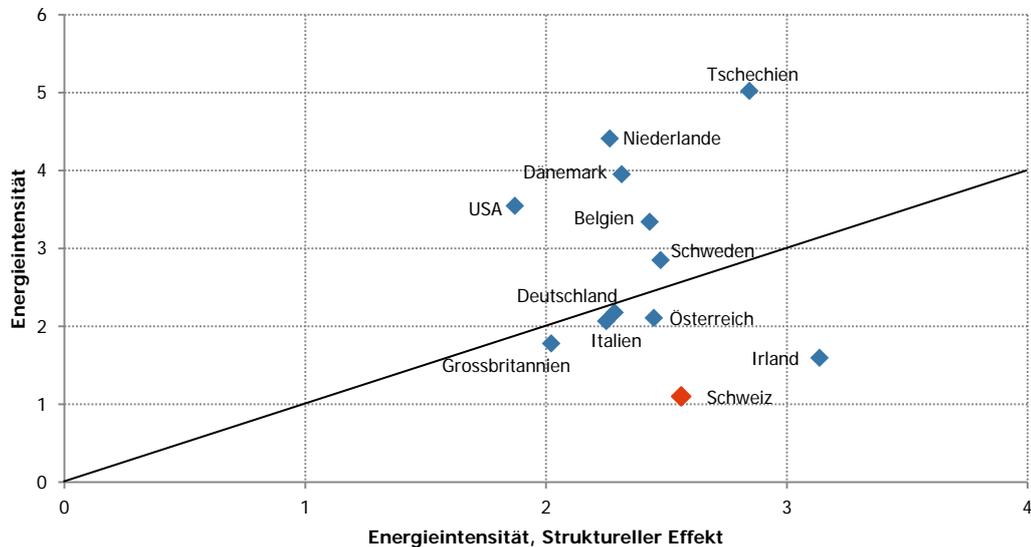
Der Energieeinsatz des Branchenaggregats Energie- und Wasserversorgung wird von der Energieversorgung dominiert. Im Wesentlichen umfasst die Energieversorgung die Elektrizitäts-, die Gas- und die Wärmeversorgung. Davon ist die Elektrizitätsversorgung der bedeutendste Teilbereich.

In der Schweiz werden rund 60 Prozent der Elektrizität mit Wasserkraft erzeugt. Weitere 35 Prozent der Elektrizität stammen aus der Kernenergie und lediglich 6 Prozent werden mit anderen (fossilen und neuen erneuerbaren) Energiequellen erzeugt. Wasser wird in der Schweiz nicht zum Knappheitsfaktor werden (Bundesrat 2009). Der Versorgung mit Kernbrennstoffen wird ein geringeres Risiko zugemessen als etwa Erdgas und Erdöl, sowohl in geopolitischer Hinsicht als auch gemäss der statischen Reichweite (vgl. SCNAT 2007). Mit dem Ausstieg aus der Kernenergie im Zusammenhang mit der Energiestrategie 2050 sollte die Abhängigkeit von Kernbrennstoffen bis 2034 gänzlich verschwinden. Die Schweizer Energieversorgung ist damit auf den ersten Blick weniger von Engpässen in der Ressourcenversorgung betroffen als der Durchschnitt der westeuropäischen Länder, wo ein grösserer Teil der eingesetzten Energie aus fossilen Quellen stammt. Allerdings dürften in der Schweiz mit der Umsetzung der Energiestrategie 2050 zumindest vorübergehend thermische Kraftwerke, die mit Gas gespeist werden, zum Einsatz kommen. Dies erhöht die Rohstoffabhängigkeit und belastet die CO<sub>2</sub>-Bilanz. Eine weitere potentielle Gefahr im Zuge der Energiestrategie 2050 besteht in den zu fördernden energieeffizienten Geräten, der Photovoltaik und der Stromspeicherung. Die Technologien zur Herstellung von solchen Geräten und Speichern setzen verstärkt Materialien ein, deren Verfügbarkeit selbst als kritisch zu beurteilen ist (etwa bei den Seltenen Erden). Es besteht die Gefahr, dass das Ressourcenverfügbarkeitsproblem lediglich verlagert wird (vgl. auch EU 2010).

Der Vergleich der Energieintensität der übrigen Branchen in den verschiedenen Ländern wird in Abb. 5-2 dargestellt. Neben der Energieintensität (vertikale Achse) wird auch der sogenannte strukturelle Effekt der Energieintensität (horizontale Achse) verdeutlicht. Dieser strukturelle Effekt korrigiert die Energieintensität um die nationale Wirtschaftsstruktur. Er gibt an, wie hoch die Energieintensität unter der gegebenen Wirtschaftsstruktur im Mittel ausfallen sollte. Kalibriert wurde die mittlere Energieintensität mit den Werten,

der westeuropäischen Wirtschaft. Länder, die in der Grafik über der Winkelhalbierenden liegen, setzen mehr Energie ein, als aufgrund ihrer Wirtschaftsstruktur zu erwarten wäre. Länder unter der Winkelhalbierenden sind dementsprechend effizienter im Energieeinsatz als ihre Wirtschaftsstruktur vorgibt.

**Abb. 5-2 Energieintensität, 2008**



Energieintensität in TJ/Mio. US\$ (kaufkraftbereinigt); Struktureller Effekt der Energieintensität ist die aufgrund der Wirtschaftsstruktur erwartete Energieintensität ( $\emptyset$  Energieintensität in Westeuropa \* regionale Wirtschaftsstruktur); ohne Energie-/ Wasserversorgung und ohne Mineralölverarbeitung  
Quelle: BAKBASEL, BFS, WIOD

Im gewählten Ländersample weist die Schweizer Wirtschaft die tiefste Energieintensität auf. Das heisst die Bruttowertschöpfung der Gesamtwirtschaft wird mit einem vergleichsweise tiefen Energieeinsatz erreicht.

Zwar besitzen in der Schweiz energieextensive Branchen wie der Finanzsektor ein hohes Gewicht an der Wirtschaft. Mit einem Anteil des tendenziell energieintensiven sekundären Sektors an der Gesamtwirtschaft von 28 Prozent bewegt sich die Schweiz jedoch im Durchschnitt des Vergleichssamples. Insgesamt gehört die Schweiz aufgrund ihrer Wirtschaftsstruktur sogar zu den drei energieintensivsten Ländern der Vergleichssamples.

Die Schweizer Wirtschaft setzt pro erzeugte Wertschöpfungseinheit weniger als halb soviel Energie ein, wie durch ihren Branchenmix zu erwarten wäre. Der Hauptgrund dafür ist das hohe Gewicht der energieintensiven chemisch-pharmazeutischen Industrie in der Schweiz. Der wirtschaftliche Schwerpunkt dieser Branche liegt in der Schweiz auf der pharmazeutischen Industrie, die typischerweise deutlich weniger energieintensiv arbeitet als die Chemie. Aufgrund der Datenlage ist es leider nicht möglich diese beiden Branchen separat zu analysieren. Die Durchschnittsbetrachtung dieser beiden Branchen führt leider zu einer leichten Verzerrung der Resultate zu Gunsten der Schweiz. Ein ähnlicher Effekt ist auch im Handel feststellbar.

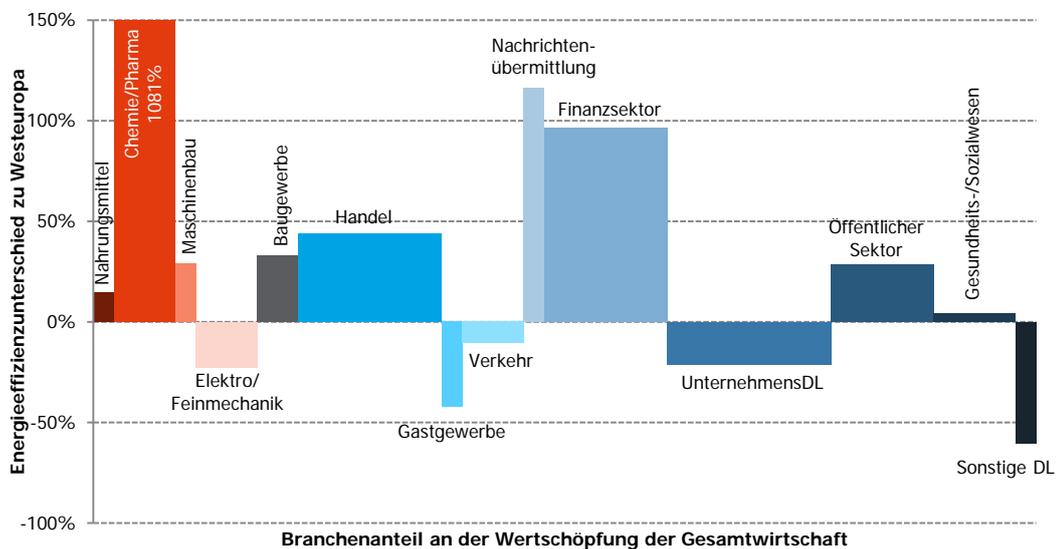
Die Schweizer Wirtschaft ist selbst ohne diese Verzerrung sehr energieeffizient. Ihr entstehen durch Preissteigerungen und Verfügbarkeitsprobleme von Energie tendenziell geringere Wettbewerbsnachteile als anderen Ländern.

Die Tschechische Republik weist nicht nur eine energieintensive Wirtschaftsstruktur auf, die Energieeffizienz der Branchen ist zudem meist unterdurchschnittlich. Insbesondere die tschechische Metallindustrie ist deutlich energieintensiver als in Westeuropa und erreicht mit 4 Prozent ein doppelt so grosses Gewicht an der Bruttowertschöpfung der Gesamtwirtschaft als der Durchschnitt. Damit schneidet die Tschechische Republik im Vergleichssample am schlechtesten ab. Die Niederlande zeigen zwar eine theoretisch wenig energieintensive Wirtschaftsstruktur. Gerade im sekundären Sektor und im Verkehr finden sich jedoch

verschiedene Effizienzdefizite gegenüber dem westeuropäischen Durchschnitt. In Dänemark werden 39 Prozent des gesamtwirtschaftlichen Energieeinsatzes in der Branche Schifffahrt eingesetzt. Zusammen mit den übrigen Transportbranchen wird ein Anteil am Energieeinsatz von 43 Prozent erreicht. Da die Branche nicht sehr wertschöpfungsstark ist, resultiert eine hohe – das heisst ungünstige – Energieintensität. Im westeuropäischen Durchschnitt erreicht der Anteil der Branche Verkehr und Transport «nur» 7 Prozent am Total der in der Wirtschaft eingesetzten Energie.

Die Analyse der Energieeffizienz der einzelnen Branchen in Abb. 5-3 verdeutlicht weshalb die Schweizer Wirtschaft punkto Energieintensität im Vergleichssample am besten abschneidet. Auf der X-Achse ist der Anteil der Branche an der Bruttowertschöpfung der Schweizer Gesamtwirtschaft abgetragen. Die Y-Achse verdeutlicht die Differenz der Energieeffizienz der Schweiz zum westeuropäischen Durchschnitt. Positive Werte bedeuten, dass die entsprechenden Branchen in der Schweiz eine höhere Energieeffizienz aufweisen als in Westeuropa. Das heisst sie erwirtschaften eine höhere Wertschöpfung je eingesetzter Einheit Energie.

**Abb. 5-3 Energieeffizienz, 2008**



Energieeffizienzunterschied als %-Unterschied zu Westeuropa (Energieeffizienz = US\$(kaufkraftbereinigt)/TJ inländischer, direkter Energieverbrauch); nur Branchen mit einem Anteil an der Bruttowertschöpfung der Gesamtwirtschaft von 2% oder mehr; 2008  
Quelle: BAKBASEL, BFS, WIOD

Der Grossteil der Schweizer Branchen zeigt eine grössere Energieeffizienz als der westeuropäische Durchschnitt. Insbesondere die Chemie/Pharma, aber auch der Finanzsektor geht deutlich effizienter mit Energie um. Zwar produziert die chemisch-pharmazeutische Industrie der Schweiz auch vor Ort, der Fokus der Branche liegt jedoch stark auf der Forschung und Entwicklung. Daraus resultieren einerseits eine hohe Wertschöpfung und andererseits eine tiefe Energieintensität. Der beachtliche Vorsprung resultiert aber auch aus dem überdurchschnittlich hohen Gewicht der pharmazeutischen Industrie am Aggregat Chemie/Pharma in der Schweiz. Der Finanzsektor der Schweiz ist überdurchschnittlich gross. Mit einem Anteil an der Bruttowertschöpfung der Gesamtwirtschaft von 13 Prozent erreicht er beinahe das doppelte Gewicht wie in Westeuropa (6%). Da der Finanzsektor der Schweiz rund doppelt so energieeffizient ist als im westeuropäischen Durchschnitt trägt der Sektor massgeblich zur tiefen Energieintensität der Schweizer Wirtschaft bei.

Ähnlich wie beim Aggregat Chemie/Pharma ist der Effizienzvorsprung im Handel teilweise in dessen Struktur begründet. In der Schweiz nimmt der Rohstoffhandel einen überdurchschnittlichen Stellenwert innerhalb des Handels ein. Dieser Bereich des Handels benötigt deutlich weniger Energie als etwa der Detailhandel und ist gleichzeitig wertschöpfungsstärker als jener.

Die grössten Abzüge erleidet die Schweizer Wirtschaft im Bereich der «Unternehmensbezogenen Dienstleistungen». In diesem Branchenaggregat ist das Immobilienwesen zwar überdurchschnittlich energieeffizient, die Branchen Informatikdienste sowie Forschung und Entwicklung erweisen sich jedoch als verhältnismässig energieintensiv in der Schweiz. Im Bereich Elektro/Feinmechanik ist aufgrund fehlender Rohdaten leider kein internationaler Vergleich der einzelnen Teilbranchen des Aggregates möglich. Aus den Daten zur Schweiz lässt sich jedoch herauslesen, dass die Branche Feinmechanik, Optik, Uhren etwa doppelt so energieeffizient arbeitet wie die Branche Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung und Nachrichtentechnik. Daraus lässt sich schliessen, dass das Defizit punkto Energieeffizienz gegenüber Westeuropa hauptsächlich aus dieser Branche rührt. Die unterdurchschnittliche Energieeffizienz der Branche Verkehr lässt sich teilweise durch die topographischen Bedingungen der Schweiz erklären.

Abgesehen vom Branchenaggregat Elektro/Feinmechanik weisen die Branchen mit unterdurchschnittlicher Energieeffizienz ganz allgemein ein Produktivitätsdefizit (gemessen an der Stundenproduktivität) gegenüber Westeuropa auf. Diejenigen Branchen, die einen Produktivitäts- und damit Wettbewerbsvorsprung vorweisen können, schneiden auch bezüglich Energieeffizienz überdurchschnittlich gut ab. Die oft konstatierte starke Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz (zum Beispiel Global Competitiveness Index) zeigt sich auch in der Energieeffizienz des Landes.

Über die Zeit lässt sich eine Steigerung der Energieeffizienz der Schweizer Wirtschaft feststellen. Zwischen den Jahren 2001 und 2008 hat sich die Energieeffizienz der Gesamtwirtschaft in der Schweiz um durchschnittlich jährlich 1.6 Prozent verbessert. Im Vergleich zu Westeuropa liegt diese Rate genau im Durchschnitt. Die grösste Steigerung der Energieeffizienz verzeichnet die Branche Nachrichtenübermittlung ( $\emptyset +13.1\%$  p.a.). Auch die Chemische Industrie ( $\emptyset +5.6\%$  p.a.), der Finanzsektor ( $\emptyset +3.3\%$  p.a.) oder der Grosshandel ( $\emptyset +2.8\%$  p.a.) haben massgeblich zur Verbesserung der Energieeffizienz der Schweizer Wirtschaft beigetragen. Die Branche Verkehr, die in der Schweiz zu den beiden Branchen mit dem grössten Energieeinsatz gehört, verbesserte die Energieeffizienz im Durchschnitt jährlich um 2.3 Prozent. Allerdings wurde dieses Resultat mit einer stärkeren Ausweitung der Wertschöpfung und nicht mit einer absoluten Reduktion des Energieeinsatzes erreicht.

Wenig erfreulich ist die gesunkene Energieeffizienz in der Branche Energie- und Wasserversorgung ( $\emptyset -0.8\%$  p.a.). Sie setzt in der Schweiz mit Abstand die grösste Menge an Energie ein und ihr Verbrauch ist in den Jahren 2001-2008 weiter gestiegen ( $\emptyset +0.6\%$  p.a.). Im westeuropäischen Durchschnitt ist die Energieeffizienz in der Branche im gleichen Zeitraum um jährlich 1.1 Prozent angestiegen.

Abb. 5-4 verdeutlicht welche Branchen sowohl wirtschaftlich (X-Achse) als auch für den Energieeinsatz von Bedeutung sind (Y-Achse). Farblich differenziert wird die Energieeffizienz der jeweiligen Branche gegenüber dem westeuropäischen Durchschnitt.

Eine weitere Steigerung der Energieeffizienz der Schweizer Wirtschaft ist über einen strukturellen Wandel hin zu weniger energieintensiven Branchen oder über eine Verbesserung der Effizienz im Energieeinsatz in den energieintensivsten Branchen möglich. Eine reine Transformation der Branchenstruktur weg von Industrie zu Dienstleistungsbranchen (DL) scheint jedoch nicht per se sinnvoll. Gerade im Dienstleistungssektor finden sich einige Branchen die deutlich weniger energieeffizient sind als der westeuropäische Durchschnitt. Potential für eine höhere Energieeffizienz findet sich gerade bei diesen Dienstleistungsbranchen, etwa dem Verkehr, den Unternehmensbezogenen Dienstleistungen, dem Gastgewerbe oder bei den sonstigen Dienstleistungen. Die genannten Branchen sind sowohl bezüglich ihres Anteils an der Wertschöpfung der Schweiz als auch am Energieverbrauch bedeutend und weisen eine unterdurchschnittliche Energieeffizienz auf.

Abb. 5-4 Handlungsbedarf nach Branchen, 2008



Quelle: BAKBASEL

## 5.1.2 Umweltbelastung

Die Umweltbelastung ist für die Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Branchen in zweierlei Hinsicht relevant. Die Qualität der Umwelt beeinflusst Branchen, welche direkt darauf bauen. Paradebeispiel hierfür ist der Tourismus. Als Senke für Emissionen und Abfallstoffe wird die Umwelt jedoch von allen Branchen in Anspruch genommen. Die Umweltqualität wird daher im Folgenden als Gut mit beschränkter Verfügbarkeit betrachtet. Bezüglich einiger Schadstoffe, die bei zu starkem Ausstoss die Umwelt schädigen, bestehen gesetzliche Grenz- oder Richtwerte. Werden die Grenzwerte erreicht kann die Umwelt als Ressource als erschöpft angesehen werden.

Eine der bedeutendsten Umweltbelastungen zeigt sich im Klimawandel. Dieser betrifft die Branchen und die Volkswirtschaft auf zwei Weisen. Einerseits ergibt sich eine direkte Betroffenheit aus den natürlichen physikalischen Klimafolgen. Dazu gehören etwa veränderte klimatische Bedingungen und Wetterextreme. Andererseits resultiert eine indirekte Betroffenheit aus dem Klimawandel aus marktwirtschaftlichen und regulatorischen Folgen. Die Schweizer Wirtschaft ist voraussichtlich hauptsächlich durch die indirekten Folgen des Klimawandels betroffen. In einer Studie, basierend auf einer Unternehmensbefragung, eruierte Mahammadzadeh (2013) die Verletzlichkeit deutscher Unternehmen und Branchen durch den Klimawandel. Die Verletzlichkeit ergibt sich aus der wahrgenommenen Betroffenheit durch den Klimawandel und aus den verfügbaren Kapazitäten zur Anpassung an den Klimawandel. Als Ergebnis zeigt sich bei den wenigsten Branchen keine Verletzlichkeit. Aktuell sind laut Mahammadzadeh die Logistikbranche, die Metallindustrie sowie Bauwirtschaft und teilweise die Chemie als nicht verletzlich zu betrachten. Zukünftig könnte sich dies jedoch verändern.

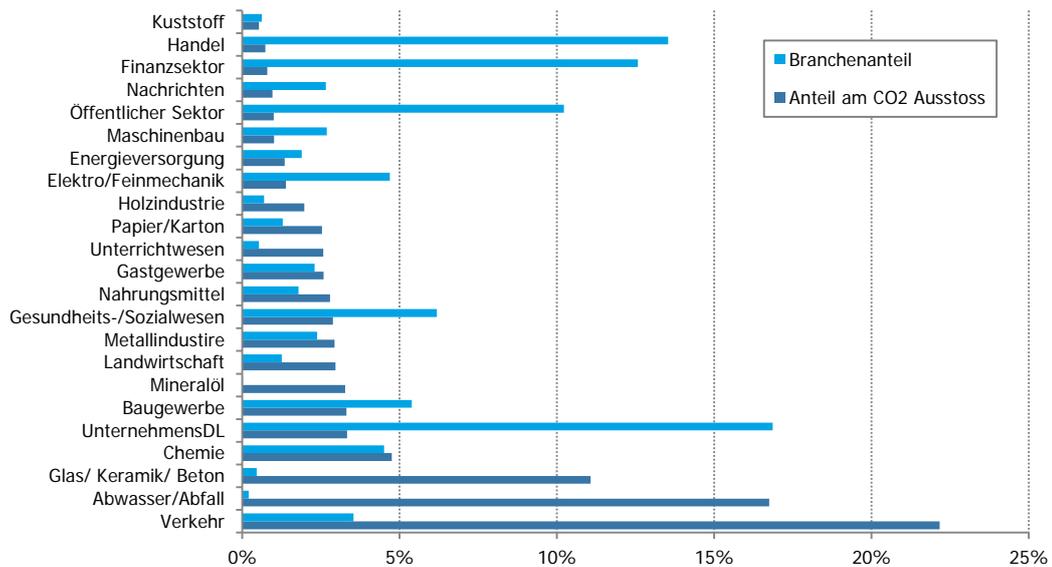
Exemplarisch wird im Folgenden die Wettbewerbsfähigkeit der Branchen in Bezug auf den CO<sub>2</sub>-Ausstoss aufgezeigt. Dieser ist der bedeutendste Indikator für den Umgang mit klimaschädlichen Schadstoffen.

Die Wirtschaft verursachte im Jahr 2008 weniger als die Hälfte der **CO<sub>2</sub>-Emissionen** der Schweiz (42%). Davon stammte über ein Fünftel aus der Branche Verkehr (vgl. Abb. 5-5). Hohe Anteile am CO<sub>2</sub>-Ausstoss erreichen auch die Branchen Abwasser- und Abfallentsorgung sowie Herstellung von Glas, Keramik und Beton. Beide Branchen sind gemessen an ihrem Gewicht an der Bruttowertschöpfung der Gesamtwirtschaft unbedeutend. Die drei grössten CO<sub>2</sub>-Emittenten sind zusammen für 47 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen

der Schweizer Wirtschaft verantwortlich. Sie erreichen ein Gewicht an der Bruttowertschöpfung von 4 Prozent, sind jedoch wichtige Bindeglieder in den Wertschöpfungsketten. Vor diesem Hintergrund erscheint die Schweizer Wirtschaft grösstenteils eher wenig CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verursachen. Allerdings erreicht mit der chemisch-pharmazeutischen Industrie eines der bedeutendsten Zugpferde der Schweizer Wirtschaft den vierten Rang unter den grössten Emittenten.

Im internationalen Vergleich verursacht neben dem Verkehr die Energieversorgung die grössten CO<sub>2</sub>-Emissionen. In der Schweiz darf die Stromproduktion, die hauptsächlich auf Wasser- und Kernkraft basiert, als CO<sub>2</sub>-frei bezeichnet werden. Der Anteil der Energieversorgung an den CO<sub>2</sub>-Emissionen der Gesamtwirtschaft reicht im Ländersample von 1.3 Prozent in der Schweiz bis zu 56.0 Prozent in der Tschechischen Republik.

**Abb. 5-5 Territoriale CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Branchen, 2008**



Anteile der Branchen am inländischen CO<sub>2</sub>-Ausstoss und der nominellen Bruttowertschöpfung der Gesamtwirtschaft 2008 in %  
Quelle: BFS

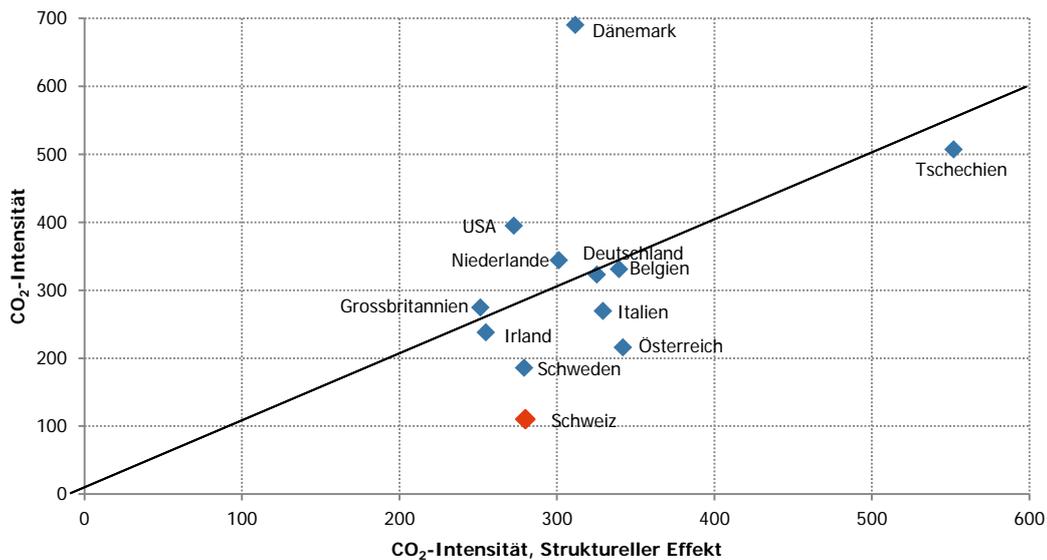
Analog zur Analyse der Energieintensität ist in Abb. 5-6 die CO<sub>2</sub>-Intensität der nationalen Volkswirtschaften dargestellt. Wiederum liegt die Schweiz an der Spitze des Samples. Die Schweizer Wirtschaft ist deutlich weniger CO<sub>2</sub>-intensiv als aufgrund der Wirtschaftsstruktur zu erwarten wäre. Der beachtliche Abstand der Schweiz zum westeuropäischen Durchschnitt wird hauptsächlich durch die enorm tiefe CO<sub>2</sub>-Intensität der Branche Energieversorgung erzielt (Schweiz: 13T/Mio.\$, Westeuropa: 7'000T/Mio.\$).

Dänemark belegte bereits bei der Energieintensität einen der letzten Ränge und steht punkto CO<sub>2</sub>-Intensität ganz am Ende der Rangliste. Wiederum ist der Grund dafür in der Schifffahrt zu suchen. Sie verursacht 47 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen der dänischen Wirtschaft und ist deutlich weniger CO<sub>2</sub>-effizient als der westeuropäische Durchschnitt.

Obwohl die Branchenstruktur der Tschechischen Republik eine hohe CO<sub>2</sub>-Intensität impliziert, gelingt es einigen gewichtigen Branchen eine überdurchschnittliche CO<sub>2</sub>-Effizienz zu erzielen (etwa der Verkehr oder der Fahrzeugbau). Insgesamt ist damit die CO<sub>2</sub>-Intensität der tschechischen Wirtschaft vor dem Hintergrund ihrer Branchenstruktur gering.

Die übrigen Länder im Sample liegen alle nahe beieinander und in der Nähe des Wertes der aufgrund der jeweiligen Wirtschaftsstruktur erwartet wird.

Abb. 5-6 CO<sub>2</sub>-Intensität, 2008



CO<sub>2</sub>-Intensität in T/Mio.US\$ (kaufkraftbereinigt); Struktureller Effekt der CO<sub>2</sub>-Intensität = CO<sub>2</sub>-Intensität in Westeuropa \* regionale Wirtschaftsstruktur. Es werden nur die territorialen CO<sub>2</sub>-Emissionen berücksichtigt.  
Quelle: BAKBASEL, BFS, WIOD, Eurostat

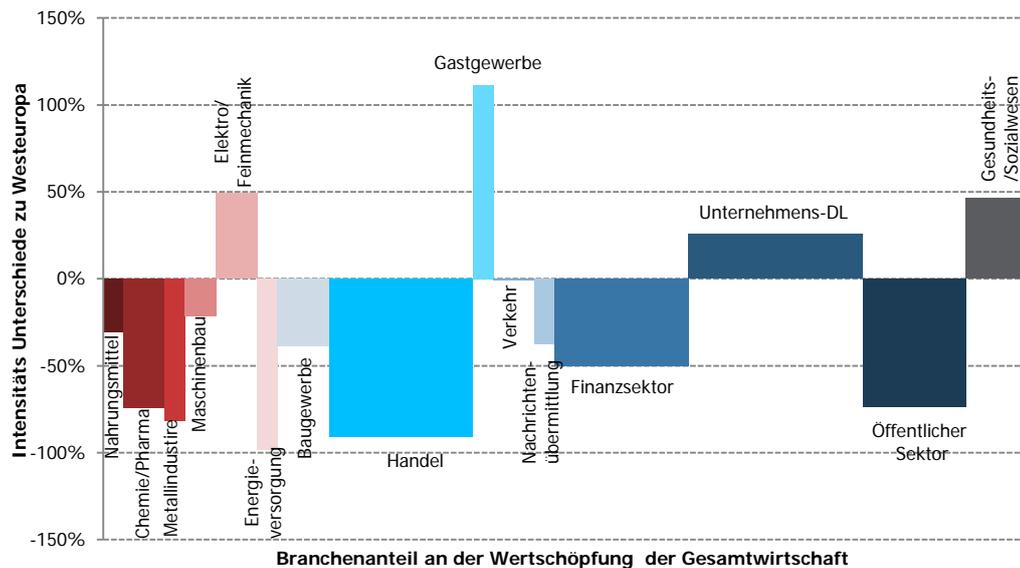
Das herausragende Ergebnis der Schweiz bezüglich CO<sub>2</sub>-Intensität der Wirtschaft ist (abgesehen von der Branche Energie und Wasserversorgung) weniger der Verdienst einer einzelnen Branche, sondern liegt an einer allgemein eher unterdurchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Belastung. Abb. 5-7 zeigt neben den Anteilen der Branche an der Wertschöpfung der Gesamtwirtschaft (X-Achse) die Differenz der CO<sub>2</sub>-Intensität der jeweiligen Branche zum westeuropäischen Durchschnitt (Y-Achse). Ein negativer Wert bedeutet, dass die entsprechende Branche pro Wertschöpfungseinheit weniger CO<sub>2</sub> produziert, also weniger CO<sub>2</sub>-intensiv arbeitet, als der westeuropäische Durchschnitt.

Einen der grössten Beiträge zum Vorsprung in punkto CO<sub>2</sub>-Intensität gegenüber Westeuropa generiert der Handel. Dieses Branchenaggregat (Garagengewerbe, Grosshandel und Detailhandel) erreicht einen Anteil von 14 Prozent an der Gesamtwirtschaft und arbeitet 91 Prozent weniger CO<sub>2</sub>-intensiv als im westeuropäischen Durchschnitt. Auch hier trägt das hohe Gewicht des Rohstoffhandels in der Schweiz massgeblich zu diesem positiven Resultat bei. Mit einer CO<sub>2</sub>-Intensität nahe Null erzielt die Energieversorgung die grösste Differenz zu Westeuropa. Unter der Berücksichtigung der Verknappung von CO<sub>2</sub>-Senken ist die Schweizerische Energieversorgung aktuell extrem wettbewerbsfähig. Noch verwendet die Branche kaum CO<sub>2</sub>-produzierende Technologien und Ressourcen. Das könnte sich ändern, wenn fossilthermische und Biogaskraftwerke im Zuge der Energiestrategie 2050 verstärkt zum Einsatz kommen. Im Vergleich zu Westeuropa dürfte aber auch in Zukunft ein Vorsprung bezüglich CO<sub>2</sub>-Intensität der Energieversorgung bestehen bleiben.

Angesichts des hohen Anteils am CO<sub>2</sub>-Ausstoss der Wirtschaft ist die exakt im Durchschnitt liegende CO<sub>2</sub>-Intensität der Branche Verkehr wenig erfreulich. Hier besteht einiges Potential zur Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Intensität der Schweizer Wirtschaft.

Deutlich mehr CO<sub>2</sub> pro Wertschöpfungseinheit als im westeuropäischen Durchschnitt emittieren die Branchen Unternehmensbezogene Dienstleistungen, das Gesundheits- und Sozialwesen, das Aggregat Elektro, Feinmechanik sowie das Gastgewerbe.

Abb. 5-7 CO<sub>2</sub>-Intensität nach Branchen, 2008



Unterschied der CO<sub>2</sub>-Intensität zu Westeuropa in %; nur Branchen mit einem Anteil an der Bruttowertschöpfung der Gesamtwirtschaft von 2% oder mehr; 2008

Quelle: BAKBASEL, BFS, WIOD, Eurostat

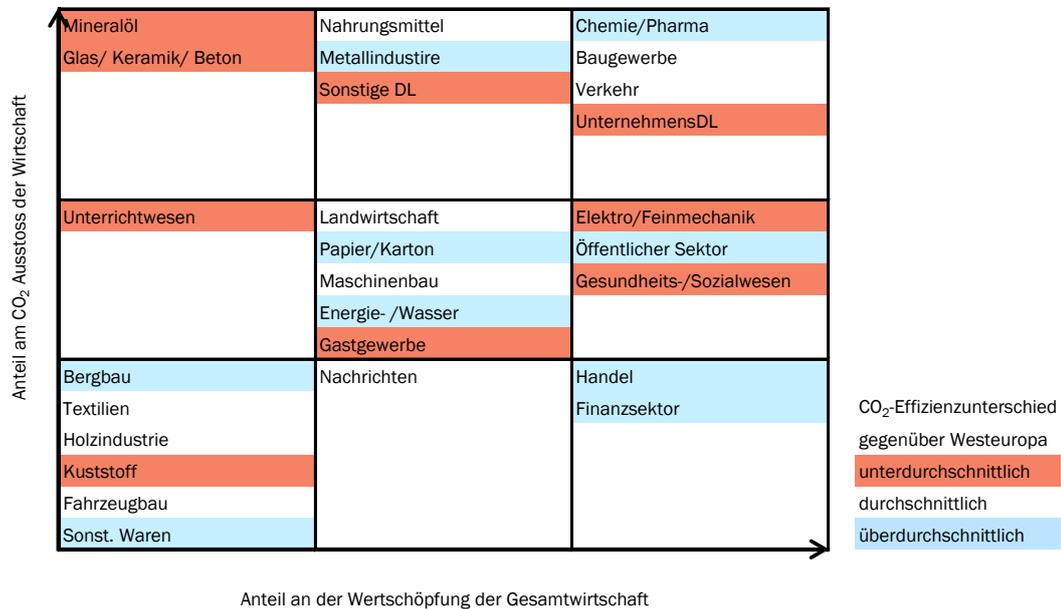
Die Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft dürfte durch eine internationale Beschränkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen wenig gefährdet sein. Zahlreiche bedeutende Branchen der Schweiz weisen bereits jetzt eine vergleichsweise tiefe CO<sub>2</sub>-Intensität auf. Aktuell besteht diesbezüglich in der Schweiz ein Wettbewerbsvorsprung. Der Vorsprung dürfte sogar ausreichend gross sein, um die Wettbewerbsfähigkeit zu halten, falls die Schweiz im Alleingang oder zusammen mit wenigen Ländern die CO<sub>2</sub>-Emissionen stärker beschränken würde. Bezüglich CO<sub>2</sub> sind in der Schweiz eher die privaten Haushalte und der persönliche Individualverkehr gefordert als die Wirtschaft (vgl. auch Kapitel 5.2.2). Auf Grund der starken Exportorientierung der Schweizer Wirtschaft dürfte auch eine Abschwächung des Binnenmarktes, in Folge von geringerem Einkommen der Haushalte durch höhere CO<sub>2</sub>-Abgaben, gut zu verkraften sein.

Die herausragend tiefe CO<sub>2</sub>-Intensität der Schweizer Wirtschaft dürfte auch damit zusammenhängen, dass zahlreiche CO<sub>2</sub>-intensive Vorleistungsprodukte importiert und in der Schweiz lediglich weiterverarbeitet werden. Eine Betrachtung «grauer CO<sub>2</sub>-Emissionen» wäre notwendig um ein abschliessendes Bild der CO<sub>2</sub>-Intensität der Schweiz zu zeichnen. Mit den verfügbaren Daten zu den Branchen ist dies jedoch nicht möglich. Es darf dennoch davon ausgegangen werden, dass die Schweizer Wirtschaft mit ihren qualitativ hochstehenden und innovativen Produkten höhere Preise auf die Kunden überwälzen kann ohne den Absatz massiv zu senken. Die Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft dürfte nur bedingt darunter leiden. Das ist allerdings weniger der Umweltverträglichkeit der Wirtschaft in der Schweiz als ihrer Innovationsfähigkeit und hohen Qualitätsansprüchen zu verdanken. Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit passen allerdings hervorragend zu den traditionellen Werten und Erfolgsfaktoren der Schweizer Wirtschaft und dürften einiges Chancenpotential für die Wettbewerbsfähigkeit mitbringen.

Die CO<sub>2</sub>-Intensität der Schweizer Wirtschaft ist in den Jahren 2001-2008 um insgesamt 11.0 Prozent gesunken. Im Vergleich zu Westeuropa liegt diese Entwicklung marginal unter dem Durchschnitt (-11.4%). Es sind vor allem die Branchen im Dienstleistungssektor, die ihren CO<sub>2</sub>-Ausstoss pro Wertschöpfungseinheit senken konnten. In der absoluten Betrachtung zeigt sich, dass die gesunkene CO<sub>2</sub>-Intensität in der Schweiz gänzlich durch eine höhere Wertschöpfung bei gleichem CO<sub>2</sub>-Ausstoss erreicht wurde. Damit ist lediglich eine relative Entkopplung der wirtschaftlichen Tätigkeit und dem Einsatz fossiler Brennstoffe erreicht worden. Auch bei der Entwicklung des absoluten CO<sub>2</sub>-Ausstosses zwischen 2001 und 2008 positioniert sich die Schweiz in der Mitte des Vergleichssamples. Irland hat im gleichen Zeitraum den CO<sub>2</sub>-Ausstoss der Wirtschaft am stärksten gesenkt, bei gleichzeitigem Wachstum der Bruttowertschöpfung. Die

CO<sub>2</sub>-Intensität der Wirtschaft ist hier um rund 28 Prozent zurückgegangen. Die Tschechische Republik folgt mit einer Reduktion von rund 27 Prozent dicht auf.

**Abb. 5-8 Betroffenheit der Branchen, 2008**



Quelle: BAKBASEL

Abb. 5-8 verdeutlicht welche Branchen sowohl wirtschaftlich (X-Achse) als auch als CO<sub>2</sub>-emittent von Bedeutung sind (Y-Achse). Farblich differenziert wird die CO<sub>2</sub>-Effizienz der jeweiligen Branche gegenüber dem westeuropäischen Durchschnitt. Wiederum fällt auf, dass die Zahl der Dienstleistungsbranchen mit grösserem Handlungsbedarf höher ausfällt als diejenige des zweiten Sektors. Die Chemie und die Metallindustrie etwa erreichen zwar relativ hohe Anteile an der Wertschöpfung der Wirtschaft und am CO<sub>2</sub>-Ausstoss, sie weisen jedoch bereits eine sehr hohe CO<sub>2</sub>-Effizienz auf. Verbesserungen in diesen Branchen sind nach dem Gesetz des abnehmenden Grenzertrages schwerer zu erreichen. Einfacher und volkswirtschaftlich günstiger wären Effizienzgewinne beispielsweise in der Branche Elektro/Feinmechanik, den Unternehmensbezogenen Dienstleistungen oder dem Gesundheits- und Sozialwesen zu erreichen.

### 5.1.3 Kritische Materialien

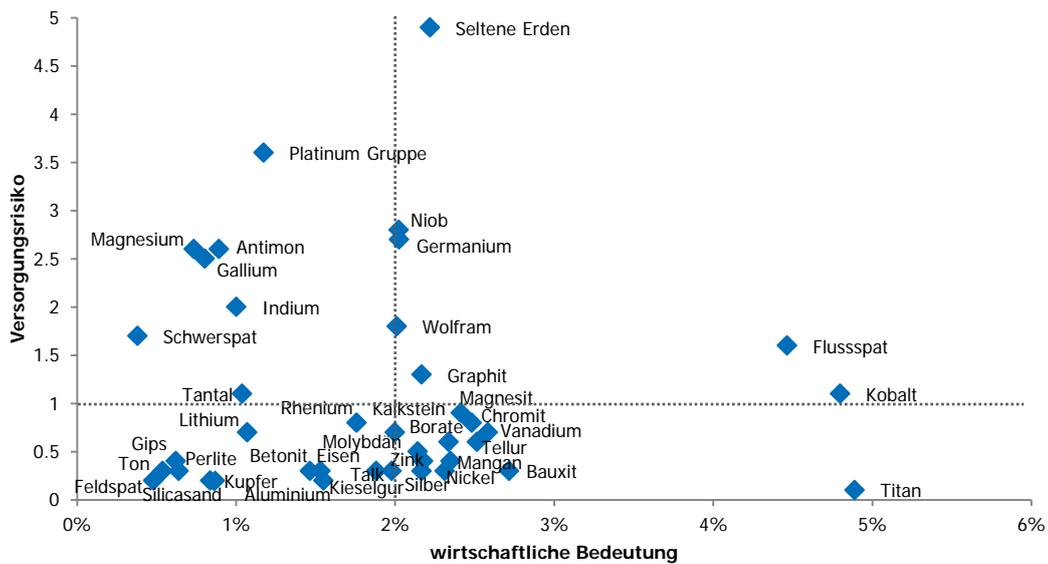
Rohstoffe sind essentiell für das Funktionieren der Schweizer Wirtschaft. Gerade die Bedeutung industrieller Materialien wird dabei oftmals für die nachgelagerten Industrien unterschätzt. So sind «Hightech-Metalle» unverzichtbare Bestandteile für die Entwicklung anspruchsvoller Produkte. Zur Herstellung von Solarzellen braucht es Seltene Erden, Indium, Gallium, Selen und Tellur. Platin ist ein essentieller Bestandteil moderner Auto-Katalysatoren. Die Sicherung eines verlässlichen Zugangs zu Rohstoffen ist eine grosse Herausforderung für die ressourcenabhängigen Länder der Welt.

Die Schweiz befindet sich in einer besonders schwierigen Lage. Einerseits ist die Schweiz extrem abhängig von Importen für zahlreiche Rohstoffe (vgl Kapitel 5.2.1), die sowohl einem wachsenden Nachfragedruck aus den Schwellenländern als auch nationalen politischen Massnahmen ausgesetzt sind. Andererseits ist die Produktion vieler Materialien auf eine kleine Anzahl Länder konzentriert, z.B. mehr als 90 Prozent der Seltenen Erden werden in China hergestellt. Ausserdem sind «Hightech-Metalle» oft Nebenprodukte der Gewinnung und Verarbeitung grosser Industriemetalle wie Kupfer, Zink und Aluminium. Das bedeutet deren Verfügbarkeit wird weitestgehend von der Verfügbarkeit des Hauptproduktes bestimmt.

Abb. 5-9 kombiniert die wirtschaftliche Bedeutung und das Versorgungsrisiko für 41 Materialien. Es wird dabei auf die Berechnungen der Ad-hoc Working Group on Defining Critical Raw Materials der EU (EU

2010) zurückgegriffen und diese mit aktuellen Wertschöpfungsdaten ergänzt. Die X-Achse gibt die wirtschaftliche Bedeutung für die Schweizer Wirtschaft wieder. Die Prozentangaben geben den Anteil der Schweizer Wirtschaft an von dem die Materialien eingesetzt werden. Je weiter rechts ein Material in der Grafik erscheint, desto grösser ist der Teil der Wertschöpfungskette, der durch eine potentielle Zugangsbeschränkung für dieses Material getroffen würde. Jedoch können auch Versorgungsprobleme bei Rohstoffen mit «niedriger» wirtschaftlicher Bedeutung grosse Probleme auslösen, da diese bei der Produktion sehr spezifischer Anwendungen eingesetzt werden können. Die Y-Achse zeigt die Positionierung der Materialien in Bezug auf ihr Versorgungsrisiko. Die Konzentration der Produktion eines Materials auf wenige Länder, welche durch politische und wirtschaftliche Instabilität gekennzeichnet sind, gepaart mit einer niedrigen Recyclingrate und niedrigen Substituierbarkeit führen zu einem hohen Versorgungsrisiko.

**Abb. 5-9 Wirtschaftliche Bedeutung und Versorgungsrisiko, 2010**



Anmerkungen: Seltene Erden und Platin Materialien bestehen aus 6 bzw. 17 unterschiedlichen Rohstoffen  
Quelle: BAKBASEL, EU

Die Materialien in der rechten oberen Ecke können als kritisch angesehen werden, da sie einerseits eine hohe wirtschaftliche Bedeutung für die Schweizer Wirtschaft besitzen und andererseits einem erhöhten Versorgungsrisiko ausgesetzt sind. Ihr hohes Versorgungsrisiko beruht auf der Tatsache, dass ein Grossteil der weltweiten Produktion aus China (Flussspat, Germanium, Graphit, Seltene Erden, Wolfram) und der Demokratischen Republik Kongo (Kobalt) kommen. Das Versorgungsrisiko wird zudem in vielen Fällen durch eine niedrige Substituierbarkeit und eine geringe Recyclingquote verschärft.

Die Materialien im unteren rechten Bereich der Graphik besitzen ebenfalls eine hohe wirtschaftliche Bedeutung, allerdings gepaart mit einem geringen Versorgungsrisiko. Eine Veränderung in einem der Parameter der Versorgungsrisikoberechnung (Produktionskonzentration oder politische Stabilität der Förderländer) können zu einer plötzlichen Veränderung nach oben führen. Im Vergleich zum westeuropäischen Durchschnitt hat Titan in der Schweiz eine sehr viel höhere Bedeutung. Dies könnte mit dessen Einsatz für medizinische Anwendungen, Uhren und Schmuck zusammenhängen. Im Gegenzug ist die wirtschaftliche Bedeutung der Rohstoffe Mangan, Vanadium und Chrom in der Schweiz geringer als im westeuropäischen Durchschnitt, was mit der Verwendung der Materialien in der Stahlproduktion zusammenhängt.

In der linken oberen Ecke befinden sich Materialien mit einem hohen Versorgungsrisiko, die jedoch von geringerer wirtschaftlicher Bedeutung sind. Im Vergleich mit dem westeuropäischen Durchschnitt befinden sich hier Magnesium, Antimon, Gallium und Indium, welche dort zu den kritischen Materialien zählen. Dies könnte an deren Hauptverwendung im Produktionsprozess von Autos und im Elektronikbereich liegen. In diesen Bereich fallen auch die Materialien der Platin Gruppe. Sie spielen eine wichtige Rolle in Converging Technologies, wie der Nanotechnologie, der Biotechnologie sowie der Informationstechnologie. Da in der

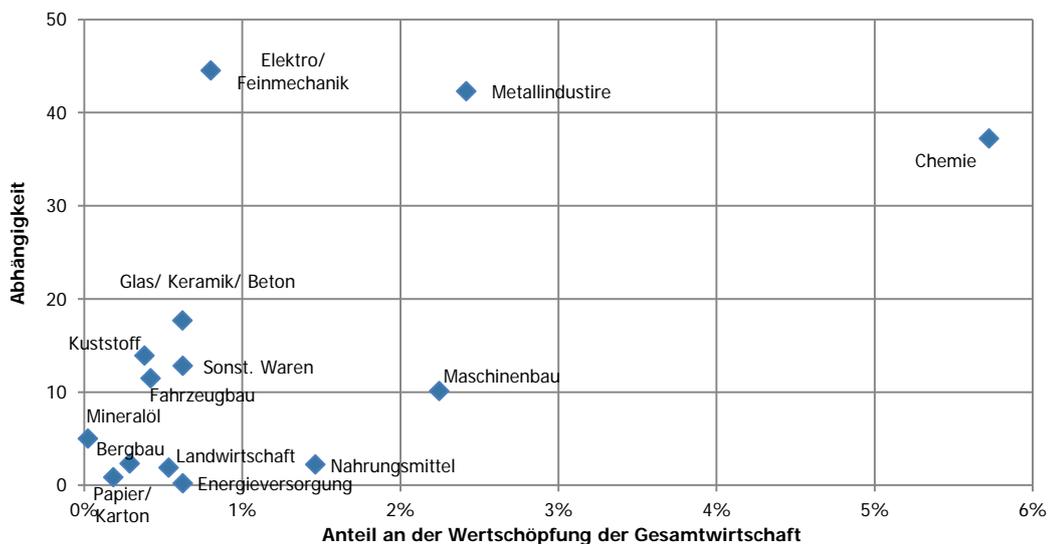
Schweiz die Life Science Industrie – eine Industrie mit hohen Wachstumspotentialen – bedeutend ist, ist davon auszugehen, dass die wirtschaftliche Bedeutung dieser Materialien in der Schweiz künftig zunehmen wird, weshalb diese Materialien als kritisch eingestuft werden dürfen.

Die Materialien in der linken unteren Ecke sind Rohstoffe mit geringer wirtschaftlicher Bedeutung und geringem Versorgungsrisiko. Für die Industriematerialien wie zum Beispiel Kalk, Ton, Sand und Talk könnten laut der Arbeitsgruppe für kritische Materialien (EU 2010) in der Zukunft Engpässe entstehen, wenn die Produktion aus Steinbrüchen und Minen in der EU abnimmt.

Aus der Kombination des Wertschöpfungsanteils einer Branche an der Gesamtwirtschaft und deren Materialabhängigkeit in Abb. 5-10 lassen sich in der Schweiz vor allem drei Branchen mit hoher Abhängigkeit identifizieren, namentlich die Metallindustrie, Chemie/Pharma sowie die Elektro und Feinmechanik.

Gerade die Chemie ist mit einem Anteil an der Gesamtwertschöpfung von über 5 Prozent als kritisch anzusehen, da in ihr eine Vielzahl an Materialien mit hohem Versorgungsrisiko eingesetzt wird (Seltene Erden, Materialien der Platin Gruppe, Germanium, Antimon, Flussspat, Graphit und Kobalt). Auch die Metallindustrie ist von einer erhöhten Abhängigkeit betroffen. Diese beruht hauptsächlich auf dem Gebrauch von Niobium, was für Legierungen eingesetzt wird. Der Maschinenbau ist auf Grund des Einsatzes weniger Materialien geringer gefährdet. Hier könnte in Zukunft Wolfram eine limitierende Rolle spielen, da sich die Substitution in erhöhten Kosten und niedrigerer Qualität widerspiegeln würde. Die Schweizer Elektro und Feinmechanik Branche ist am stärksten abhängig von kritischen Materialien. Hier werden besonders viele kritische Materialien wie Gallium, Germanium, Platin und Seltene Erden eingesetzt. Diese Materialien sind essentielle Bestandteile moderner Technologien und finden gerade im Cleantech Bereich vermehrt Verwendung. Da die Schweiz laut dem Masterplan Cleantech (EVD und UVEK 2011) bis 2020 der führende Wirtschaftsstandort für ressourceneffiziente Produkte, Dienstleistungen und erneuerbare Energien werden soll, wird sich in Zukunft der Anteil dieser Industrien an der gesamten Wertschöpfung erhöhen. Dadurch werden sich auch die Abhängigkeit und das Risiko für die Schweizer Wirtschaft erhöhen. Mit dem im Juli 2013 unterzeichneten Freihandelsabkommen zwischen der Schweiz und China konnte sich die Schweiz bereits einen sehr guten Zugang zu einem der grössten Exporteure kritischer Materialien sichern, was in künftig eine wichtige Rolle spielen könnte.

**Abb. 5-10 Materialabhängigkeit und wirtschaftliche Bedeutung ausgewählter Branchen, 2010**



Anmerkungen: Die Branche Chemie besteht aus den beiden Unterbranchen Chemie und Pharma. Betrachtet man diese einzeln verringert sich die Abhängigkeit für die Chemiebranchen im Vergleich zum Aggregat nur minimal, wobei die Abhängigkeit der Pharmabranche in der Schweiz deutlich geringer ausfällt.  
Quelle: BAKBASEL, EU

## 5.2 Wettbewerbsfähigkeit durch Standortqualität

Die Standortfaktoren üben einen wesentlichen Einfluss auf die Ausprägung und die Entwicklung des Spezialisierungsmusters eines Landes aus. Als eigentliche Determinanten der Wettbewerbsfähigkeit bestimmen sie den Rahmen, in welchem sich die Unternehmen und Branchen entfalten können und legen damit einen Grundstein für die Wohlfahrt und Wettbewerbsfähigkeit eines Landes.

Aus den verschiedenen Ansätzen zur regionalen Wettbewerbsfähigkeit lässt sich eine Vielzahl verschiedener, häufig überlappender Faktoren ableiten. Insgesamt gibt es keinen Konsens über ein bestimmtes Set von Standortfaktoren. Je nach Ansatz werden unterschiedliche Faktoren betont. Durch ihre Forschungsaktivität und den Kontakt mit Vertretern aus unterschiedlichen Branchen, insbesondere im internationalen Benchmarking, hat BAKBASEL die Erfahrung gemacht, dass folgende Standortfaktoren eine hohe Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit eines Standortes besitzen: Regulierung, Erreichbarkeit, Innovation und die Verfügbarkeit von Fachkräften. Letztere ist stark mit der Lebensqualität verknüpft. Diese Forschungen und eine Literaturrecherche<sup>8</sup> waren massgeblich für die Auswahl der hier betrachteten Determinanten (Standortfaktoren) der Schweizer Wettbewerbsfähigkeit vor dem Hintergrund, dass sich die Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen in Zukunft reduzieren wird. Um die Qualität und Ausprägung der Standortfaktoren in dieser Studie sichtbar zu machen, werden verschiedene Indikatoren verwendet, die in der gemeinsamen Betrachtung Aussage über die Qualität des Standortes Schweiz und der internationalen Vergleichsländer vermitteln. Damit ein umfassenderes Gesamtbild resultiert, liegt der Schwerpunkt dabei auf Indikatoren, die nicht bereits durch das Ecological Footprint Konzept abgedeckt sind. Die Indikatoren sollen einen direkten Zusammenhang zu den Standortfaktoren aufweisen. Für die Wahl der Indikatoren sind zudem die internationale Vergleichbarkeit und die Datenqualität entscheidende Kriterien. Dabei wird nicht nur die aktuelle Lage der Standortqualität, sondern auch die Veränderungen über die letzten 10 Jahre untersucht.

Mit den erarbeiteten Informationen wurden fünf Themen identifiziert, die für die Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz unter besonderer Berücksichtigung der Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen eine grosse Wichtigkeit geniessen und anhand derer sich die relevanten Standortfaktoren und deren Indikatoren gruppieren lassen: Verfügbarkeit von natürlichen Ressourcen, Innovationen und Ressourceneffizienz, Erreichbarkeit, Verfügbarkeit von Fachkräften (Lebens- und Umweltqualität) und Regulierung.

### 5.2.1 Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen als Produktionsinput

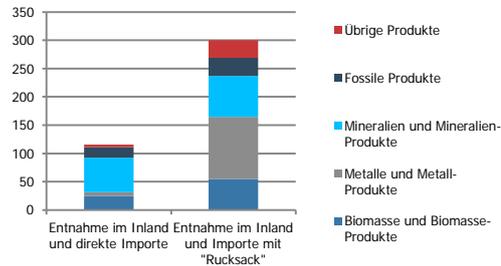
Bei der Gewinnung von Rohstoffen sind die Länder an ihre Grenzen gebunden und damit an das geographische und klimatische Umfeld innerhalb ihrer physikalischen Grenzen. Für ressourcenarme Länder, wie beispielsweise die Schweiz, ist der weltweite Handel mit Rohstoffen, Halbfertig- und Fertigprodukten daher von immenser Bedeutung. Da einige natürliche Ressourcen wichtige Inputmaterialien für die wirtschaftlichen Prozesse und somit für die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes sind, ist eine stärkere Fokussierung auf Ressourcenverbrauch, Importabhängigkeiten und Recyclingquote vonnöten.

Bei der Untersuchung des **Materialverbrauchs eines Landes** sollte nicht nur der direkte Materialinput (DMI) betrachtet werden, sondern ebenso der Rohstoffverbrauch, der zur Herstellung der Importprodukte benötigt wird. Abb. 5-11 zeigt die inländische Entnahme und den Import von Rohstoffen. Die rechte Seite stellt den DMI mit versteckten Importeinfuhren durch Importe, die im Ausland bei der Herstellung der Importe angefallen sind, dar. Nach den Ergebnissen des Bundesamtes für Statistik erhöht sich das Gewicht der Importe um mehr als das Doppelte, wenn die ausländischen Rohstoffaufwendungen eingerechnet werden. Dies hat auch einen Einfluss auf die Materialeffizienz. Berücksichtigt man den totalen Materialverbrauch (TMC) anstatt des inländischen Materialverbrauchs (DMC) (vgl. 5.2.3) reduziert sich die Steigerung

<sup>8</sup> UN: Indicators of Sustainable Development, OECD: Green Growth Indicator, EUROSTAT: Sustainable development in the European Union, EEA: core set of indicators, WEF: Global Competitiveness Report, BFS: Monitoring der Nachhaltigen Entwicklung, Statistisches Bundesamt Deutschland: Nachhaltige Entwicklung in Deutschland - Indikatorenbericht 2012 sowie Umweltbundesamt Österreich: Nachhaltigkeitsindikatoren

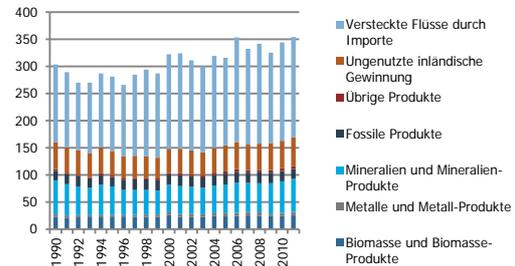
der Materialproduktivität zwischen 1990 und 2011 von 40 Prozent auf nur mehr 18 Prozent, was 2011 einer Produktivität von 0.93 US\$/kg anstatt 3.20 US\$/kg entspricht.

**Abb. 5-11 Rohstoffeinsatz nach Hauptkategorien, 2011**



Schweizer Daten in Millionen Tonnen  
Quelle: BFS

**Abb. 5-12 Entwicklung DMI und TMR, 1990 bis 2011**



Schweizer Daten in Millionen Tonnen  
Quelle: BFS

Über den Zeitraum 1990 bis 2011 (vgl. Abb. 5-12) hat sich der DMI pro Kopf von 16.4 t/cap auf 14.6 t/cap reduziert, was einem Rückgang von 10.8 Prozent entspricht. Über den gleichen Zeitraum hat sich der totale Materialaufwand (TMR) pro Kopf lediglich um 1.1 Prozent auf einen Wert von 44.7 t/cap reduziert. In absoluten Zahlen hat der DMI in der Schweiz um 5.1 Prozent und der TMR um 16.6 Prozent zugelegt. Besonders die versteckten Importeinfuhren der Importe haben mit einem Anstieg von 28 Prozent zu diesem Wachstum geführt. Dies könnte ein Anzeichen dafür sein, dass die Schweiz besonders rohstoffintensive Produktionsschritte in das Ausland verlegt hat, was letztendlich zu keiner Verbesserung der Rohstoffproduktivität führt, wenn man die globalen Wertschöpfungsketten miteinbezieht. Auch fallen dadurch mehr als die Hälfte der vom Schweizer Konsum verursachten Umweltbelastungen im Ausland an (vgl. Jungbluth et al. 2011).

Die Schweiz ist als exportorientiertes Industrieland in hohem Masse auf die Versorgung mit Primärrohstoffen angewiesen. Das Nichtvorhandensein von Rohstoffen und deren abnehmende Gewinnung führen zu Abhängigkeiten gegenüber rohstoffreicheren Ländern. Der Import von Ressourcen ist per se als unproblematisch einzustufen. Eine Voraussetzung dafür ist ein funktionierender internationaler Handel. Allerdings ist dieser nicht immer gegeben (z.B. Angebotsmonopole) und es ist fraglich, ob dieser bei einer stark zunehmenden Verknappung von Ressourcen bzw. einzelner Rohstoffe aufrechterhalten werden kann. Deswegen wird hier die **Importabhängigkeit** betrachtet. Diese setzt die Nettoimporte ins Verhältnis zum inländischen Materialverbrauch. Sie kann als Mass für die Abhängigkeit der Wirtschaft für die betrachteten Rohstoffe herangezogen werden. Ein Wert von 1 in Tab. 5-1 bedeutet eine komplette Importabhängigkeit vom Ausland, während negative Werte das Land als Nettoexporteur klassifizieren.

Über den Zeitraum 2000 bis 2011 nahm die Importabhängigkeit der Schweiz sowohl bei der Biomasse als bei den nichtmetallischen Materialien leicht zu. Bei den Erzen und fossilen Energiematerialien war die Schweiz bereits im Jahr 2000 komplett vom Ausland abhängig. Gerade in diesen beiden Bereichen zeigen sich die Abhängigkeiten vieler Länder vom Weltmarkt. Die Schweiz ist hier zusammen mit Italien und Belgien eines der rohstoffabhängigsten Länder des Vergleichssamples. Es gibt nur sehr wenige Bereiche in denen Länder Nettoexporteure sind, wie zum Beispiel Schweden, Tschechien und die USA bei der Biomasse. Auch hat sich dies über die Jahre verändert. Waren Länder teilweise 2000 noch Exporteure, sind sie 2011 nunmehr Importeure. Dies bestätigen auch weltweite Vergleiche (Umweltbundesamt 2013). Das heisst, eine zunehmende Anzahl von Ländern konkurriert um die Materialien aus einer abnehmenden Anzahl exportierender Länder.

Tab. 5-1 Importabhängigkeiten, 2011

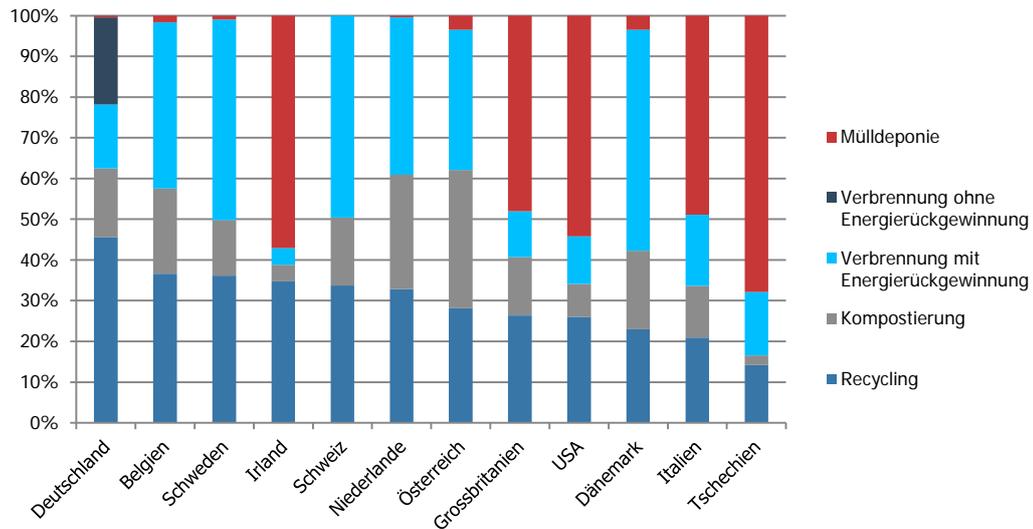
	Biomasse		Erze		Nichtmetallische Materialien		Fossile Energiermaterialien	
	2000	2011	2000	2011	2000	2011	2000	2011
<b>Belgien</b>	0.27	0.27	1.00	1.00	-0.07	0.11	1.00	1.00
<b>Dänemark</b>	0.09	0.08	1.00	1.00	0.00	0.07	0.09	0.48
<b>Deutschland</b>	-0.01	0.04	0.99	0.99	0.00	-0.05	0.48	0.52
<b>Grossbritannien</b>	0.14	0.15	1.00	1.00	-0.03	-0.01	-0.14	0.38
<b>Irland</b>	0.05	0.05	0.62	0.31	0.04	0.06	0.64	0.76
<b>Italien</b>	0.15	0.18	0.99	0.97	0.01	0.00	0.90	0.91
<b>Niederlande</b>	0.20	0.17	1.00	1.00	0.28	0.41	0.26	0.12
<b>Österreich</b>	0.05	0.06	0.64	0.74	0.02	0.02	0.84	0.92
<b>Schweden</b>	-0.08	-0.13	-0.56	-0.53	-0.01	0.01	0.98	0.96
<b>Schweiz</b>	0.07	0.12	1.00	1.00	0.19	0.20	1.00	1.00
<b>Tschechien</b>	-0.13	-0.50	0.97	0.97	-0.03	-0.01	0.11	0.17
<b>USA</b>	-0.06	-0.05	0.13	0.12	0.02	0.03	0.25	0.29

Importabhängigkeit gemessen in Nettoimporte/Nettoexporte bezogen auf den Inländischen Materialverbrauch (DMC) für das Jahr 2011, USA Daten von 2005 (Krausmann et al. 2009)  
Quelle: Eurostat, Krausmann et al.

In einem weltweiten Markt, in dem der Wettbewerb von Rohstoffen immer wichtiger wird, wird die Wiederverwertung von Rohstoffen nicht nur ökologisch, sondern auch volkswirtschaftlich immer zentraler. Sie kann die Abhängigkeit von Importen reduzieren und dadurch die Rohstoffsicherheit stärken und sich positiv auf die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes auswirken. Der Indikator **Behandlung von Siedlungsabfällen** zeigt in Prozent die Verwertung durch Mülldeponien, Verbrennung mit und ohne Energierückgewinnung, Kompostierung sowie Recycling. Siedlungsabfälle sind Abfälle, die aus Haushalten stammen, sowie andere Abfälle vergleichbarer Zusammensetzung aus Industrie und Gewerbe. Der Indikator gibt annähernd Auskunft über die Gewinnung von Sekundärrohstoffen einer Volkswirtschaft.

2010 wurden 50 Prozent der Siedlungsabfälle der Schweiz mit Energierückgewinnung verbrannt, während 34 Prozent recycelt und 16 Prozent kompostiert wurden. Infolgedessen gehen sämtliche Siedlungsabfälle, sei es durch Sekundärrohstoffe oder Energie zurück in den Wirtschaftskreislauf. Betrachtet man die Sekundärrohstoffgewinnung im Zeitraum 2000 bis 2010 entspricht dies einer Steigerung von 6 Prozent der Recyclingquote, womit die Schweiz 2010 den fünften Platz belegte. Im Vergleichssample besass Deutschland mit knapp 46 Prozent die höchste Recyclingquote, allerdings war es auch das Land mit dem höchsten Anteil an Verbrennung ohne Energierückgewinnung. Zu beobachten ist, dass in den übrigen Vergleichsländern die Recyclingquote deutlich schneller gewachsen ist als in der Schweiz. Die Abfallerhebung 2012 zeigt, dass der Kehricht immer noch erhebliche Mengen an grundsätzlich verwertbaren Materialien enthält (BAFU 2012).

Abb. 5-13 Behandlung von Siedlungsabfällen, 2010



Behandlung von Siedlungsabfällen 2010, für Grossbritannien wurde auf Grund nichtvorhandener Daten auf das Jahr 2009 zurückgegriffen  
Quelle: OECD

Die Schweiz ist im Vergleichssample das ressourcenärmste Land betrachtet man die Gesamtfördermengen an Biomasse, fossilen Energiematerialien, nichtmetallischen Materialien und Erzen. Auch im Pro-Kopf-Vergleich erreicht die Schweiz eine hintere Platzierung. Dies führt zu erheblichen Importabhängigkeiten, vor allem in den Bereichen fossile Energiematerialien und Erzen. Die Gewinnung von Sekundärrohstoffen und die Erzeugung von Energie durch Abfälle gelten als eine mögliche Antwort auf diese Abhängigkeit zum Ausland. Hier führt die Schweiz sämtliche Abfälle zurück in den Wirtschaftskreislauf mit einem Fokus auf die Energierückgewinnung.

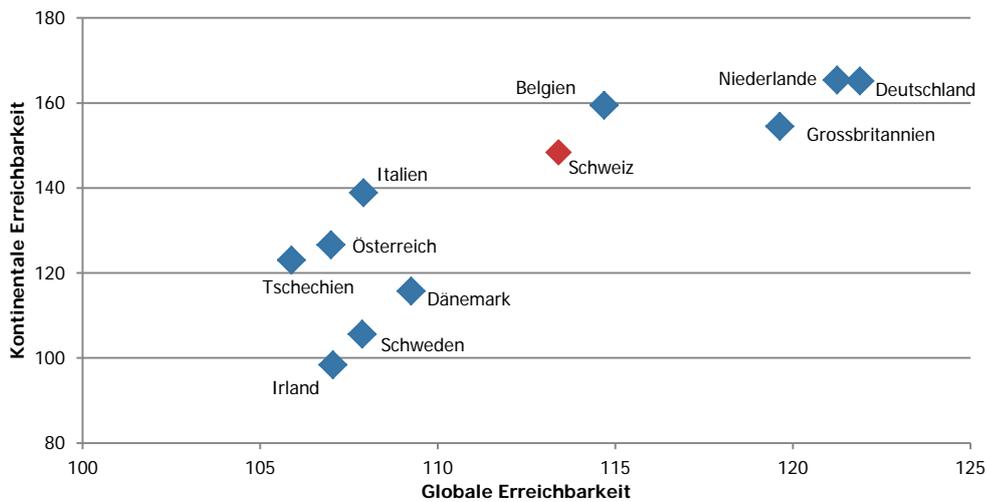
## 5.2.2 Verkehrswesen

Eine qualitativ hochstehende Infrastruktur gehört zu den Voraussetzungen für das reibungslose Funktionieren einer hochentwickelten Volkswirtschaft und ist damit essentiell für die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes.

Als Teilindex des bereits erwähnten Global Competitiveness Index wird auch die Qualität der **Basisinfrastruktur** bewertet. Nach diesem Index erreicht die Schweiz den sechsten Rang. Die Qualität der gesamten Infrastruktur wird als sehr gut angesehen. Vor allem die Bereiche Strassen- und Schienenqualität sowie die Qualität des Elektrizitätsangebots sind diesem Index zufolge hervorragend.

Eine gut entwickelte Basisinfrastruktur ermöglicht einerseits den Transport von Gütern und Dienstleistungen und zum anderen erleichtert sie die Mobilität der erwerbstätigen Personen zu den jeweiligen Unternehmen. In einer zunehmend globalisierten Welt bestimmt die verkehrstechnische **Erreichbarkeit** eines Standortes wesentlich, in welchem Umfang die entsprechende Region am wirtschaftlichen Wachstumsprozess teilhaben kann. Da jedoch der Transport von Gütern und Personen mit externen Effekten und Ressourcenverbrauch verbunden ist, wird nicht nur die Erreichbarkeit, sondern auch die **CO<sub>2</sub>-Effizienz** und der **Modalsplit** als eine mögliche Antwort auf Ineffizienz mit in die Analyse einbezogen.

Abb. 5-14 Kontinentale und globale Erreichbarkeit, 2012



Index (durchschnittliche Erreichbarkeit der Regionen 2010=100), Jahr 2012  
 Quelle: BAKBASEL, IVT

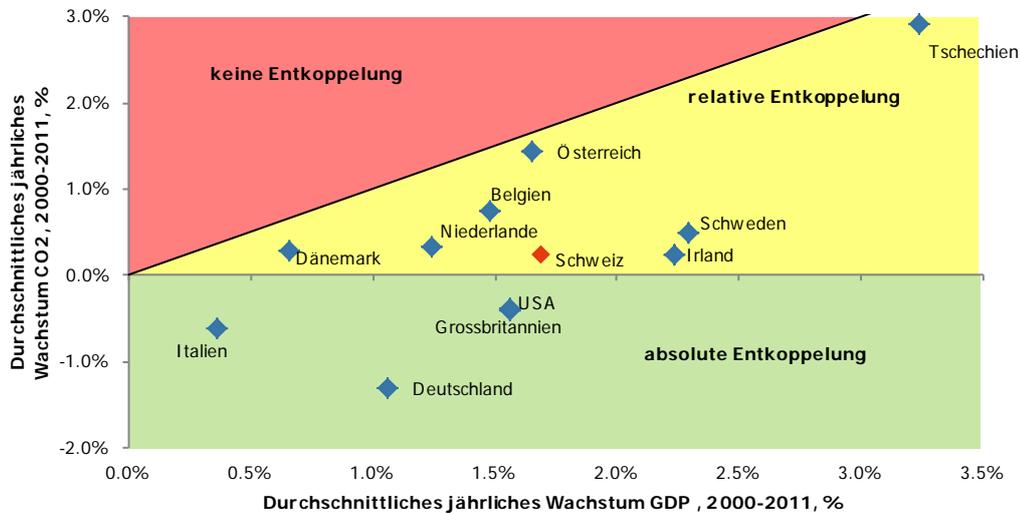
Die exzellente Infrastruktur leistet einen wesentlichen Beitrag zur Erreichbarkeit<sup>9</sup> der Schweiz, die in Abb. 5-14 dargestellt ist, und stellt einen wichtigen Standortvorteil dar. Im globalen Kontext verdankt die Schweiz die hervorragende Erreichbarkeit den Flughäfen, insbesondere demjenigen in Zürich. Die guten Anbindungen an das Eisenbahnhochgeschwindigkeitsnetz sowie die zentrale Lage in Europa bescheren der Schweiz zusätzlich starke kontinentale Erreichbarkeit. Zudem verbessert sich die Erreichbarkeit laufend (durch einige hohe Infrastrukturinvestitionen wie Fertigstellung von Teilstücken der Autobahn A 4 oder den Lötschberg-Basistunnels sowie einer Erhöhung der Frequenzen im öffentlichen Verkehr). Im Vergleichssample können nur Belgien, Grossbritannien, Niederlande und Deutschland wegen ihrer grossen Flughäfen mit einer besseren Erreichbarkeit bestehen.

Die Verkehrsinfrastruktur soll nicht nur zu einer guten Erreichbarkeit führen, sondern auch möglichst ressourcenschonend sein (geringer Ressourceneinsatz und geringe externe Effekte). Als für die Umwelt besonders belastend gilt der individuelle Kraftfahrzeugverkehr sowohl für Güter als auch für Personen, da er mit einem hohen Verbrauch an Mineralöl und einem hohen Ausstoss von CO<sub>2</sub> einhergeht. Für die langfristige Wettbewerbsfähigkeit ist deshalb eine hohe **CO<sub>2</sub>-Effizienz des Transportsektors** wichtig (vgl. Zusammenhang CO<sub>2</sub>-Emissionen und Wettbewerbsfähigkeit in Kapitel 5.1.2). Effizientere Fahrzeugtechnik oder ein veränderter Modalsplit können zu einem sinkenden CO<sub>2</sub>-Ausstoss beitragen. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen beziehen sich auf die Emissionen aus der Treibstoffverbrennung für alle Transportaktivitäten<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> Erreichbarkeit ist eine geographische Punktinformation, weshalb für die Erreichbarkeit eines Landes Daten für die bestbewertete Stadt herangezogen wurden

<sup>10</sup> Inlandsluftverkehr, Binnenschifffahrt, Straßen-, Schienen- und Pipeline-Transport (IEA)

**Abb. 5-15 Wachstum des Bruttoinlandsproduktes und der territorialen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Transportes zwischen 2000 und 2011**



keine Entkoppelung = CO<sub>2</sub>-Emissionen steigen stärker als Wirtschaftswachstum; relative Entkoppelung = CO<sub>2</sub>-Emissionen steigen schwächer als das Wirtschaftswachstum; absolute Entkoppelung = CO<sub>2</sub>-Emissionen sinken bei gleichzeitigem Wirtschaftswachstum  
Quelle: BAKBASEL, IEA

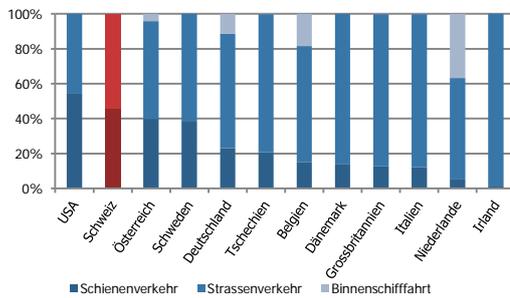
Zwischen 2000 und 2011 stiegen die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Transportsektor der Schweiz jährlich um 0.2 Prozent von 16.42 Millionen Tonnen auf 16.86 Millionen Tonnen. Absolut betrachtet emittierte die Schweiz damit im internationalen Vergleich wenig. Der Güterverkehr stieg im gleichen Zeitraum um 1.5 Prozent jährlich und der Personenverkehr um 1.6 Prozent. Im Vergleich mit den anderen Ländern haben der Güterverkehr und der Personenverkehr überdurchschnittlich zugenommen. Werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen nun ins Verhältnis zu dem Verkehrsaufkommen gesetzt (Personenkilometer + Tonnenkilometer) emittiert die Schweiz im internationalen Vergleich viel.

Über den betrachteten Zeitraum zeigt sich, dass die überwiegende Mehrheit der beobachteten Länder, darunter die Schweiz, eine relative Entkoppelung zwischen Wirtschaftswachstum und CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Transportsektor erreicht haben (vgl. Abb. 5-15). Eine relative Entkoppelung gibt an, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen schwächer gestiegen sind als das Bruttoinlandsprodukt. Eine absolute Entkoppelung würde dann eintreten, wenn die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei gleichzeitigem Wirtschaftswachstum sinken. Deutschland, Italien, Grossbritannien und die USA sind die einzigen Länder, welche eine absolute Entkoppelung bisher vorweisen können. Laut der OECD Studie «ITF Transport Outlook 2013» (OECD 2013A) wäre bei einer Entkoppelung des Wirtschaftswachstums vom Gütertransport eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um bis zu 4 Prozent möglich. Um dies zu erreichen wird unter anderem von der IEA eine Senkung des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs gefordert. Hier sieht der Bericht «Improving the Fuel Economy of Road Vehicles - A policy package» (IEA 2012) das grösste Steigerungspotential, da die notwendigen Technologien bereits vorhanden sind, es jedoch an der breiten Umsetzung dieser mangelt. Hier könnte die Schweiz Entwicklungspotentiale ausschöpfen.

Der CO<sub>2</sub>-Ausstoss soll in der Zukunft vermindert werden, da die CO<sub>2</sub>-Senken zusammen mit den fossilen Brennstoffen zu den natürlichen Ressourcen gehören, die in der Zukunft eher weniger verfügbar sein werden. Die Aufteilung des Verkehrs (Schiene oder Strasse) ist daher von Bedeutung. Insbesondere einmal getroffene Infrastrukturbauten weisen eine hohe Pfadabhängigkeit auf und lassen sich nur langsam wieder verändern. Eine Verkehrsinfrastruktur, die den Schienenverkehr bevorzugt, ist in diesem Zusammenhang langfristig zu bevorzugen. Ein Indikator dafür ist der **Modalsplit**. Er berechnet sich aus den prozentualen Anteilen der einzelnen Verkehrsträger am gesamten Verkehrsaufkommen und gibt somit Aufschluss über die Verkehrsmittelbenutzung. Der Indikator in Abb. 5-16 zeigt die Verteilung des Güter-

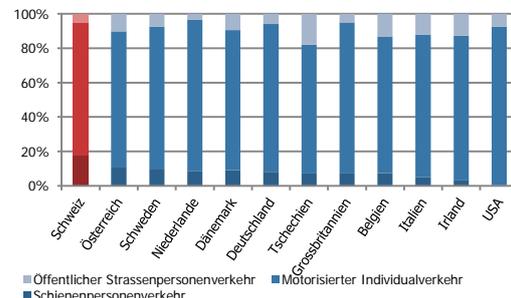
verkehrs auf die drei Transportmittel Schiene, Wasser und Strasse im Jahr 2011. Der Indikator in Abb. 5-17 gibt die Verteilung des Personenverkehrs im Jahr 2011 wider.

**Abb. 5-16 Modalsplit Güterverkehr, 2011**



Anteile der Verkehrsmittel am Gesamtverkehr in %; USA Werte von 2002  
Quelle: EUROSTAT, UNECE

**Abb. 5-17 Modalsplit Personenverkehr, 2011**



Anteile der Verkehrsmittel am Gesamtverkehr in %; USA Werte von 2010  
Quelle: EUROSTAT, UNECE

Abb. 5-16 zeigt, dass in der Schweiz 2011 der Güterverkehr zu 46 Prozent auf der Schiene und zu 54 Prozent auf der Strasse stattfand. Nur die USA hatten mit 41 Prozent Strassenverkehr einen kleineren Wert und konnten sich dadurch mit knapp 50 Prozent Schienengüterverkehr den ersten Platz vor der Schweiz sichern. Anzumerken ist hierbei, dass in den USA der Schienengüterverkehr mit Diesellokomotiven durchgeführt wird, was zu mehr CO<sub>2</sub>-Emissionen führt als bei vergleichbaren elektrisch angetriebenen Zügen. Zudem sind die USA Daten aus dem Jahr 2002. In Irland wurde in diesem Jahr 99 Prozent der Gütertransporte auf der Strasse durchgeführt – dem höchsten Wert des Samples.

Schnitt die USA im Güterverkehr mit einem niedrigen Anteil der Strassentransporte noch sehr positiv ab, fand sie sich mit einem Wert von 92 Prozent Personenverkehr mit dem Privatauto im Jahr 2011 auf dem letzten Platz wieder. Die Schweiz kann jedoch auch im Personenverkehr überzeugen. Mit einem Anteil von 77 Prozent Personenverkehr mit dem Privatauto besitzt sie den zweitniedrigsten Wert nach Tschechien. Mit einem Anteil von 18 Prozent Schienenverkehr hat die Schweiz einen fast doppelt so hohen Wert wie die in diesem Transportmittel nachfolgenden Niederlande.

Sowohl der Modalsplit im Güterverkehr wie auch der Modalsplit im Personenverkehr deuten auf eine fortschrittliche Infrastruktur der Schweiz hin. Für die langfristige Wettbewerbsfähigkeit ist ein Modalsplit in Richtung mehr öffentliche Verkehrsmittel wünschenswert, da auf diese Weise weniger Energie verbraucht und weniger Emissionen erzeugt werden. Die Schweiz geht hier mit gutem Beispiel voran.

### 5.2.3 Innovation und Ressourceneffizienz

Technologischer Fortschritt und Innovationen bestimmen sowohl das Wachstum als auch die Produktivität einer Volkswirtschaft und damit deren Wettbewerbsfähigkeit. Innovationen sind die erfolgreiche Umsetzung von Ideen und neuen technischen Lösungen, neuen Prozessen, neuen Produkten und Dienstleistungen oder neuen Organisationsformen. Innovationen entstehen in einem vielschichtigen und vielstufigen Prozess durch das Zusammenwirken verschiedener Faktoren.

Die Analyse des Innovationsprozesses gliedert sich in die Bereiche Input-, Throughput- und Outputfaktoren. Als Inputindikatoren werden häufig die Rahmenbedingungen für Innovationen wie die Qualität von Universitäten und Forschungseinrichtungen sowie Qualifikation und Bildungsstruktur betrachtet. Als Throughput kann die Anzahl der Patente und die Grösse des wissensintensiven Wirtschaftssegmentes herangezogen werden. Als Outputfaktoren gelten hier die Ergebnisse von Innovationen. Die Einteilung der Innovationsindikatoren in In-, Throughput- und Outputindikatoren ist für manche Indikatoren nicht immer zweifelsfrei durchführbar, weshalb diese in unterschiedliche Bereiche eingeteilt werden können.

Im Umweltbereich stehen als Indikatoren internationale Umweltabkommen und die Zahl der Patente im Umweltbereich als Input- bzw. Throughputfaktoren zur Verfügung. Als Outputfaktoren von Innovationen

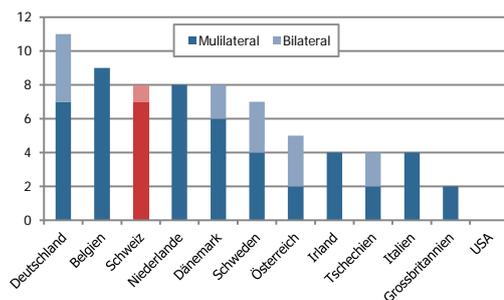
können die Effizienzziffern beim Ressourceneinsatz (Energie, CO<sub>2</sub>, Materialien etc.) und der Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtprimärangebot verwendet werden. Anders als im Abschnitt zum Spezialisierungsmuster, das sich ebenfalls stark mit der Effizienz befasst (vgl. Kapitel 5.1.1) wird im Folgenden nicht nur die Effizienz der Wirtschaft (Angebotsseite) analysiert, sondern des ganzen Landes (Wirtschaft und Haushalte bzw. Angebot und Nachfrage). Als Output von Innovation äusserst sich Effizienz nicht nur in der wirtschaftlichen Tätigkeit, sondern auch im Konsum. Da beide Bereiche um knapper werdende Ressourcen (z.B. Energie) konkurrieren, ist es notwendig bei der Betrachtung der Effizienz eines Landes auch die privaten Haushalte zu berücksichtigen<sup>11</sup>.

Die F&E-Ausgaben der öffentlichen Hand und der Privatwirtschaft der Schweiz bilden ein günstiges Umfeld für Innovationen.<sup>12</sup> Auch liegt die Schweiz bei internationalen Vergleichen zum Stand der Innovationsfähigkeit meist auf einem der vorderen Plätze. Der Global Competitiveness Index des World Economic Forum 2013/14 bescheinigt der Schweiz beispielsweise einen hervorragenden zweiten Platz in einem Vergleichs-sample von 148 Ländern.

**Internationale Umweltabkommen** können als mögliche Treiber von Technologietransfers im Umweltbereich betrachtet werden. Im Vergleich zum internationalen Handelsaustausch mit Technologien und ausländischen Direktinvestitionen sind die Internationalen Umweltabkommen ein eher schwacher Indikator. Er wurde jedoch explizit ausgewählt, da heutige Umweltprobleme, wie zum Beispiel der Klimawandel, global – in internationaler Zusammenarbeit – gelöst werden müssen. Eine Teilnahme kann den Austausch umweltrelevanter Technologien fördern und infolgedessen existierende negative Externalitäten anthropologischer Aktivitäten reduzieren. Die OECD Studie «Invention and Transfer of Environmental Technologies» (OECD 2011A) zeigt, dass es einen positiven Effekt in den Ländern gibt, welche an einem internationalen Umweltabkommen teilnehmen. Die nachfolgende Graphik bildet die Anzahl multi- und bilateraler Umweltabkommen der Länder seit dem Jahr 2000 ab. Ein hoher Wert signalisiert eine enge internationale Zusammenarbeit und damit auch mögliche höhere Chancen für einen internationalen Technologietransfer.

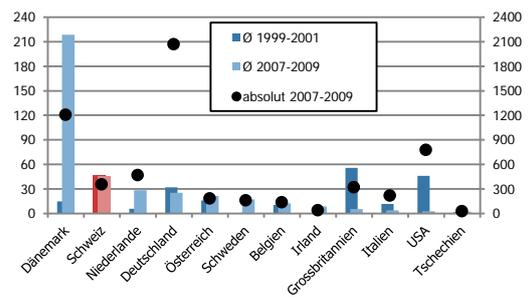
Abkommen, wie beispielsweise jenes zwischen der Schweiz und China Ende Juni 2012 zur Vertiefung des Dialogs in der Umweltpolitik und zum erleichterten Austausch von Know-how und Informationen in den Bereichen Luftreinhaltung, Gewässerschutz, Abfallmanagement und Naturschutz können den Technologietransfer zusätzlich verstärken und werden als erstrebenswert angesehen.

**Abb. 5-18 Internationale Umweltabkommen, 2013**



Ratifizierung internationaler Umweltabkommen seit 2000  
Quelle: Ronald B. Mitchell: International Environmental Agreements Database Project

**Abb. 5-19 Umweltpatente, 2000-2009**



Patente pro 1 Mio. Einwohner 99-01 und 07-09 (linke Achse) und absolute Patente 07-09 (rechte Achse).  
Quelle: OECD

<sup>11</sup> Die Analyse des Spezialisierungsmusters hingegen fokussiert auf die Produktion der Branchen. Der Konsum der privaten Haushalte ist damit per Definition ausgeschlossen.

<sup>12</sup> Mit hohen Ausgaben, die über drei Prozent des BIP liegen, befindet sich die Schweiz auf einem sehr guten Niveau im internationalen Vergleich. Betrachtet man die absoluten Ausgaben muss sie sich nur von den grossen Volkswirtschaften wie z.B. den USA und Deutschland geschlagen geben.

Die Schweiz platziert sich mit einem bilateralen und sieben multilateralen Umweltabkommen im vorderen Mittelfeld des Vergleichssamples. Mit insgesamt elf Abkommen führt Deutschland die Gruppe an. Die USA befindet sich auf dem letzten Platz, weil die USA kein einziges bilaterales Abkommen geschlossen haben. Die Mehrzahl der Abkommen ist multilateraler Natur.

Der Indikator **Patente im Umweltbereich** zeigt das Ausmass technischer Erfindungen und somit die Innovationskraft in diesem Bereich<sup>13</sup>. Auch wenn nicht allen Patentgesuchen entsprochen wird, zeugt jede Anmeldung von einer technischen Leistung und bietet damit eine geeignete Annäherung an das erfinderische Potential. Ein hoher Wert spiegelt demnach ein hohes Innovationspotential wider.

Dänemark stand wegen zahlreicher Patente im Solarenergiebereich 2007-2009 sowohl bei der relativen Betrachtung mit 219 umweltbezogenen Patenten pro 1 Mio. Einwohner als auch im absoluten Vergleich mit 1201 sehr gut da. Angeführt von der Schweiz (pro 1 Mio. Einwohner: 46; absolut: 350) folgten die weiteren Länder mit einem deutlichem Abstand. Tschechien platzierte sich dabei mit 2 Patenten pro 1 Mio. Einwohner und 22 Patenten im Zeitraum 2007 bis 2009 auf dem letzten Rang. Betrachtet man die absoluten Werte unterstreicht Deutschland mit 2067 Patenten seine Position als eines der führenden Länder in Bezug auf umweltbezogene Innovationen und Technologien. Auch die Schweiz erreichte bei der Betrachtung der absoluten Werte einen Platz auf den vorderen Rängen und das trotz ihrer geringen Bevölkerungszahl. Das innovative Potential der Schweiz im Umweltbereich ist demzufolge als hoch einzustufen.

Innovation manifestiert sich oft in Effizienzgewinnen. Die Steigerung der **Energieeffizienz** ist ein wichtiges Instrument, um den Energieverbrauch ohne Einbussen an Nutzen zu senken. Höhere Energieeffizienz erlaubt das Erreichen eines gewünschten Nutzens mit geringerem Energieaufwand. Innovationen im Energieeffizienzbereich betreffen nicht nur die Produktion, sondern beeinflussen auch die erstellten Produkte. Eine höhere Energieeffizienz bei Endverbraucherprodukten verringert die Rivalität zwischen Konsum und Produktion und reduziert das Versorgungsrisiko der Wirtschaft (die bei der Wettbewerbsbetrachtung im Vordergrund steht). Deswegen werden im Gegensatz zur Branchenanalyse (vgl. Kapitel 5.1.1) auch die Haushalte miteinbezogen.

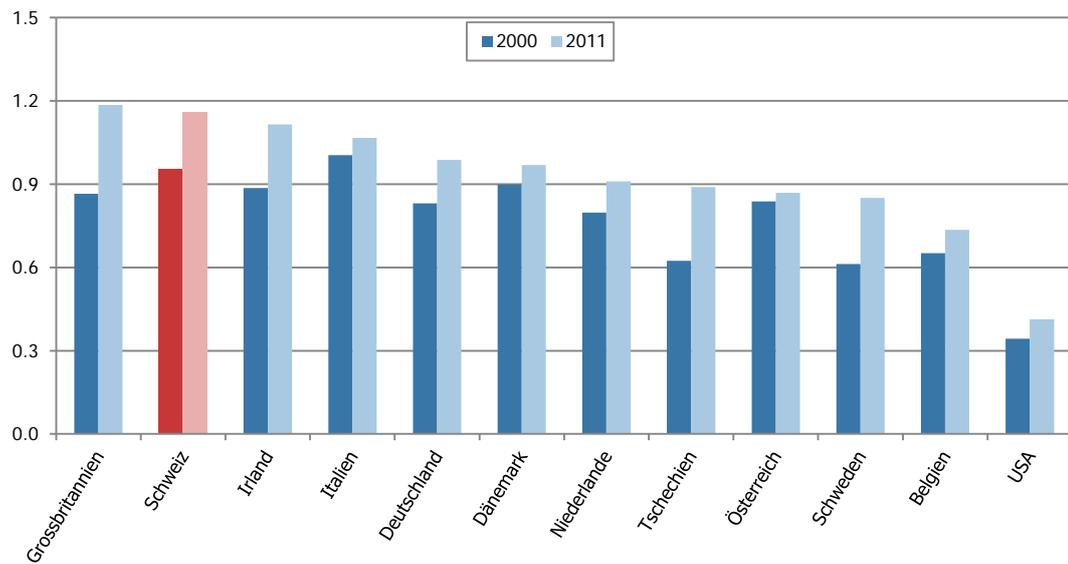
Eine effizientere Energienutzung kann zu einem geringeren Verbrauch an Energierohstoffen führen und zu sinkendem CO<sub>2</sub>-Ausstoss beitragen. Die Energieproduktivität bezieht sich hier – anders als im Kapitel zum Branchenmix – auf den Endenergieverbrauch. Dieser Indikator ist um den Effekt des eingesetzten Energieträgermixes mit unterschiedlichen Kraftwerkstypen und Wirkungsgraden bereinigt.

Wie die Wirtschaft weist auch die Schweiz als Ganzes eine hervorragende Energieproduktivität auf. Zwischen 2000 und 2011 hat sich die Energieproduktivität der Schweiz zudem um durchschnittlich 1.8 Prozent pro Jahr verbessert. Dies deutet zwar auf einen effizienten Energieeinsatz hin, geht aber hauptsächlich auf einen Anstieg des Bruttoinlandsprodukts um jährlich 1.7 Prozent zurück. Dennoch ist der Endenergieverbrauch seit 2000 auch in absoluten Zahlen leicht gesunken. Im internationalen Vergleich ist der Anstieg der Energieproduktivität in der Schweiz eher durchschnittlich.

---

<sup>13</sup> Patente aus den folgenden Bereichen werden in diesem Indikator zusammengefasst: «general environmental management», «emissions abatement and fuel efficiency in transportation», «energy efficiency in buildings and lighting» und «energy generation from renewable and non-fossil sources». Diese Einteilung folgt der OECD (<http://www.oecd.org/env/consumption-innovation/indicator.htm>)

Abb. 5-20 Endenergieproduktivität, 2000 und 2011



BIP in US\$/ inländischer Endenergieverbrauch in kWh  
Quelle: BAKBASEL, BFS, EUROSTAT, eia

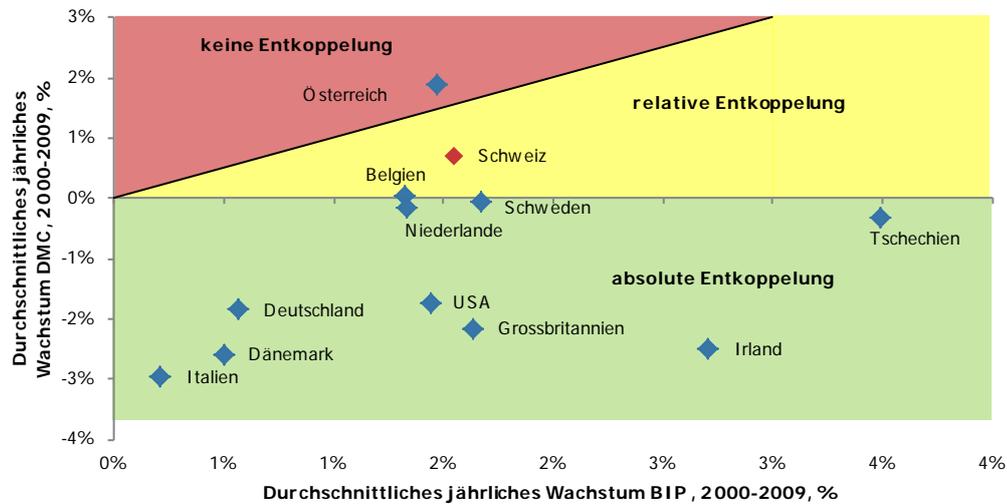
Für die Schweiz gilt also die Senkung des Energieverbrauchs durch mehr Energieeffizienz weiter voranzutreiben. Erste Schritte dazu wurden bereits eingeleitet, wie zum Beispiel die seit 1. Januar 2014 in Kraft getretenen neuen Werte für den Standby-Modus und den Aus-Modus bei elektronischen Geräten. Die Schweizer Innovationskapazität ist jedoch weiter gefordert, neue sowie effizientere Elektrizitätstechnologien und -anwendungen zu erforschen.

Die Energiestrategie 2050 zielt unter anderem auf eine massive Steigerung der Energieeffizienz ab, hauptsächlich mit Massnahmen im Gebäudebereich, aber auch bei elektrischen Geräten. Zudem wird mit dem Ausstieg aus der Kernenergie und dem vermehrten Einsatz neuer erneuerbaren Energien die Speicherung von Strom wichtiger. Energieeffiziente Geräte und Stromspeicher (Batterien) verringern zwar das Problem der Ressourcenverfügbarkeit im Bereich der Energie. Auf der anderen Seite sind zur Herstellung dieser Produkte beispielsweise Seltene Erden notwendig, die selber knapp verfügbar sind und in Zukunft wohl noch stärker umkämpft werden (vgl. Kapitel 5.1.3).

Zusammenfassend lässt sich für die Schweiz festhalten, dass sie sehr effizient im Umgang mit Energie ist, der absolute Verbrauch bisher jedoch nur wenig reduziert werden konnte. In den meisten anderen Ländern des Samples ist dies bereits gelungen. Für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz ist jedoch nicht nur eine Steigerung der Effizienz von Bedeutung, sondern auch die absolute Reduktion, da sich nur dann die Abhängigkeit von der Versorgung durch den internationalen Markt verringert und der Einfluss von Preisschwankungen abnimmt. Für die Erhaltung der Schweizer Wettbewerbsfähigkeit in der Zukunft sind damit noch weitere Anstrengungen in diesem Bereich notwendig.

Ressourcenverknappung und dadurch entstehende Versorgungsunsicherheiten sowie hohe und stark fluktuierende Rohstoffpreise können zu starken ökonomischen Verwerfungen führen. Gerade für rohstoffarme Länder wie die Schweiz gilt es Wettbewerbsnachteile durch eine effizientere Ressourcennutzung entgegenzusteuern. **Materialeffizienz** ist dabei ein wichtiges Mittel um dieses Ziel zu erreichen.

Abb. 5-21 Wachstum des BIP und des DMC zwischen 2000 und 2009



keine Entkoppelung = Materialverbrauch steigt stärker als Wirtschaftswachstum; relative Entkoppelung = Materialverbrauch steigt schwächer als das Wirtschaftswachstum; absolute Entkoppelung = Materialverbrauch sinkt bei gleichzeitigem Wirtschaftswachstum

Quelle: BAKBASEL, SERI

Der inländische Materialverbrauch<sup>14</sup> (DMC) beschreibt die Gesamtentnahme an direkt verwertetem Material innerhalb einer Volkswirtschaft. Zwischen 2000 und 2009 stieg der DMC der Schweiz um ca. 6 Millionen Tonnen auf 100 Millionen Tonnen in 2009, was einem Anstieg von 6 Prozent entspricht. Der Pro-Kopf-DMC blieb im gleichen Zeitraum in etwa konstant bei 13 Tonnen. Den grössten Anteil am DMC hatte 2009 die Gruppe der Mineralien (59%), gefolgt von jener der Biomasse (19%). Der Anteil Energieträger am DMC lag im selben Jahr bei 18 Prozent. Im Vergleich mit den anderen Ländern des Samples verzeichnete die Schweiz den geringsten absoluten direkten inländischen Materialverbrauch. Bezogen auf den Materialverbrauch pro Einwohner verbrauchte die Schweiz im Vergleichssample deutlich weniger als der Durchschnitt.

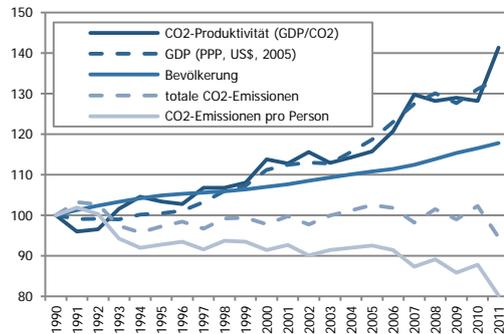
Über den betrachteten Zeitraum zwischen 2000 und 2009 zeigt sich, dass alle Länder bis auf Österreich ihr Einkommen stärker steigern konnten als ihren Materialkonsum und eine Entkoppelung erreichen konnten (vgl. Abb. 5-21). Konnte der Schweiz im Zeitraum 1990 bis 2000 noch eine absolute Entkoppelung attestiert werden, kann im beobachteten Zeitraum 2000 bis 2009 nur eine relative Entkoppelung festgestellt werden. Die Materialproduktivität bezogen auf den DMC (GDP pro DMC) stieg durchschnittlich jährlich um 0.8 Prozent an. Damit liegt die Schweiz deutlich unter dem durchschnittlichen Sample-Anstieg der Materialproduktivität (+2.5 % durchschnittlich jährlich). Den absoluten Bedarf betrachtet verbraucht die Schweiz zwar am wenigsten, jedoch verzeichnete sie einen Anstieg des absoluten Verbrauchs. Da international viele Länder schon eine absolute Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Materialverbrauch aufweisen können, besteht für die Schweiz Nachholbedarf, um die bisherige gute Position zu halten. Erwähnenswert ist zudem, dass die Verbesserung im DMC auch zum grossen Teil darauf zurückzuführen ist, dass vermehrt Endprodukte eingeführt werden und weniger Rohmaterialien und Halbfabrikate. Der Gewinn für die Umwelt ist bei dieser Verschiebung gleich Null (vgl. mit 5.2.1). Der DMC pro Einwohner bestätigt dieses Ergebnis.

Eng verknüpft mit der Bereitstellung von Energie sind CO<sub>2</sub>-Emissionen. Ein stetig wachsender Verbrauch fossiler Brennstoffe führt dazu, dass nicht mehr nur die begrenzte Verfügbarkeit sondern zunehmend auch die Aufnahmefähigkeit der Senken (Atmosphäre, Ökosysteme, Ozeane) für CO<sub>2</sub> und andere Treibhausgase zum wichtigsten limitierenden Faktor geworden sind. Auch wenn beispielsweise die Kohlereserven noch für

<sup>14</sup> Jährliche Menge an Rohmaterial (Biomasse, Energieträger, (nicht-metallische) Mineralien und Metalle), die aus dem inländischen Hoheitsgebiet entnommen wird, zuzüglich aller physischen Einfuhren abzüglich aller physischen Ausfuhren

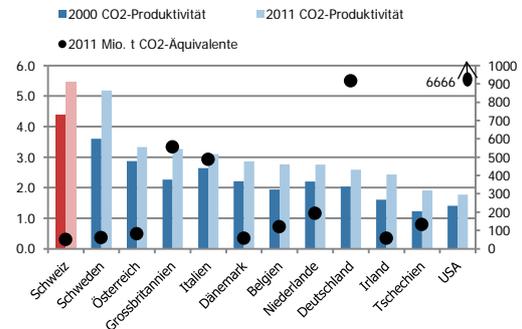
Jahrhunderte ausreichen sollten, darf das darin gebundene CO<sub>2</sub> bei der Verbrennung nicht an die Atmosphäre abgegeben werden, um den Klimawandel nicht irreversibel und dramatisch zu beschleunigen (Kippeffekte). Daher ist die **CO<sub>2</sub>-Effizienz** eines Landes wichtig, um den Ausstoss von CO<sub>2</sub> zu reduzieren.

**Abb. 5-22 Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Produktivität der Schweiz, 1990-2011**



Indexiert 1990 = 100  
Quelle: BFS

**Abb. 5-23 Territoriale CO<sub>2</sub>-Produktivität, 2000-2011**



BIP in US\$ / Kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente (linke Achse); CO<sub>2</sub>-Emissionen in Mio. t  
Quelle: OECD

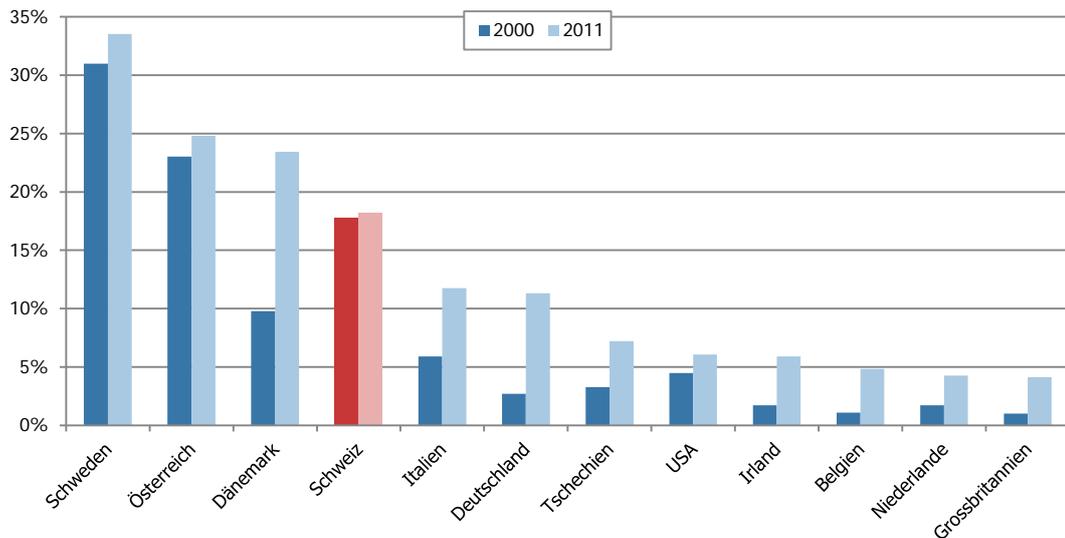
Die totalen CO<sub>2</sub>-Emissionen beziehen sich auf die gesamten Treibhausgase.<sup>15</sup> Die unterschiedlichen Treibhausgase werden anschliessend in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet. Zwischen 1990 und 2011 sanken die Treibhausgasemissionen der Schweiz um 5 Prozent auf 50 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Die Pro-Kopf-Emissionen sanken von 7.9 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente auf 6.3 Tonnen (-20%). Am stärksten gesunken sind die Perfluorcarbone (-61%) und Methan (-20%). Im Vergleich emittierte die Schweiz sowohl absolut als auch relativ die wenigsten Treibhausgasemissionen.

In der Schweiz kann über den betrachteten Zeitraum eine Entkoppelung des Wirtschaftswachstums und der Treibhausgasemissionen festgestellt werden (vgl. Abb. 5-22). Die CO<sub>2</sub>-Produktivität, bezogen auf US\$ pro 1Kg emittierte Einheit CO<sub>2</sub>-Äquivalent, stieg um 42 Prozent. Damit besitzt die Schweiz nach Italien die zweitniedrigste Wachstumsrate des Vergleichssamples (im Durchschnitt 80%). Da sich die Schweiz allerdings 1990 auf einem sehr hohen Produktivitätsniveau befand, war sie 2011 immer noch das Land des Samples mit der höchsten CO<sub>2</sub>-Produktivität (vgl. Abb. 5-23). Mit diesem hohen Wert (5.5 US\$/kg) darf die Schweiz in diesem Bereich als sehr wettbewerbsfähig eingestuft werden. Im Vergleichssample hebt sie sich zusammen mit Schweden (5.2 US\$/kg) von den restlichen Ländern ab, die im Durchschnitt auf 2.7 US\$/kg kommen. Eine weitere Verknappung der Senken wird die Schweizer Wirtschaft weniger hart treffen als andere. In der Schweiz besteht jedoch die Gefahr, dass sich die CO<sub>2</sub>-Produktivität verschlechtert, falls im Zuge der Energiestrategie 2050 zur Stromerzeugung vermehrt auf Gaskombikraftwerke gesetzt werden sollte. Mit Regelungen, wie den seit Juli 2012 in Kraft getretenen CO<sub>2</sub>-Emissionsvorschriften für neue Personenwagen und der seit 1. Januar 2013 in Kraft getretenen Verordnung über die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen wurden weitere Schritte zur Reduktion eingeleitet.

Damit der Energieeinsatz den Zielen einer nachhaltigen Entwicklung entspricht, ist der Verbrauch nicht erneuerbarer Ressourcen unter dem Entwicklungspotenzial von erneuerbaren zu halten. Gerade in einer Zukunft mit knappen natürlichen Ressourcen erhöht dies die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes, da die Herstellung von Energie mit nicht-erneuerbaren Ressourcen sehr ressourcenintensiv ist (Einsatz und Abbau). Des Weiteren ist die Energiegewinnung mit Emissionen von CO<sub>2</sub> verbunden. Dem Ersatz durch erneuerbare Energien kommt daher eine zentrale Bedeutung zu, weshalb als nächster Indikator der **Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtprimärangebot** betrachtet wird. Je höher der Anteil in Abb. 5-24 ausfällt, desto unabhängiger ist ein Land, sollte es in der Zukunft zu einer Verknappung der Energierohstoffe kommen, und desto geringer sind die durch die Energieproduktion ausgelösten CO<sub>2</sub>-Emissionen.

<sup>15</sup> CO<sub>2</sub>-Emissionen (Emissionen aus Energieverbrauch und industriellen Prozessen), CH<sub>4</sub>-Emissionen (Methan-Emissionen aus Abfall, und Viehzucht, Abbau von Steinkohle und Braunkohle, Agrikultur und Lecks in Erdgas-Pipelines), Distickstoffmonoxid (N<sub>2</sub>O), teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFCs), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFCs) und Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>)

Abb. 5-24 Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtprimärangebot, 2000-2011



Unter erneuerbaren Energien werden die Geothermie-, Solar-, Wind-, Hydro- und Gezeitenenergie sowie die Energie aus brennbaren Abfällen verstanden.  
Quelle: OECD

Im Zeitraum 2000 bis 2011 konnte die Schweiz ihren Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtprimärangebot von 17.7 auf 18.2 Prozent erhöhen, was einem Anstieg von jährlich 0.2 Prozent entspricht. Damit liegt sie deutlich unter dem Samedurchschnitt von 7.4 Prozent pro Jahr. Vor allem in Deutschland ( $\bar{\Delta} +14\%$  p.a.) und Belgien ( $\bar{\Delta} +15\%$  p.a.) sind die Anteile ausserordentlich stark gewachsen. Vergleicht man die Länder, die bereits 2000 einen hohen Anteil besaßen – Schweden, Österreich und die Schweiz – schneidet auch hier die Schweiz unterdurchschnittlich ab und verzeichnet die geringste Wachstumsrate. Für die langfristige Wettbewerbsfähigkeit ist eine Steigerung der Anteile notwendig. Der Schweiz muss folglich ein mittelprächtiges Ergebnis ausgestellt werden. Zwar liegt der Anteil im Vergleich zu den anderen Ländern noch immer hoch, allerdings hat sich dieser am geringsten gesteigert.

Fazit: Damit ein Land mittel- und langfristig wettbewerbsfähig bleiben kann, muss es seinen Produktivitätsvorsprung gegenüber seinen Konkurrenten aufrechterhalten und ausbauen. Folglich muss die Produktivität kontinuierlich weiter ausgebaut werden, was eine hohe Innovationsdichte bedingt. Die Schweiz ist im Innovationsbereich bestens für diese Aufgabe gerüstet. Gemessen am BIP fließen über 3 Prozent in Forschung und Entwicklung, womit die Schweiz eine gute Position einnimmt. Auch bei den internationalen Umwelteinkommen zeigt sich die Schweiz kooperativ. Ebenso positiv sieht das Bild bei den Umweltpatenten aus. Absolut muss die Schweiz hier zwar auf Grund ihrer Grösse Abstriche machen, relativ liegt sie jedoch auch hier ganz weit vorne. Sehr gut sieht es außerdem für die Schweiz im Effizienzbereich aus. Das Niveau der Energie-, Material- und CO<sub>2</sub>-Effizienz spiegelt das ausgezeichnete innovative Umfeld der Schweiz wider. Die Wachstumsraten fallen jedoch über die letzten Jahre im internationalen Vergleich zu niedrig aus. Die Schweiz konnte bisher von ihrer hohen Produktivität zehren, muss allerdings aufpassen, dass sie nicht von ihren Konkurrenten in Zukunft überholt wird. Das grosse Aufholpotential zeigt sich ebenfalls deutlich bei der Entwicklung des Einsatzes erneuerbarer Energien. Die Schweiz scheint sich im Energiebereich auf ihrem bereits 2000 hohen Anteil an erneuerbaren Energien auszuruhen.

## 5.2.4 Regulierung/Umweltregulierung

Die Regulierung legt die Rahmenbedingungen für das wirtschaftliche Handeln fest und steckt die Möglichkeiten und Grenzen der unternehmerischen Tätigkeitsfelder ab. Regulierungen korrigieren Marktversagen, Informationsasymmetrien und negative Externalitäten. Regulierungen kosten aber auch: Direkt, in Form von Administration und Controlling, oder indirekt, über inkompatible Anreize oder Staatsversagen. Der optimale Regulierungsgrad lässt sich theoretisch nicht herleiten.

Der Global Competitiveness Index des World Economic Forum (WEF 2013B) 2013/14<sup>16</sup> attestiert den Schweizer Institutionen den siebten Rang in einer Vergleichsgruppe mit 148 Ländern. Besonders hervorzuheben sind der Schutz der Eigentumsrechte, die Verlässlichkeit der Staatsgewalt, das effiziente Rechtssystem und der sehr liberale Arbeitsmarkt. Bei knapper werdenden natürlichen Ressourcen rückt die Umweltregulierung in den Fokus, um einerseits negative externe Effekte zu reduzieren, welche durch das ökonomische Wirtschaften entstehen. Andererseits kann durch Umweltregulierungen die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes gefördert werden, indem sie die Unternehmen dazu anregen ihre Produktion effizienter zu gestalten. Demgegenüber steht allerdings die Aussage, dass strengere Regulierungen als in anderen Ländern die Produktionskosten inländischer Unternehmen erhöhen, wodurch die Wettbewerbsfähigkeit der Exportindustrien eines Landes leiden kann (Jenkins 1998).

Zahlreiche Studien belegen einen positiven Zusammenhang zwischen strengeren Umweltauflagen und langfristiger Wettbewerbsfähigkeit. So fanden beispielsweise Testa et al. (2011) heraus, dass eine strengere Umweltregulierung positive Auswirkungen sowohl auf Investitionen in hochtechnologische und innovative Produkte als auch auf die gesamte Geschäftsperformance bewirken. Durch frühzeitige Markteinführung ihrer Produkte erzielen die Unternehmen gewissermassen angebots- und nachfrageseitige Wettbewerbsvorteile (First Mover Advantages). Porter (1991) sowie Porter und van der Linde (1995) stellen fest, dass selbst dann, wenn Regulierung zu zusätzlichen Kosten für die betroffenen Unternehmen führt, diese Kosten durch Erträge aus regulierungsinduzierten Innovationen mehr als ausgeglichen werden. Dieser unterstellte Zusammenhang wird als Porter-Hypothese bezeichnet, die eine sog. «win-win»-Situation bei Umweltregulierungen annimmt. Investitionen, die die Ressourcen- und Materialeffizienz der Unternehmen verbessern, führen zudem zu geringeren Herstellungskosten, da weniger Ressourcen/Material/Energie benötigt werden.

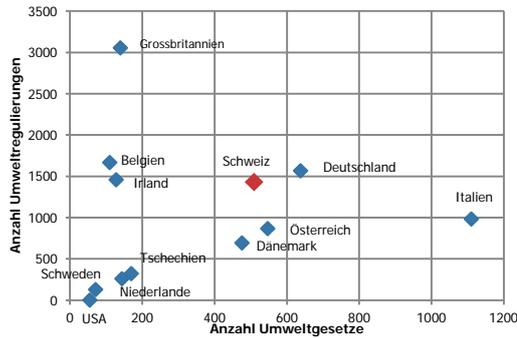
Die Anzahl an **Umweltgesetzen und –regulierungen** gibt einen ersten Überblick über den Regulierungsgrad und beschreibt annähernd die Durchsetzung der Regelungen. Gesetze stehen für Regeln, die von der Legislative erlassen werden, und Regulierungen für den Prozess der Überwachung und Durchsetzung dieser Vorschriften. Es werden dabei Regulierungen und Gesetze für umweltrelevante Bereiche<sup>17</sup> aus der ECOLEX Datenbank betrachtet. Weitere Hinweise auf die Strenge und Durchsetzung von Umweltgesetzen liefern Umfragen. Der «Executive Opinion Survey»<sup>18</sup> des World Economic Forum liefert dabei wertvolle qualitative Daten, welche als Ergänzung herangezogen werden können. Insbesondere die beiden Indikatoren **Strenge der Umweltauflagen** und **Durchsetzung von Umweltvorschriften** liefern international vergleichbare Zusatzinformationen. Mit einer höheren Anzahl an Gesetzen und Regulierungen bzw. strengeren Umweltauflagen und Durchsetzungen von Umweltvorschriften in einem Land steigt tendenziell der Anreiz zu mehr Innovation und Investitionen.

<sup>16</sup> Im Global Competitiveness Index, der vom WEF veröffentlicht wird, wird die Wettbewerbsfähigkeit von 148 Ländern gemessen. Im Gesamtindex erreicht die Schweiz dabei in der Ausgabe 2013/2014 den ersten Platz und auch bei den Teilindizes ist die Schweiz ganz vorne dabei.

<sup>17</sup> «agriculture», «air & atmosphere», «cultivated plants», «energy», «environment gen.», «fisheries», «food», «forestry», «land & soil», «livestock», «mineral resources», «sea», «waste & hazardous substances», «water» und «wild species & ecosystems»

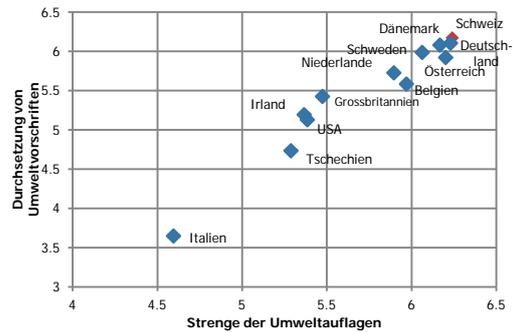
<sup>18</sup> Die Umfrage bittet die Führungskräfte Stellung zu verschiedenen Aspekten ihres Geschäftsumfelds zu geben. Die gesammelten Daten geben einen guten Einblick und ermöglichen eine qualitative Analyse über das wirtschaftliche und geschäftliche Umfeld eines Landes aus Unternehmenssicht im internationalen Vergleich.

**Abb. 5-25 Umweltgesetze und Regulierungen, 2013**



Geltende Gesetze und Regulierungen  
Quelle: www.ecolex.org

**Abb. 5-26 Strenge der Umweltauflagen & Durchsetzung von Umweltvorschriften, 2013**



Subjektive Einschätzung von Managern (1 = sehr locker; 7 = unter den weltweit strengsten)  
Quelle: WEF

Gerade im deutschsprachigen Raum wird die Umweltgesetzgebung als Instrument zum Schutz der natürlichen Umwelt angewendet. Auch in Italien und mit Abstrichen in Dänemark wird dieses Mittel vermehrt eingesetzt (vgl. Abb. 5-25). In den übrigen Ländern ist das Umweltrecht nicht stark ausgebaut. Betrachtet man die Überwachung und Durchsetzung dieser Vorschriften so veranschaulicht die Graphik den überdurchschnittlich hohen Regulierungsgrad in Grossbritannien. Die Schweiz befindet sich im vorderen Mittelfeld. Auffällig sind die italienischen Werte, die zwar die meisten Gesetze besitzen, bei den Regulierungen allerdings nur Mittelmass erreichen. Dieses Ungleichgewicht kommt auch bei der Strenge und Durchsetzung von Umweltauflagen (vgl. Abb. 5-26) für Italien zum Vorschein. Nach Meinung der befragten Unternehmer werden diese in Italien als am schwächsten eingeschätzt. Die Schweiz gilt im Vergleichssample, laut Meinung der befragten Geschäftsleute, als das strengste Land im Bereich der Umweltauflagen. Über den Zeitraum 2004 bis 2012 hat nach Meinung dieser die Strenge der Umweltauflagen um durchschnittlich 2.4 Prozent abgenommen. Nur in Irland und Tschechien werden die Umweltauflagen 2012 als schärfer eingeschätzt. Im Gegensatz dazu hat die Durchsetzung von Umweltvorschriften tendenziell zugenommen (durchschnittlich: +5.2%). Deutlich fällt der Anstieg dabei in Belgien aus (+25.9%). In der Schweiz bewegten sich beide Indikatoren dem Durchschnitt entsprechend.

Klare und verlässliche Regelungen sind für die Standortentscheide für Unternehmen wichtig. Das regulatorische Umfeld der Schweiz erweist sich im internationalen Vergleich als vorteilhaft. Die umweltspezifischen Regelungen – Umweltgesetze und Regulierungen – sind in der Schweiz vergleichsweise streng. Dies kann kurzfristig die Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz beeinträchtigen. Langfristig fördert es jedoch ressourcenschonendes Wirtschaften, welches die Wettbewerbsfähigkeit langfristig positiv beeinflussen dürfte.

## 5.2.5 Lebensqualität

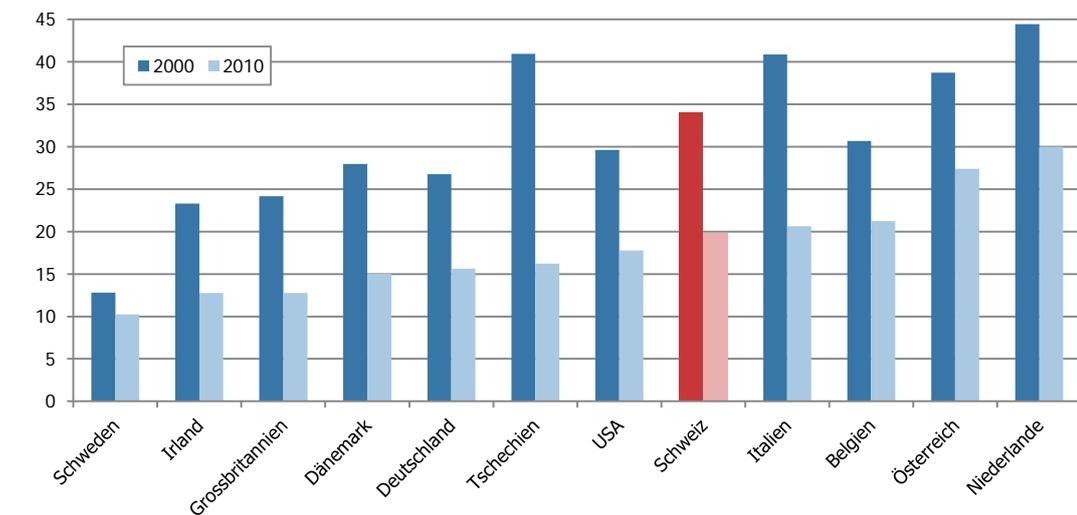
Der wirtschaftliche Erfolg eines Landes ist unter anderem davon abhängig, ob genügend qualifizierte und hochqualifizierte Arbeitskräfte verfügbar sind. Qualifizierte und hochqualifizierte Arbeitskräfte werden immer mobiler und wählen ihren Wohn- und Arbeitsplatz nach der entsprechenden Lebensqualität aus. Die Bedeutung der Lebensqualität als Standortfaktor nimmt deshalb zu. Die Lebensqualität der Menschen beinhaltet eine Vielzahl sowohl objektiver als auch subjektiver Aspekte (Stiglitz et al. 2012). Messungen der Lebensqualität umfassen deshalb zumeist verschiedene Dimensionen vom materiellen Lebensstandard über Gesundheit und Bildung hin zu gegenwärtigen und künftigen Umweltbedingungen, um nur einige zu nennen.

Der «OECD Your Better Life Index» misst die Lebensqualität in 11 Teilbereichen für 34 OECD Länder sowie Brasilien und Russland.<sup>19</sup> Die Schweiz belegt insgesamt (Rang 5 von 36) und in vielen Bereichen des OECD Lebensqualitätsindex einen Spitzenplatz. Die Schweiz weist damit eine sehr hohe Lebensqualität auf.

Umweltbedingungen, die die Gesundheit schädigen, senken die Lebensqualität. Zahlreiche Studien der letzten Jahre haben gezeigt, dass **Feinstaub (PM<sub>10</sub>)** in der Luft ein bedeutendes Risiko für die Gesundheit darstellt. Der folgende Indikator zeigt die Jahresmittelwerte der Konzentration von lungengängigem Feinstaub (PM<sub>10</sub>). Je höher die Werte sind, desto schlechter ist dies für die menschliche Gesundheit. In Abb. 5-27 ist über das gesamte Ländersample hinweg eine Abnahme der Feinstaubkonzentration zu beobachten, wobei der Rückgang vor allem in Tschechien (-60%) eindrucksvoll ausfiel. Die Schweiz befand sich mit 19.84 µg/m<sup>3</sup> knapp unter dem vorgeschriebenen Grenzwert. Die Schweiz schneidet damit im Sample schlecht ab. Die Reduktion der Feinstaubkonzentration in den letzten Jahren war in der Schweiz im Samplevergleich durchschnittlich.

Laut BAFU (BAFU 2013) konnte in den letzten Jahren zwar eine Abnahme der Feinstaub-Konzentration in der Schweiz beobachtet werden. Die Grenzwerte werden aber, vor allem in Städten und Agglomerationen sowie entlang stark befahrener Strassen, nach wie vor regelmässig überschritten. Nach Meinung des BAFU wird in der Periode 2005-2020 dank beschlossener und realisierter Reduktionsmassnahmen ein Rückgang der PM<sub>10</sub> Emissionen um 15 Prozent erreicht werden.

**Abb. 5-27 Territoriale PM<sub>10</sub>-Konzentrationen, 1990 und 2010**

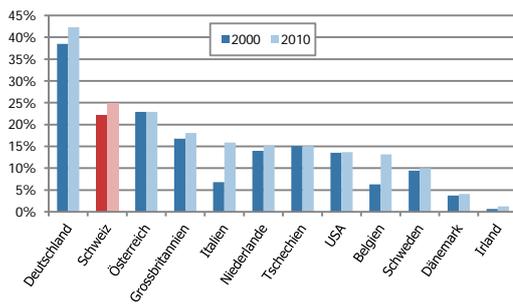


PM<sub>10</sub> in Mikrogramm pro Kubikmeter  
Quelle: Weltbank

Für die Lebensqualität ist es aber auch wichtig in einer intakten Umwelt zu leben. Wer in einer intakten Umwelt lebt, ist zufriedener, kann sich leichter vom Alltagsstress erholen und körperlich aktiv sein. Eine besonders wichtige Rolle spielen dabei Erholungsräume und Grünflächen.

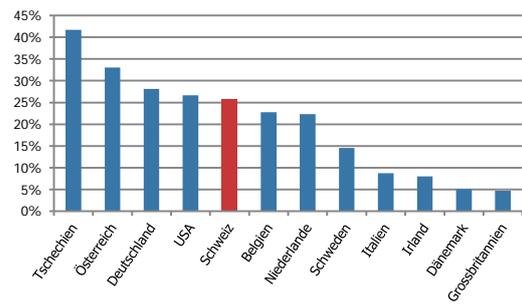
<sup>19</sup> Der OECD Better Life Index dient Lebensqualität in den verschiedenen Ländern zu vergleichen und jedem der elf Teilbereiche, die zu Lebensqualität und Wohlergehen beitragen – also Gemeinsinn, Bildung, Umwelt, zivilgesellschaftliches Engagement, Gesundheit, Wohnverhältnisse, Einkommen, Beschäftigung, Lebenszufriedenheit, Sicherheit, Vereinbarkeit von Berufs- und Privatleben –, individuell Bedeutung beizumessen. Er misst in jedem Land die Lebensqualität anhand von insgesamt 24 Einzelindikatoren, aus denen sich die Teilbereiche der Lebensqualität zusammensetzen (<http://www.oecdbetterlifeindex.org>).

**Abb. 5-28 Geschützte Marin- und Landflächen, 2000 und 2010**



Quelle: Weltbank

**Abb. 5-29 Bedrohte Arten, 2010**



Die präsentierten Daten beziehen sich auf die für die jeweiligen Länder neuesten vorhandenen Daten.

Quelle: OECD

Die Schweiz (25%) besass 2010 zusammen mit Deutschland (42%) und Österreich (23%) prozentual die meisten geschützte Marin- und Landflächen (vgl. Abb. 5-28). Der niedrige Wert Irlands (1.2%) hängt mit der Landnutzung zusammen. Zwei Drittel der Landfläche wird für die Landwirtschaft benutzt (epa 2012), während diese zum Beispiel in der Schweiz «nur» mit 35.9 Prozent zu Buche schlägt (BFS 2013). Mit über 40 Prozent bedrohter Arten sieht die Situation in Tschechien am schlechtesten aus. Auch in den meisten anderen Ländern des Samples, zu denen auch die Schweiz gehört, sind ca. 25 Prozent aller Arten gefährdet. Ein positiveres Bild zeichnet sich hingegen in Italien, Dänemark und Grossbritannien ab, in denen unter 10 Prozent der Arten bedroht sind.

Die Schweiz weist insgesamt eine hohe Lebensqualität aus, wie zahlreiche Rankings wie z.B. das der OECD bestätigen. Die Stärken im Bereich Umwelt als ein Aspekt der Lebensqualität für die Schweiz befinden sich bei den geschützten Marin- und Landflächen. Gerade beim ersten ist auch das sehr hohe Wachstum in den letzten Jahren erwähnenswert. Mittelmässig sieht es bei den bedrohten Arten aus und negativ kann sich die Feinstaubkonzentration auf die Lebensqualität auswirken. In beiden Bereichen besteht noch ein erheblicher Handlungsbedarf.

## 5.3 Zusammenfassung

### 5.3.1 Spezialisierungsmuster

Im internationalen Vergleich ist die Schweizer Wirtschaft in punkto Energieeffizienz und Emissionsvermeidung (CO<sub>2</sub>-Ausstoss) gut aufgestellt. Sie weist im Vergleichssample jeweils die niedrigste Intensität oder mit anderen Worten die höchste Effizienz auf. Das herausragende Ergebnis ist nicht nur auf das Schweizer Spezialisierungsmuster zurückzuführen. Sowohl beim Energieeinsatz als auch beim CO<sub>2</sub>-Ausstoss wäre aufgrund des Branchenmix der Schweiz eine höhere Intensität zu erwarten. Die Branchen in der Schweiz sind damit zumindest teilweise überdurchschnittlich effizient beim Energieeinsatz und den CO<sub>2</sub>-Emissionen der Produktion. Die detaillierte Analyse der Effizienz der einzelnen Branchen, bescheinigt insbesondere den Branchen des zweiten Sektors oftmals eine höhere Effizienz als denjenigen des dritten Sektors.

Damit ist nicht alleine das Spezialisierungsmuster, sondern vor allem auch die hohe Effizienz der Schweizer Branchen im Umgang mit Ressourcen ausschlaggebend für das herausragende Ergebnis. Die Schweizer Wirtschaft zeigt sich damit gegenüber dem Vergleichssample als besonders wettbewerbsfähig. Verfügbarkeitsprobleme bei natürlichen Ressourcen dürften die Schweizer Wirtschaft somit tendenziell weniger stark treffen als die anderen Länder des Vergleichssamples. Im Gegensatz dazu gefährdet die Verfügbarkeit kritischer Materialien (z.B. Seltene Erden) potentiell die Schweizer Wettbewerbsfähigkeit. Kritische Materialien sind essentielle Bestandteile moderner Technologien in Branchen deren Gewicht in der Schweizer Wirtschaft voraussichtlich steigen wird.

Zur weiteren Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit unter der Berücksichtigung natürlicher Ressourcen ist nicht eine Verlagerung zu den Branchen des tertiären Sektors angezeigt. Zwar setzen diese per Definition weniger Ressourcen ein oder verursachen weniger Emissionen, sie sind jedoch oft unterdurchschnittlich effizient im Umgang mit den Ressourcen. Insbesondere diejenigen Branchen die nicht oder nur schwach im internationalen Wettbewerb stehen (Unternehmensbezogene Dienstleistungen, Sonstige Dienstleistungen). Auf der anderen Seite sind die exportorientierten Branchen der Schweiz auch diejenigen, die die grössten Effizienzvorsprünge aufweisen. Etwa die chemisch-pharmazeutische Industrie, die Metallindustrie, der Handel oder der Finanzsektor. Damit lassen sich Parallelen zur Arbeitsproduktivität ziehen, die der Schweiz im internationalen Vergleich meistens zu Wettbewerbsvorteilen verhilft. Die hohe internationale Wettbewerbsfähigkeit, die der Schweizer Wirtschaft und ihren Branchen im Allgemeinen bescheinigt wird, zeigt sich auch beim Umgang mit den natürlichen Ressourcen.

Weniger ressourceneffizient sind neben den binnenmarktorientierten Branchen auch das Gastgewerbe und das Branchenaggregat Elektro/Feinmechanik. Darüber hinaus weist der Verkehr – in Bezug auf Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen eine der bedeutendsten Branchen – die grössten Verbesserungspotentiale auf.

### 5.3.2 Standortqualität

Die Schweizer Standortqualität in Bezug auf Ressourcenverfügbarkeit wird anhand einer Reihe von ausgewählten Indikatoren in den folgenden fünf Bereichen untersucht:

- Verfügbarkeit von natürlichen Ressourcen
- Verkehrsinfrastruktur
- Innovationen und Effizienz
- Regulierung
- Lebens- und Umweltqualität

Die Standortqualität der Schweiz wird dabei sowohl international als auch im Zeitverlauf ermittelt. Die ausgewählten Indikatoren der jeweiligen Bereiche bilden immer nur einen Teil der Standortqualität in

diesem Bereich ab. Zusammengefasst erlauben sie aber eine gute Beurteilung der Schweizer Standortqualität im jeweiligen Gebiet und auch insgesamt.

Für eine zusammenfassende Beurteilung werden abschliessend die ausgewählten Indikatoren der jeweiligen Bereiche zur Veranschaulichung der Ergebnisse in einer Tabelle zusammengefasst (Tab. 5-2). Die Bewertung für die Schweiz ergibt sich aus ihrer Positionierung im Sample und dem Sampledurchschnitt.

**Tab. 5-2 Zusammenfassung – Übersicht Standortfaktoren der Schweiz im Ländervergleich**

Indikator	Ist-Zustand	Zeitverlauf
<b>Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen</b>		
DMI mit versteckten Importeinfuhren	Nicht möglich	Nicht möglich
Importabhängigkeit von Rohstoffen		
Behandlung von Siedlungsabfällen		
<b>Verkehrswesen</b>		
Kontinentale und globale Erreichbarkeit		
CO <sub>2</sub> -Effizienz des Transport Sektors		
Modalsplit Güterverkehr		
Modalsplit Personenverkehr		
<b>Innovation und Ressourceneffizienz</b>		
Internationale Umweltabkommen		Nicht möglich
Umweltpatente		
Energieeffizienz		
Materialeffizienz		
CO <sub>2</sub> -Effizienz		
Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtprimärangebot		
<b>Regulierung/Umweltregulierung</b>		
Umweltgesetze		Nicht möglich
Umweltregulierungen		Nicht möglich
Strenge der Umweltauflagen		
Durchsetzung von Umweltvorschriften		
<b>Lebensqualität</b>		
OECD Better Life Index		Nicht möglich
Feinstaub		
Geschützte Marin- und Landflächen		
Bedrohte Arten		Nicht möglich

Anmerkungen: = unter den besten drei Ländern des Samples, = überdurchschnittliche Werte des Samples, = unterdurchschnittliche Werte, = unter den schlechtesten drei Ländern des Samples.

Quelle: BAKBASEL

Betrachtet man die gegenwärtigen Werte der ausgewählten Indikatoren für die Standortqualität, so lässt sich festhalten, dass die Schweiz über eine hervorragende Wettbewerbsfähigkeit verfügt. Die Schweiz ist in den Bereichen Innovation und Effizienz aufgrund herausragender Werte bestens aufgestellt. Auch im Infrastrukturbereich erreicht sie beim Verkehr ein sehr gutes Resultat. Das positive Ergebnis runden überdurchschnittliche Erfolge im Bereich Umweltregulierung und der Lebensqualität ab. Die Ressourcenverfügbarkeit ist im Vergleich zu den beobachteten Ländern als schlecht einzustufen.

Betrachtet man allerdings die Veränderungen der einzelnen Indikatoren über die Zeit und vergleicht diese mit den übrigen Ländern muss der Schweiz ein unterdurchschnittliches Ergebnis bescheinigt werden. Gerade die Spitzenpositionen Innovation und Effizienz haben sich weniger stark verändert als in den übrigen Ländern des Samples. Dies hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Generell befand sich die Schweiz bei den meisten Indikatoren bereits auf einem sehr hohen Anfangsniveau. Eine Steigerung bereits sehr guter Werte gestaltet sich wegen abnehmender Grenzerträge schwierig. Jedoch besteht auch die Möglichkeit, dass sich die Schweiz auf den bisher sehr guten Ergebnissen ausgeruht und deshalb Verbesserungen nicht so stark vorangetrieben hat. Die Entwicklung erneuerbarer Energien bekräftigt die zweite Hypothese, da beispielsweise Schweden und Österreich 2000 auf einem höheren Ausgangsniveau als die Schweiz lagen und trotzdem ein etwas stärkeres Wachstum besaßen. Vor allem Schweden zeigt, dass trotz eines hohen Ausgangswertes (2000: 31%; CH 2000: 18%) ein höheres durchschnittliches jährliches Wachstum erzielt werden kann (0.7% p.a., CH 0.2% p.a.). Auch die beiden Effizienzindikatoren CO<sub>2</sub>-Effizienz und Materialeffizienz bekräftigen diese Vermutung. Besaß beispielsweise die Niederlande im Jahr 2000 eine höhere Materialproduktivität als die Schweiz, konnte sie diese um 1.5 Prozent jährlich steigern, gegenüber einem Schweizer Wert von 0.8 Prozent.

Im Bereich neuer erneuerbarer Energien zeichnet sich ein ähnliches Bild ab. Zwischen 2000 und 2012 konnte sich die Stromproduktion aus neuen erneuerbaren Energien jährlich um 7.1 Prozent steigern. Um das Ziel von 4.400 GWh<sup>20</sup> im Jahr 2020 zu erreichen müsste der Anstieg ab 2012 jährlich allerdings 10.8 Prozent betragen. Ein Blick auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen und die vereinbarten Zielwerte des Kyotoabkommens bestätigen die Tendenz. Die Vorgabe für die Schweiz war in der ersten Verpflichtungsperiode eine Reduktion der Treibhausgasemissionen im Schnitt der Jahre 2008-2012 um 8 Prozent auf den Stand von 92 Prozent gegenüber 1990. Dank der Anrechnung der im Ausland erworbenen Emissionsreduktionszertifikate in Höhe von ca. drei Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten, gleichbedeutend mit Ausgaben in Höhe von 720 Millionen<sup>21</sup>, und der Senkenfunktion der Schweizer Wälder dürfte dieses Ziel erreicht worden sein. Für die zweite Verpflichtungsrunde sollen die Emissionen bis 2020 um 20 Prozent reduziert werden. Der 6. Bericht der Schweiz zuhanden der Klimakonvention vermittelt einen Überblick über die in allen betroffenen Sektoren bereits ergriffenen und geplanten Massnahmen, die gewährleisten sollen, dass diese Ziele bis 2020 erreicht werden.<sup>22</sup> Der aktuelle Stand jedoch ist, dass bei gleichbleibendem Reduktionstempo im Jahr 2020 Emissionszertifikate in Höhe von über 8 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (ca. 2 Milliarden CHF) erworben werden müssten. Will die Schweiz dies umgehen, muss sie die Reduktion ihrer CO<sub>2</sub>-Emissionen massiv ankurbeln. In Zukunft wird es daher nicht mehr reichen die CO<sub>2</sub>-Abgabe nur auf stationär verwendete fossile Energie zu erheben. Der Verbrauch zu Transportzwecken könnte beispielsweise in die Abgabe einbezogen werden, da der Verkehr für einen Grossteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich ist. Die Erweiterung der Abgabe auf fossile Energie, die zur Mobilität eingesetzt wird, würde die Steuerbasis erhöhen und damit die negativen Effekte der Abgabe senken sowie deren Effizienz steigern. Die CO<sub>2</sub>-Ziele könnten so ökonomisch günstiger erreicht werden.

Die Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz ist daher insgesamt als durchwachsen einzuordnen. Aktuell befindet sie sich zwar auf der Spitzenposition, gerade für die langfristige Wettbewerbsfähigkeit sind jedoch hohe Steigerungsraten z.B. im Effizienzbereich und bei den erneuerbaren Energien immens wichtig. Hier besteht ein grosser Handlungsbedarf, um den internationalen Anschluss nicht zu verpassen.

Aufgrund der bisherigen Diskussion lassen sich folgende Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken (SWOT) für die Schweizer Wettbewerbsfähigkeit in Bezug auf Ressourcenverfügbarkeit feststellen.

---

<sup>20</sup> 4400 GWh stellen ein Energieäquivalent von rund 40.000 Tonnen Rohöl dar

<sup>21</sup> [http://klimarappen.ch/fileadmin/Downloads/Medienmitteilungen/Kennzahlen\\_SKR\\_DE.pdf](http://klimarappen.ch/fileadmin/Downloads/Medienmitteilungen/Kennzahlen_SKR_DE.pdf)

<sup>22</sup> <http://www.news.admin.ch/message/index.html?lang=de&msg-id=51885>

### 5.3.3 SWOT der Schweizer Wettbewerbsfähigkeit

#### Stärken

- Die Schweizer Wirtschaft verfügt über eine vergleichsweise hohe Primärenergieeffizienz.
- Beim Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtprimärangebot befindet sich die Schweiz im vorderen Mittelfeld.
- Die Schweizer Wirtschaft weist die geringste Energieintensität des Vergleichssamples auf. Pro generiertem \$ an Bruttowertschöpfung setzt sie weniger als die Hälfte der Energie ein als im westeuropäischen Durchschnitt für das gleiche Ergebnis aufgewendet werden muss. Insbesondere die Chemie/Pharma, aber auch der Finanzsektor gehen deutlich effizienter mit Energie um.
- Die Schweizer Wirtschaft verursachte im Jahr 2008 weniger als die Hälfte der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Schweiz (42%).
- Die Schweizer Wirtschaft stösst pro generiertem \$ an Wertschöpfung am wenigsten CO<sub>2</sub> im Vergleichssample aus. Gegenüber dem westeuropäischen Durchschnitt ist die Schweiz rund drei Mal CO<sub>2</sub>-effizienter.
- Schweiz weist derzeit eine gute bis sehr gute Standortqualität auf.
- Die Schweiz zeichnet eine hohe Innovationsfähigkeit und Effizienz aus.
- Sie bietet ein gutes Regulierungsumfeld und verfügt über eine im internationalen Vergleich strenge Regulierung im Bereich Umwelt, so dass hier die Anreize zu einem schonenden Umgang mit Ressourcen gesetzt werden.
- Die Schweiz bietet eine hohe Lebensqualität, wobei es aber im Umweltbereich durchaus noch Verbesserungspotentiale gibt (z.B. Feinstaub, Erholungsflächen etc.).
- Der Modalsplit im Güter- und Personenverkehr deutet auf eine fortschrittliche Infrastruktur der Schweiz hin.

#### Schwächen

- Die Haushalte in der Schweiz sind für 35 Prozent des Primärenergieverbrauchs verantwortlich
- Das Wachstum erneuerbarer Energien im internationalen Vergleich war in den letzten 11 Jahren unterdurchschnittlich.
- Entkoppelung der inländischen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Primärenergieverbrauch und Wirtschaftswachstum ist gelungen, wobei aber die absolute Abnahme an CO<sub>2</sub>-Emissionen minimal ist im internationalen Vergleich.
- Bezüglich inländischen CO<sub>2</sub>-Emissionen sind in der Schweiz die privaten Haushalte und der Individualverkehr deutlich stärker gefordert sich zu verbessern als die Wirtschaft. Dennoch hat auch in der Wirtschaft nur eine relative, nicht eine absolute Entkopplung stattgefunden.
- Der Dienstleistungssektor ist teilweise unterdurchschnittlich effizient.
- Bisherige Anstrengungen im Effizienzbereich und bei der Reduktion der Umweltbelastungen reichen nicht aus, um die selbst gesteckten politischen Ziele in diesem Zusammenhang zu erreichen.
- Die Verbesserungen der Standortfaktoren in der Schweiz sind im internationalen Vergleich tendenziell unterdurchschnittlich.
- Es besteht eine hohe Importabhängigkeit der Schweizer Wirtschaft und Gesellschaft, die unter Umständen ein Risiko werden kann, z.B. bei Angebotsmonopolen und Erschöpfung natürlicher Ressourcen.

## Chancen

- Durch den Ausstieg aus der Kernenergie im Rahmen der Energiestrategie 2050 sinkt die Importabhängigkeit bei nuklearen Brennstoffen.
- Der internationale Vergleich zeigt, dass höhere Effizienzsteigerungen, trotz bereits hohem Niveau, möglich wären.
- Bei einer Umsetzung der Energiestrategie 2050 könnte sich die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern durch Effizienzsteigerungen und einem Ausbau der neuen erneuerbaren Energien verringern. Ausserdem könnte sie einen Beitrag zur Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstosses leisten.
- Die Energiewende verlangt auf vielen Ebenen der Gesellschaft und der Wirtschaft Innovationen, was Chancen für den Wirtschaftsstandort Schweiz mit sich bringen kann.

## Risiken

- Die Energiestrategie 2050 erhöht die Abhängigkeit der Energieversorgung von fossilen Energieträgern (zumindest vorübergehend) und von Importen aus dem Ausland. Die Energieeffizienz der Branche könnte dadurch abnehmen.
- Für die Gesamtwirtschaft könnte die Energiestrategie 2050 das Verfügbarkeitsproblem verlagern. Die modernen Techniken zur Energiegewinnung und -speicherung sowie zur Steigerung der Effizienz benötigen häufig seltene Rohmaterialien wie Seltene Erden oder Lithium.
- Die globale Übernutzung natürlicher Ressourcen kann zu unumkehrbaren Kippeffekten (Rückkopplungseffekte) führen. Dies sind Veränderungen im Zusammenhang mit dem Klimasystem, die das Weltklima grundlegend verändern können, wie zum Beispiel die Versauerung der Ozeane und infolgedessen eine Abnahme der Aufnahmekapazität für Kohlendioxid. Diese würden auch die Schweizer Volkswirtschaft betreffen und zu massiven Auswirkungen auf die Schweizer Wettbewerbsfähigkeit und Wohlstand führen.

## 6 Fazit

Die vorliegende Studie erörtert die Bedeutung aktueller globaler Trends bezüglich Ressourcennutzung und -bestand für die Schweizer Wettbewerbsfähigkeit. Die Relevanz einer abnehmenden Verfügbarkeit von natürlichen Ressourcen für den Wirtschaftsstandort Schweiz wird einerseits aus einer biophysikalischen Perspektive und andererseits aus einer volkswirtschaftlichen Perspektive betrachtet. Dieses Vorgehen ist angezeigt, da aus konventioneller volkswirtschaftlicher Sicht eine rückläufige Ressourcenverfügbarkeit nur bedingt ein Risiko für die Wettbewerbsfähigkeit darstellt. Eine Verminderung des Ressourcenangebots führt zu einer Veränderung der relativen Preise, welche bei den Wirtschaftssubjekten eine Anpassung der Konsum- und Produktionsweisen auslöst und eine optimale Allokation der natürlichen Ressourcen bewirkt. Voraussetzung sind allerdings ein funktionierendes Preissystem und schnell genug Substituierbarkeit der Ressourcen. Aufgrund von Externalitäten und anderer Marktversagen kommt es aber bei einigen natürlichen Ressourcen zu sub-optimalen Allokationen und/oder Abbaupfaden. Zudem ist auch die volle Substituierbarkeit nicht immer gewährleistet. Daher ist es wichtig, die Bedeutung von natürlichen Ressourcen für die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes durch eine nicht-marktwirtschaftliche Messung von Ressourceneinsatz und -verfügbarkeit zu ergänzen.

Bei der biophysikalischen Betrachtungsweise wird die Ressourcenverfügbarkeit anhand der ökologisch produktiven Fläche (Biokapazität) gemessen, welche ein zusammenfassendes Messinstrument für das Ressourcenangebot als auch den Ressourcenverbrauch eines Landes darstellt. Die Analyse der globalen Ressourcentrends zeigt, dass die menschliche Nachfrage nach Ressourcen seit den 70er Jahren das Angebot überschreitet, welches die Ökosysteme der Erde erneuern können. Dies führt weltweit betrachtet zu einem Biokapazitätsdefizit.

Die unter dem biophysikalischen Gesichtspunkt erhaltenen Analyseergebnisse zeigen, dass viele Länder in einer nicht allzu fernen Zukunft ressourcenbedingte Probleme kennen könnten. Dies gilt insbesondere für Länder mit niedrigem Einkommen, deren internationale Wirtschaftsintegration ihre Wohlfahrtsversprechen in einer ressourcenbegrenzten Welt nicht einzulösen vermag. Im Vergleich mit dreizehn anderen Ländern lag die Schweiz im Gegensatz zu einer weitverbreiteten Meinung nicht einsam an der Spitze. Die Schweiz ist indessen eines der am stärksten in die Weltwirtschaft integrierten Länder und scheint kurzfristig nicht anfällig auf Probleme in Zusammenhang mit der Ressourcenversorgung. Dies könnte sich aber ändern, und zwar aufgrund 1) des Rückgangs ihres relativen Einkommens, der auf eine Verringerung ihrer künftigen Kaufkraft für globale Ressourcen hindeutet; 2) der Risiken in Zusammenhang mit dysfunktionalen globalen Ressourcenmärkten. In dieser Hinsicht könnte sich die Schweiz als kleine Kontinentalmacht, die sich von politischen Allianzen heraushält, in einer konfliktreicheren Welt mit besonderen Herausforderungen konfrontiert sehen. Angesichts des sich verschärfenden Biokapazitätsengpasses könnte eine solche Welt näher liegen als erwartet.

Es ist davon auszugehen, dass mit einem Anstieg des Bruttoinlandsproduktes auch der Verbrauch an Ressourcen in den bevölkerungsreichen Schwellenländern Asiens steigt, da bisher der Ressourcenverbrauch eines Landes mit zunehmenden Pro-Kopf-Einkommen immer weiter angestiegen ist und eine Umkehr dieses Trends (noch) nicht zu beobachten war. Ohne Ressourcenentkoppelung wird sich deshalb die Ressourcennachfrage aus diesen Ländern stark erhöhen. Auf Grund des Anstiegs der relativen Kaufkraft – die relative Kaufkraft eines Landes ist der Anteil der Einkommen je Bürger des entsprechenden Landes am globalen Einkommen – dieser Länder wird es für diese einfacher werden, auf dem internationalen Ressourcenmarkt wettbewerbsfähig zu sein.

Welche Auswirkungen hat diese Entwicklung auf den Wirtschaftsstandort Schweiz und dessen Wettbewerbsfähigkeit? Die Schweiz kann aufgrund ihrer sehr soliden wirtschaftlichen Situation, ihren ressourceneffizienten Technologien und der Möglichkeit Handel zu treiben, als weniger verwundbar als andere Länder eingeschätzt werden. Jedoch besteht für in Bezug auf Biokapazität eine Importabhängigkeit. Die Schweizer Wirtschaft ist stark von Ressourcenimporten für die Herstellung ihrer Waren und Dienstleistungen sowie

für die Deckung ihres Konsums abhängig. Als kleine Volkswirtschaft muss sie zudem Weltmarktpreise bezahlen. Es lässt sich feststellen, dass die Schweiz viele Ressourcen von Ländern bezieht, die selbst ein wachsendes Biokapazitätsdefizit aufweisen. Das könnte problematisch werden, da die Ressourcenverfügbarkeit in diesen Ländern abnehmen wird und damit die Deckung des Schweizer Ressourcenbedarfs schwieriger wird. Die Exportabhängigkeit der Schweizer Volkswirtschaft zeigt sich darin, dass etwa ein Viertel des Schweizer BIPs aus dem Export stammt. Zudem konzentrieren sich die Exporte auf drei Märkte, in denen Deutschland den grössten Anteil besitzt. Sinkt die Ressourcenverfügbarkeit auf den Weltmärkten, könnten sich die Risiken für die Schweizer Volkswirtschaft sowohl auf ihren Zulieferer- als auch Absatzmärkten erhöhen. Bei einem globalen Anstieg des Biokapazitätsdefizits vergrössert sich zudem die Gefahr von Kippeffekten, also Veränderungen, die das Weltklima grundlegend verändern können.

Aus volkswirtschaftlicher Sicht werden zum einen der Ressourcenverbrauch und die Effizienz auf Branchenebene und zum anderen die Qualität der Schweizer Standortfaktoren im internationalen Vergleich untersucht. Im Fokus der Analyse auf Branchenebene stehen der Energieverbrauch, CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie der Einsatz von kritischen Mineralien. CO<sub>2</sub> wird als Gut mit beschränkter Verfügbarkeit betrachtet, da gesetzliche Grenz- oder Richtwerte die Umwelt als Senke für Emissionen und Abfallstoffe begrenzen. Die Schweizer Standortqualität in Bezug auf Ressourcenverfügbarkeit wird anhand von ausgewählten Indikatoren aus den Bereichen Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen, Infrastruktur, Innovation und Effizienz, Regulierung sowie Lebens- und Umweltqualität untersucht. Die Standortqualität der Schweiz wird dabei sowohl international vergleichend als auch im Zeitverlauf betrachtet.

Bezüglich der Umweltbelastung (gemessen am territorialen CO<sub>2</sub>-Ausstoss) und des Energieeinsatzes weist die Branchenanalyse darauf hin, dass nicht alleine das Spezialisierungsmuster, sondern vor allem die hohe Effizienz der Schweizer Branchen im Umgang mit Ressourcen ausschlaggebend für die hervorragende aktuelle Wettbewerbsfähigkeit ist. Insbesondere die chemisch-pharmazeutische Industrie, aber auch der Finanzsektor gehen deutlich effizienter mit Energie um als die Branchen der Vergleichsländer. Im Allgemeinen bescheinigt die detaillierte Branchenanalyse besonders Branchen aus dem zweiten Sektor eine höhere Effizienz als diejenigen aus dem dritten Sektor. Die Schweizer Wirtschaft schneidet im Bereich Energieintensität im Vergleichssample am besten ab, da der Grossteil der Schweizer Branchen energieeffizienter als der westeuropäische Durchschnitt arbeitet.

Im internationalen Vergleich dürften die Schweizer Branchen damit aktuell bei Verfügbarkeitsproblemen natürlicher Ressourcen tendenziell resistenter sein als die Branchen in anderen Ländern. Allerdings gefährdet die Verfügbarkeit kritischer Materialien (z.B. Seltene Erden) potentiell die Schweizer Wettbewerbsfähigkeit. Kritische Materialien sind essentielle Bestandteile moderner Technologien in Branchen deren Gewicht in der Schweizer Wirtschaft voraussichtlich steigen wird (z.B. Metallindustrie, Elektro- und Feinmechanik).

Die Betrachtung der Standortqualität bescheinigt der Schweiz ebenfalls eine sehr gute Wettbewerbsfähigkeit. Die Schweiz ist in den Bereichen Innovation und Effizienz bestens aufgestellt. Auch im Infrastrukturbereich erreicht sie beim Verkehr ein sehr gutes Resultat. Das positive Ergebnis runden überdurchschnittliche Erfolge im Bereich Umweltregulierung und Lebensqualität ab. Betrachtet man jedoch die Veränderungen der einzelnen Indikatoren über die Zeit und vergleicht diese mit den übrigen Ländern, so muss der Schweiz ein unterdurchschnittliches Ergebnis bescheinigt werden. Gerade die Bereiche, in denen die Schweiz bisher sehr gut war, nämlich Innovation und Effizienz, haben sich im Vergleich zu den übrigen untersuchten Ländern weniger stark verändert. Zwar konnten letztere das sehr gute Niveau der Schweiz noch nicht erreichen, aber bei gleichbleibenden Wachstumsraten werden sie das Schweizer Niveau mittel- und langfristig überholen. Die Betrachtung des Materialverbrauchs zeigt zudem, dass die versteckten Importeinfuhren in den letzten Jahren um nahezu ein Drittel angestiegen sind. Dies könnte ein Anzeichen für die Verlagerung besonders rohstoffintensiver Produktionsschritte in das Ausland sein. Dies würde letztendlich die Messung der inländischen Materialproduktivität verzerren.

Abschliessend kann festgestellt werden, dass die Frage nach der Bedeutung von aktuellen Trends bezüglich Ressourcennutzung und -bestand für die Schweizer Wettbewerbsfähigkeit differenziert betrachtet

werden muss. Einerseits verfügt die Schweiz aktuell über eine hervorragende Wettbewerbsfähigkeit, die sich sowohl in ihrer sehr soliden wirtschaftlichen Situation, in ressourceneffizienten Technologien, der Möglichkeit Handel zu treiben, ihrem effizienten Branchenmix und ihren hervorragenden Standortfaktoren widerspiegelt. Die Schweiz wird daher bei sich verknappenden Ressourcen länger erfolgreich sein als andere Länder. Andererseits ist die Schweiz jedoch als kleine offene Volkswirtschaft stark import- und exportabhängig. Die hohe Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz kann nur dann langfristig erhalten werden, wenn gemeinsam sowohl mit den Import- als auch Exportländern, entlang den gesamten Wertschöpfungsketten – unter Berücksichtigung grauer Energien und Emissionen – zusammengearbeitet wird. Dies würde einen stärkeren Umbau der Schweiz in Richtung Grüne Wirtschaft bedeuten. Das folgende Kapitel diskutiert mögliche Handlungsoptionen, mit welchen die Schweiz auf sich in Zukunft verknappende Ressourcen reagieren könnte.

## 7 Welche Optionen hat die Schweiz?

Die Schweizer Wirtschaftsakteure, die von günstigen politischen Rahmenbedingungen profitieren, spielen das Spiel der globalen Integration unter den aktuellen, bekannten Umständen zugegebenermassen erfolgreich. Dieser gemeinsame Bericht verweist «über den Tellerrand» auf potenzielle Schwachstellen, die es bei einer Fortsetzung der gegenwärtigen Ressourcentrends zu beachten gilt. Es ist daher nur folgerichtig, dass er die Forschungsfrage nach der Beziehung von Wettbewerbsfähigkeit und Ressourcen mit einer anderen offenen Frage beantwortet: Was geschieht, wenn das globale Integrationsspiel wegen neuen, unbekanntem, aber vorhersehbaren Ressourcengrenzen zu Ende geht? Mit anderen Worten, was geschieht, wenn die Variable N (N = Naturkapital in der Produktionsfunktion) sich von einem harmlosen Produktionsfaktor zu einem zunehmend kritischen Faktor entwickelt, und dies nicht etwa infolge lokaler Verknappung wie vor der industriellen Revolution, sondern infolge eines generalisierten Biokapazitätsdefizits? Die Schweiz kann sich auch in dieser Hinsicht glücklich schätzen, da sie zu einer weniger gefährdeten geopolitischen Region gehört. Dennoch ist eine zunehmende Zahl von Vertretern aller politischen Lager zur Überzeugung gelangt, dass die Bedrohung durch die globale Ressourcenproblematik in die Überlegungen und Planung einzubeziehen ist. Über welche Optionen und Hebel verfügt die Schweiz als Rechtsordnung und wirtschaftliche Gemeinschaft, um den absehbaren Risiken zu begegnen?

Durch das Zusammenspiel von Geografie und Geschichte hat sich die Kunst des Interdependenz-Managements in der Schweiz besonders gut entwickelt. Da Machtpolitik für die Schweiz nie eine gangbare Option zur Beseitigung internationaler Bedrohungen war, wurde das Management unter Sachzwängen zur Standardoption, nachdem das Land vor 499 Jahren (1515) beschloss, sich nicht in fremde Händel zu mischen. Seit der Gründung des Bundesstaates in der Mitte des 19. Jahrhunderts gelang es der Schweiz recht gut, die Befriedigung ihrer Bedürfnisse in heiklen Situationen sicherzustellen, sei es unter politischem Druck seitens ihrer mächtigeren Nachbarn oder vor dem Hintergrund limitierter Ressourcen während der industriellen Revolution. Im hartnäckigen Bemühen, die vielfältigen Hürden zu überwinden, entwickelte die Schweiz die besondere Eigenschaft, ihre geringe Grösse (in verschiedener Hinsicht, inklusive Staatsgebiet) nicht zuletzt dank ihrer hohen Innovationsdichte auf der weltpolitischen und -wirtschaftlichen Bühne in einen Wettbewerbsvorteil zu verwandeln.

Will die Schweiz ihrem traditionellen Erfindergeist treu bleiben, muss sie die globalen Ressourcenherausforderungen des 21. Jahrhunderts rechtzeitig antizipieren und ihre institutionelle Entwicklung und Governance entsprechend anpassen. Eine proaktive Anpassung dürfte am ehesten geeignet sein, die legendäre Schweizer Wettbewerbsfähigkeit auch in Zukunft zu bewahren.

Sollte das Biokapazitätsdefizit der Schweiz als Risiko erkannt werden, ergeben sich in dieser Hinsicht fünf innovative Handlungsoptionen, welche die oftmals gegensätzlichen Aspirationen des Schweizer Volkes widerspiegeln und zum Nachdenken anregen. Diese Optionen sind sowohl vom innenpolitischen als auch vom internationalen Umfeld beeinflusst und stellen konkurrierende Entwürfe dar. Bevor wir uns den eigentlichen Optionen zuwenden, gilt es zuerst die Null-Option festzulegen: «Das Recht, nicht zu wählen».

**1. «Wie gehabt».** Dies ist die Standard-Basislinie. Politiker und Wirtschaftsakteure würden nur am Rande über die globale Ressourcengefahr informiert oder würden deren Bedeutung und wirtschaftliche Relevanz ausblenden. Das nationale Interesse würde diktieren, von voreiligen oder unilateralen Massnahmen abzusehen, da sonst die nationale Wettbewerbsfähigkeit beeinträchtigt würde. In diesem Szenario steht eine forcierte Effizienzsteigerung der Produktionsfaktoren ebenso wenig auf der Tagesordnung wie die Ergreifung von Massnahmen vor dem Hintergrund der relativen Abnahme des durchschnittlichen Pro-Kopf-Einkommens der Schweiz im Vergleich zu den Schwellenländern oder der allgemeinen Risiken in Zusammenhang mit dysfunktionalen globalen Ressourcenmärkten. Es gäbe hingegen eine Art einvernehmliches Leugnen der bevorstehenden Trends und ihrer Relevanz in einer Welt endlicher Ressourcen (Vermögensverlagerung, zunehmende wirtschaftliche Verknappung von Naturressourcen, neubelebte Spannungsbögen entlang den Handelsrouten, Bevölkerungswachstum).

Diskussion: Risikoverleugnung ist nicht mit dem Nationalethos der Risikovermeidung vereinbar. Angesichts des bereits erwähnten traditionellen Erfindergeists der Schweiz erscheint dieses Szenario eher unwahrscheinlich. Es gibt im Allgemeinen zwei Hauptfaktorenketten, die gegen einen Wirtschaftswandel hin zu einer nachhaltigeren Welt wirken: a) Innen- und Aussenwirtschaftspolitik unter dem Einfluss mächtiger Status-quo-Kräfte, etwa in Verbindung mit der Nutzung fossiler Brennstoffe und b) träges Konsumverhalten von Wirtschaftssubjekten<sup>23</sup>. Trotz dieser bremsenden Faktoren ist die Schweiz in Fahrt! Die Energie- und Umweltwende ist eingeläutet, was hoffen lässt, dass die Schweiz unter dem Druck der veränderten Umstände einmal mehr einen Kurswechsel zu vollziehen vermag.

Um von der Ressourcenkrise nicht auf dem falschen Fuss erwischt zu werden, stehen verschiedene Möglichkeiten offen:

**2. «Rückzug von der Welt».** Unter dem überwältigenden Eindruck der dunklen Seite der Globalisierung und in der Überzeugung, dass das erreichte Integrationsniveau die kollektiven Grundwerte der Schweiz in hohem Masse gefährdet, befürwortet die alternde Mehrheit der Bevölkerung eine Abschottung und konditioniert die Aussenpolitik. Dies könnte sowohl dem Lebensstandard als auch dem internationalen Ansehen des Landes schaden. Vielleicht würden diese negativen Aspekte als Preis für eine weniger spannungsgeladene Interaktion mit der Umwelt, den traditionellen Institutionen und den aktuellen Infrastrukturen geduldet. Die dynamischsten Elemente der schweizerischen Gesellschaft würden das Land im Kielwasser vieler ausländischer Investoren verlassen. Dahingegen würde einem Teil der wohlhabendsten Privatiers der Welt unabhängig von ihrer Herkunft immer noch das Aufenthaltsrecht garantiert.

Diskussion: Eine solche Pattsituation mag jenen Teilen der öffentlichen Meinung entsprechen, die nach einer Verlangsamung des Entwicklungstempos und dem Schutze der nationalen Unabhängigkeit rufen. Dies könnte für beide Enden des heutigen politischen Spektrums verlockend sein. Insbesondere die Hardliner unter den Ökovertretern könnten sich von einem solchen vermeintlichen Selbstversorgungsszenario und einer Infragestellung der bisher erreichten globalen Integration angesprochen fühlen. Eine Selbstbeschränkung des inländischen Verbrauchs und/oder der inländischen Produktion erscheint ihnen vielversprechend. Was für die einen das angestrebte Ergebnis und für die anderen die unerwünschte Konsequenz wäre, bestände in einer Verengung der nationalen Biokapazitätslücke durch eine Reduktion der Wohlfahrt: eine augenfällige Scheinlösung für die vorherrschende politische Meinung, einschliesslich der Gewerkschaften! Ein «Rückzug von der Welt» würde tatsächlich weder aus biophysikalischer Sicht noch aus globalwirtschaftlicher Sicht einen nennenswerten Beitrag zur Lösung des anstehenden globalen Ressourcenproblems leisten. Er würde zudem die Wettbewerbsfähigkeit und die Wohlfahrt der Schweiz sowie auch ihre Stimme auf dem internationalen Parkett unnötigerweise untergraben. Es wird daher empfohlen, diesen Sirenen des Isolationismus zu widerstehen. Nichtsdestoweniger wird dieser Druck anhalten, wie die jüngsten Abstimmungsergebnisse belegen.

**3. «Hyperwachstum».** Im Gegensatz zur «Wie gehabt»-Strategie erfolgt die Wahl dieser Strategie im Wissen um die globale Ressourcengefahr und die relative Abnahme des Schweizerischen Durchschnittseinkommens. Sie setzt auf eine Politik des «Viel mehr vom bisherigen» und zielt darauf ab, den strategischen Rahmen für das Wirtschaftswachstum zu stärken. Bevor sich die Möglichkeiten, falls überhaupt, verschliessen, sollen alle anderen solange als möglich übertroffen werden – auch die Schwellenländer. Die legendäre Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz würde dafür eingesetzt, ihre Spitzenstellung innerhalb der OECD weiter auszubauen und sogar noch rascher als China zu wachsen. In einer komplizierteren, nicht polaren, ökologisch stärker begrenzten Welt würde die Wohlstandserhaltung unter anderem durch folgende Massnahmen sichergestellt: Förderung der internationalen Spezialisierung, Anziehung von Nischenplayern im Dienstleistungssektor, Ausbau der Infrastrukturen zur Vermeidung von Engpässen und Anpassung des Bildungsangebots zur Nachwuchssicherung im hochentwickelten Arbeitsmarkt. Innovative technische Lösungen würden ausgeheckt, um Abhilfe für schwierige Probleme hinsichtlich Ressourcenzugang und Umwelterstörung zu schaffen. Eine geschickte Aussenwirtschaftspolitik würde weiterhin für eine optimale

---

<sup>23</sup> Zum Beispiel unbewusste Verhaltensweisen wie der soziale Anpassungsdruck, der beispielsweise beim inneren Drang das Konsumverhalten der Nachbarhaushalte zu imitieren, zum Ausdruck kommt.

Integration der Schweiz sorgen. Sie würde auch darauf hinarbeiten, die Versorgungssicherheit der Schweiz durch langfristige bilaterale Ressourcenabkommen mit biokapazitätsreichen Ländern zu gewährleisten.

Diskussion: Diese maximalistische Option ist bestrebt, eine nachhaltige Entwicklung durch Fokussierung auf den marktwirtschaftlichen Motor zu erreichen. Sie kommt dem politischen Establishment gelegen und missfällt den Isolationisten und den Neo-Malthusianern, könnte sich aber vor dem Hintergrund der globalen Ressourcenherausforderungen dennoch bezahlt machen. Unterdessen – man weiss ja nie – könnten die internationalen Verhandlungen an Fahrt gewinnen und in einem verbindlichen Vertrag über den Klimawandel münden, der eine Verringerung der weltweiten Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen erlauben würde. Die Schweiz würde durch ihren Handel mit den Schwellenländern mit diesen mithalten und dabei ihr relatives Einkommen stabilisieren oder gar erhöhen. Diese Option bezweckt keine Verringerung der nationalen Biokapazitätslücke, sondern vielmehr eine Immunisierung der schweizerischen Wirtschaft gegen die zu erwartenden Folgen der Biokapazitätslücke. Was die Machbarkeit – nicht zuletzt auch im Inland – angeht, dürfte die Aushandlung von langfristigen Lieferkontrakten mit wenig demokratischen Regimen eine politische Herausforderung darstellen. Einerseits könnte das spezielle wirtschaftliche Interesse der Schweiz von den ressourcenreichen Ländern unerwidert bleiben, andererseits könnte eine Anbiederung mit ihnen als potenzielle Gefährdung der schweizerischen Neutralität betrachtet werden. Aus biophysikalischer Sicht ist diese Option insofern problematisch, als eine Outperformance der Schweiz noch keine genügende Sicherheit gewährleistet. Die Ressourcenpolitik sollte sich auf zwei, auf den ersten Blick gegensätzliche Handlungsachsen stützen: a) die anhaltende Förderung von Gewinnen aus einer vertieften Integration und gleichzeitig b) die Vorbereitung auf eine Zeit, wo die ökologischen Grenzen die wirtschaftliche Globalisierung in ihrer heutigen Form schwächen und mithin die Ressourcenversorgung stark erschweren könnten. Daher darf man wohl sagen, dass ein rein konformistisches, leidenschaftliches Mitspielen in der globalen Wirtschaftsarena weder in wirtschaftlicher noch ökologischer Hinsicht ein optimales, biophysikalisch-informiertes Management von einheimischen und importierten Ressourcen darstellt. Dagegen dürfte die Wiedereinsetzung der inländischen Ressourcenausstattung als Nachhaltigkeitskompass eher den Weg aus der vorhersehbaren Ressourcenkrise weisen. An diese Beobachtung knüpfen die drei folgenden Optionen an.

**4. «Auf Nummer sicher gehen».** Dies ist ein logischer Versuch, das oben dargestellte Dilemma zu lösen. Für alle Ungewissheiten gibt es eine Versicherungslösung, die darauf baut, dass eine heute geleistete Anzahlung morgen die Folgen einer unglücklichen Entwicklung mildern hilft. Der bevorstehende globale Ressourcenchallenge stellt solch eine Ungewissheit dar. Daher würde auf die aktuellen wirtschaftlichen Vorteile gesetzt und ein Staatsfonds als Versicherung geschaffen, um die Schweiz für den Ernstfall zu wappnen. Eine solche spätere Anpassung mag aufgrund von Technologieverbesserungen günstiger sein; sie dürfte aber auch riskanter sein, da die Neuorganisation von Infrastrukturen Zeit braucht und die neuen Technologien bis dahin vielleicht noch nicht verfügbar sind. Diese Option würde typischerweise dem Hyperwachstum nacheifern, das die Opportunitätskosten für die Dotierung des Fonds darstellen würde, bis dessen Erlös einmal dafür verwendet würde, die Schweiz an die heutigen unbekannteren Unbekannten anzupassen, die durch das globale Umweltfeedback ausgelöst werden könnten. Von diesem Punkt aus würde sich diese Option vom Hyperwachstum dadurch unterscheiden, dass das zuvor angewandte Thesaurierungsprinzip gezwungenermassen durch ein Anpassungsprinzip ersetzt würde. Da ein solcher Staatsfonds als Staatsinterventionismus im Markt oder Industriepolitik gebrandmarkt werden könnte – Massnahmen, die normalerweise bei den politischen Entscheidungsträgern der Schweiz verpönt sind, dürften die Chancen für einen solchen Fonds in naher Zukunft schlecht stehen.

Diskussion: Worauf es aber ankommt, ist weniger die Schaffung eines Staatsfonds, sondern die zugrunde liegende Idee: Die Schweiz hat sich in der Versicherungsindustrie und im Management von Schutzinvestitionen einen Namen gemacht. Nun haben die meisten Länder, die einen Staatsfonds geschaffen haben, dies aus einem guten Grund getan – meistens, um einen finanziellen Ausgleich für die Zukunft zu schaffen, wenn die für das Einkommen des Landes wesentliche Hauptressource nicht mehr zur Verfügung stehen wird. Die Schweiz hingegen pflegt das Selbstbild eines Landes, dem es an abbaubaren natürlichen Ressourcen fehlt. Dies war ein Ansporn dafür, sich im Bereich von Produkten und Dienstleistungen mit hohem

Mehrwert zu spezialisieren. Daher mag das Konzept eines Staatsfonds in diesem Zusammenhang unpassend erscheinen. Führt man sich allerdings die enorme Bedeutung des schweizerischen Markenzeichens für die Förderung der Exportbranchen vor Augen, kann man sich fragen, ob diese Marke nicht einer dem Raubbau unterliegenden Ressource gleichgesetzt werden kann. Tatsächlich könnte das schlimmste Szenario eines fragmentierten Handels und eines allgemeinen Wettlaufs um die schwindenden Ressourcen gut den Untergang der Dachmarke Schweiz bedeuten, ist doch diese in hohem Mass von der Fortsetzung der Globalisierung beziehungsweise dem Fortbestehen eines genügend breiten und solventen Absatzmarktes abhängig. Norwegen oder Chile könnten sich im Ernstfall, wenn ihre Öl- und Kupfervorkommen aufgebraucht sind, auf ihr thesauriertes Kapital stützen. Die Schweiz könnte sich ähnlich absichern, indem sie einen Fonds für jene Zeiten schafft, in denen Ressourcen mehr wert werden als die Markenzeichen und alle Nationen zur Reduzierung ihrer ökologischen Defizite gezwungen sein werden. Diese Option zeugt von einer Strategie des verzögerten Handelns, bei der das Problem des Biokapazitätsdefizits erst behandelt wird, wenn man durch dringende Umstände dazu gezwungen wird, dann aber die finanziellen zum Handeln schon gesammelt hat.

Die nächste Option würde die Schweiz noch mehr zu einer Aktivierung der verfügbaren politischen Hebel bewegen, ohne erst die letzten Signale der internationalen Gemeinschaft abzuwarten.

**5. «Extremes Reengineering jetzt».** Die Schweiz hat ihre Fähigkeit zu präventivem Handeln (nachdem die Risiken einmal erkannt wurden) bereits in der Vergangenheit bewiesen. Auf dieser Grundlage würde die «Reengineering Option» die Schweiz hypertechnisch auf eine sanfte Landung aus der heutigen Form der Globalisierung vorbereiten – im Sinne einer Weiterentwicklung von Samuelsons mehr Butter, weniger Gewehre in weniger Butter, mehr Post-Erdöl-Infrastruktur. Nicht nur dem erleuchteten Selbstinteresse zuliebe, sondern auch zur künftigen Schadensbegrenzung. Wie bei der Wette des französischen Philosophen Blaise Pascal (selbst wenn Gott nicht existiert, ist es letztendlich vorteilhaft, an ihn zu glauben), so gibt es inländische unilaterale Massnahmen zur Vorbereitung auf einen Paradigmenwechsel, die durch kurz- und mittelfristig anfallende positive Nebeneffekte finanziert werden können. Diese Massnahmen sind klar identifiziert und in den meisten, von verschiedenen internationalen Institutionen unterstützten Rahmenbedingungen für eine grüne Wirtschaft dargelegt:

- stufenweise Abschaffung von abträglichen Subventionen für fossile Brennstoffe (einschliesslich Steueraussetzungen);
- Erhöhung der Energieeffizienz (insbesondere von Gebäuden und Infrastrukturen);
- mehr erneuerbare Energie;
- mehr intelligente Stromnetze;
- mehr Abfallrecycling und Kreislaufwirtschaft;
- Anreize für die gemeinsame Nutzung von Produktions- oder Dienstleistungskapazitäten;
- Verstärkte Förderung von Innovation und Bildungswesen;
- Neuausrichtung des Steuersystems, damit die anerkannten Kollektivübel (Verschmutzung, Energieüberkonsum) teurer und die Kollektivgüter (Arbeit, Gewinn) günstiger werden;
- Förderung des offenen Handels zur Verstärkung der internationalen Spezialisierung in einem Netz gemeinsamer sozialer und ökologischer Standards;
- Unterstützung einer Agrarpolitik, die einen vernünftigen Marktanteil für die heimische Nahrungsmittelproduktion gewährleistet;
- Förderung einer landsparenden regionalen Entwicklung bzw. Siedlungsplanung und strikte Begrenzung weiterer Übergriffe der Infrastruktur auf produktives Land.

Der nachhaltige Verbrauch ist ein zentrales Thema, geht man davon aus, dass er früher als erwartet eine internationale Rolle spielen wird. Reife Volkswirtschaften mit hohem Lebensstandard verfügen in dieser

Hinsicht möglicherweise über einen untergenutzten Wettbewerbsvorteil: Dank ihrem hohen Einkommen und der grösseren institutionellen Dichte haben sie mehr Handlungsspielraum, um durch die oben erwähnten Massnahmen der grünen Wirtschaft die bereits etablierten, reiferen Verbrauchsmuster ihrer Wirtschaftsakteure von Ressourceninputs zu entkoppeln. Die Schweiz könnte Interesse daran haben, diesen Weg mit Pioniergeist auszuloten, und dabei erfolgreich unbeabsichtigte Verluste in der Arbeitsproduktivität vermeiden.

Diskussion: Die Förderung dieser kühneren Option würde implizieren, dass zwei tief verwurzelte Allgemeinplätze: a) Die Schweiz profitiert stets (ausser bei extrem hohem Druck) davon, ihr inländisches Rechtssystem vor internationalem Druck gegen den Status quo abzuschirmen; b) Die Schweiz bietet Produkte und Dienstleistungen mit hohem Mehrwert an und ist ein gut vernetztes kleines Land mit hohem Einkommen, das sowieso von den schlimmsten Konsequenzen einer globalen Ressourcenkrise verschont würde. Diese trügerischen Weisheiten lenken das öffentliche Handeln tendenziell von einem präventiven Vorgehen ab beziehungsweise verzögern dieses. Da diese Option sofort weniger Konsum und mehr öffentliche Investitionen bedeuten würde, könnten die gewählten Entscheidungsträger verständlicherweise davor zurückschrecken, sie zu unterstützen. So besteht etwa die Gefahr, dass die notwendigen Investitionen in Post-Erdöl-Infrastrukturen (oder die Post-Erdöl-Sicherung bestehender Anlagen) dasselbe Schicksal erleiden könnten wie die Militärausgaben in Europa, die nach dem Fall der Berliner Mauer markant gesunken sind. Oder sie könnten anderweitig infolge von Volksinitiativen abgelehnt werden. Eine bessere Information der Bürger könnte hier den entscheidenden Unterschied ausmachen, unter anderem dank offener Dialogmöglichkeiten mit der öffentlichen Verwaltung und dem Parlament. Diese Option zielt darauf ab, den Ressourcendurchsatz auf nationaler Ebene proaktiv zu verlangsamen, indem bei beiden Seiten des Ressourcenverbrauchs angesetzt wird: also nicht nur auf der Angebotsseite (durch Verringerung des Umwelteinflusses eines bestimmten Verbrauchsvolumens), sondern auch durch die Veränderung der individuellen und kollektiven Verbrauchsmuster.

Die nachstehend aufgeführte letzte Option würde die perfekte Ergänzung zum «extremen Reengineering» auf nationaler Ebene bilden. Sie könnte aber auch allein zur Lösung der internationalen Aspekte des Problems gewählt werden, und zwar durch ein tatkräftiges Engagement in der internationalen Zusammenarbeit, auch seitens der Privatwirtschaft.

**6. «Nachhaltiges Wirtschaften und globale Verantwortung – die Grüne Wirtschaft».** In Anbetracht des globalen Biokapazitätsdefizits und eines tendenziell zunehmenden Ressourcenverbrauchs im Zuge des wirtschaftlichen Aufholens anderer Länder ist der Ressourcenverbrauch in der Schweiz ein immer kleinerer Teil des Weltkonsums. So gesehen reicht es nicht mehr aus, bei Produktion und Konsum den Fokus einzig auf die Schweiz zu legen. Eine hohe Ressourceneffizienz sowohl auf der Angebots- und Nachfrageseite in der Schweiz spielt zwar eine wesentliche Rolle für die Schweiz, um in einer knapperen Welt ihren eigenen Bedarf decken zu können, hat aber kaum einen direkten Einfluss auf das weltweite Angebot und den Verbrauch von Ressourcen und damit auch nicht auf die globale Verfügbarkeit von Ressourcen. Die Schweiz als kleine offene Volkswirtschaft ist jedoch über den internationalen Handel stark mit dem Rest der Welt verknüpft. Daher sollte zum Umstrukturierungsprozess in der Schweiz, wie in Option vier «Extremes Reengineering jetzt» beschrieben, auch international eine Umstrukturierung vorangetrieben werden, besonders in den Wertschöpfungsketten, die mit der Schweizer Wirtschaft verbunden sind. Entlang dieser Wertschöpfungsketten und über die Festlegung globaler Standards sollte das Wissen über effiziente und umweltschonende Technologien in die Produktionsstandorte ausserhalb der Schweiz weitergegeben und sich für deren Verwendung eingesetzt werden. Auf diese Weise würde der Ressourcenimport über Halb- bzw. Fertigprodukte (einschliesslich Konsumgüter) in die Schweiz vermindert werden und zum anderen käme es über einen Wissens- und Technologietransfer zu einer Wissensdiffusion innerhalb dieser Länder. Auf diese Weise könnte es zu einer Steigerung der globalen Ressourceneffizienz kommen und damit einem wachsenden Ressourcenverbrauch in den Entwicklungs- und Schwellenländern entgegenge wirkt werden. Dadurch könnte die Schweiz, neben Bemühungen für internationale Umweltschutzabkommen, indirekt Einfluss auf den weltweiten Ressourcenverbrauch ausüben. Auch wenn die weltweite Übernutzung der Ressourcen damit nicht gelöst ist, so kann die Schweiz durch ihre internationalen Wertschöp-

fungsketten die wirtschaftlichen Vorteile der Effizienz demonstrieren und damit zu einer nachhaltigeren Wirtschafts- und Lebensweise beitragen.

Diskussion: Die Schweiz verfügt hier über die Chance als eines der innovativsten und effizientesten Länder die gewonnenen Erkenntnisse weiterzugeben. Über eine verstärkte internationale Zusammenarbeit im Bereich Ressourcenschonung lässt sich die Ressourcenintensität der internationalen Wertschöpfungsketten der Schweiz, und möglicherweise die globale Ressourceneffizienz, steigern. Eine solche Zusammenarbeit bringt ausserdem Vorteile, da Verkehrs- und Energieinfrastrukturen, wie auch Produktionstechnologien tendenziell besser mit künftig weltweit zu erwartenden Regeln kompatibel sind. Zudem ist es wichtig, dass nicht nur die Schweizer Branchen im Inland höchst effizient mit ihren Ressourcen umgehen, sondern auch deren ausländische Niederlassungen und Zulieferer. Im Laufe dieses Prozesses werden sich vielfach Möglichkeiten für die Schweizer Wirtschaft ergeben. Beispielsweise könnten neue Geschäftsfelder oder gar neue Branchen erschlossen werden. Zudem passt die Thematik der Nachhaltigkeit hervorragend zum Image der hohen Qualitätsansprüche der Schweizer Wirtschaft. Würden die Schweizer Wirtschaftssubjekte ihre Verantwortung gegenüber den Zulieferern und Kunden (im Ausland) verstärkt wahrnehmen, dürften sich durchaus sogenannte first mover Vorteile ergeben, welche die Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz weiter stärken.

Allerdings benötigt es eine solche internationale Zusammenarbeit nicht nur im Produktionsbereich, sondern auch im Konsum, da dieser massgeblich zum Ressourcenverbrauch im In- und Ausland beiträgt. Um diesen zu senken, könnten verschiedene Ansätze wie zum Beispiel Ökobilanzen, ökonomische Instrumente, Branchenvereinbarungen, Labels, Empfehlungen für Produktdeklarationen oder Vorgaben für eine nachhaltige öffentliche Beschaffung unterstützend wirken. Auf diese Weise könnte international auf der Angebotsseite des globalen Verbrauchs gehandelt werden, um das Problem des nationalen Biokapazitätsdefizits zu behandeln. Dazu müsste verstärkt in die internationale Zusammenarbeit investiert werden, einschliesslich vermehrter öffentlich-privater Partnerschaften, sodass der multilaterale Zwang die Weltwirtschaft schliesslich wieder in ökologische Bahnen lenken könnte.

Jede Option hat weitreichende Konsequenzen und keine bietet einen Quick Win. Gewisse Optionen lassen sich miteinander kombinieren, andere wiederum schliessen sich gegenseitig aus. Gibt es noch weitere, nicht vorgestellte Optionen? Wie können wir einen breiten Konsens zum optimalen Strategie-Mix, auch in Bezug auf das optimale Biokapazitätsdefizit, erreichen? Was sind die Instrumente, um abzuschätzen, welche Interventionen die effektivsten Resultate produzieren?

## 8 Literatur

- Baffes J. und Haniotis T. (2010): «Placing the 2006/08 Commodity Price Boom into Perspective», Vol. 5371, Policy Research Working Paper, World Bank.
- BAFU - Bundesamt für Umwelt (2012): «Erhebung der Kehrlichtzusammenstzung 2012», Bern.
- BAFU - Bundesamt für Umwelt (2013): «PM10 and PM2.5 ambient concentrations in Switzerland. Modeling results for 2005, 2010 and 2020», Environmental studies No. 1304: 83 pp, Bern.
- Bagliani, M., Bravo, G. und Dalmazzone, S. (2008): «A consumption-based approach to environmental Kuznets curves using the ecological footprint indicator», Ecological Economics, Vol. 65 No. 3, pp 650-661.
- BFS - Bundesamt für Statistik (2003): «Monitoring der Nachhaltigen Entwicklung», Neuchâtel.
- BFS – Bundesamt für Statistik (2013): «Die Bodennutzung in der Schweiz - Resultate der Arealstatistik», Neuchâtel.
- Borucke et al. (2013): «Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework», Ecological Indicators, Vol. 24, pp 518–533. Draft verfügbar unter:  
<http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/methodology/>.
- Bretschger et al. (2010): «Preisentwicklung bei natürlichen Ressourcen. Vergleich von Theorie und Empirie», BAFU, Bern.
- Bundesrat (2009): «Nahrungsmittelkrise, Rohstoff- und Ressourcenknappheit», Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulates Stadler vom 29. Mai 2008 (08.3270). Bern.
- Bundesrat (2013A): «Grundlagenbericht Rohstoffe», Bericht der interdepartementalen Plattform Rohstoffe an den Bundesrat vom 27.03.2013. Bern.
- Bundesrat (2013B): «Erläuternder Bericht zur Revision des Umweltschutzgesetzes (USG) als indirekter Gegenvorschlag zur Volksinitiative „Für eine nachhaltige und ressourceneffiziente Wirtschaft (Grüne Wirtschaft)“», Bern.
- Bundesrat (2013C): «Grüne Wirtschaft: Berichterstattung und Aktionsplan», Bericht des Bundesamts für Umwelt an den Bundesrat vom 18. März 2013, Bern.

- Cambridge Econometrics (2002): «A study on the Factors of Regional Competitiveness», A draft final report for the European Commission Directorate-General Regional Policy, Cambridge/Rotterdam.
- Canuto O., Nallari R. und Griffith B. (2014): «Sluggish Postcrisis Growth: Policies, Secular Stagnation, and Outlook», World Bank-Economic Premise, No. 139, pp 1-10.
- Carmody P. (2011): «The New Scramble for Africa», Cambridge: Polity.
- Catton W. R. (1982): «Overshoot: The Ecological Basis Of Revolutionary Change», University of Illinois Press.
- Chambers N., Simmons C. und Wackernagel M. (2000): «Sharing nature's interest: ecological footprints as an indicator of sustainability», Routledge.
- Collier P. und Goderis B. (2009): «Commodity Prices, Growth, and the Natural Resource Curse: Reconciling a Conundrum», Growth, and the Natural Resource Curse: Reconciling a Conundrum (June 5, 2008).
- Commerzbank (2011): «Rohstoffe und Energie: Risiken umkämpfter Ressourcen», UnternehmerPerspektiven.
- CS – Credit Suisse (2011): «Megatrends – Chancen und Risiken für KMU - Schwerpunkt 2011: Innovation», Economic Research, Zürich.
- CS – Credit Suisse (2012): «Erfolgsfaktoren für Schweizer KMU - Umgang mit volkswirtschaftlichen Risiken», Economic Research, Zürich.
- Day J. W., Moerschbaeche M., Pimentel D., Hall C. und Yáñez-Arancibia A. (2013): «Sustainability and Place: How Emerging Mega-Trends of the 21st Century Will Affect Humans and Nature at the Landscape Level», Ecological Engineering.
- Deaton A. (1999): «Commodity Prices and Growth in Africa», The Journal of Economic Perspectives, Vol. 13 No. 3, pp 23–40.
- DERA – Deutsche Rohstoffagentur (2009): «Angebotskonzentration bei Metallen und Industriemineralen – Potenzielle Preis- und Lieferrisiken», Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Berlin.
- Diamond J. M., und Van Dijk M. (2008): «Collapse: How societies choose to fail or succeed», Anthropos: International Review of Anthropology and Linguistics, Vol. 103 No.2, p 587.
- EEA - European Environment Agency (2005): «EEA core set of indicators Guide», EEA Technical report No 1/2005, Copenhagen.

- epa - Environmental Protection Agency, Ireland (2012): «Ireland's Environment 2012 - An Assessment», Johnstown Castle.
- EU – European Commission (2010): «Critical raw materials for the EU», Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials.
- EU – European Commission (2011): «A resource-efficient Europe –Flagship initiative under the Europe 2020 Strategy», Brüssel.
- EU – European Commission (2012): «Member States' Competitiveness – Performance and policies», Brüssel.
- EUROSTAT (2009): «Sustainable development in the European Union», 2009 monitoring report of the EU sustainable development strategy.
- EVD - Eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartements - und UVEK - Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation – (2011): «Masterplan Cleantech - Eine Strategie des Bundes für Ressourceneffizienz und erneuerbare Energien», Bern.
- Fatas, INSEAD (2014): «Secular stagnation or secular boom?», <http://fatasmihov.blogspot.ch/>, [16.04.2014].
- Feenstra R. C., Inklaar R. und Timmer M.P. (2013): «The Next Generation of the Penn World Table», available for download at [www.ggd.net/pwt](http://www.ggd.net/pwt).
- Frischknecht, Itten und Büsser S. (2013): «Tracking important Environmental Impacts Related to Domestic Consumption», reeze Ltd., fair life cycle thinking, Uster.
- Global Footprint Network (2014): «National Footprint Accounts», <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/>.
- Hansen J., Sato M., Kharecha P., Beerling D., Berner R., Masson-Delmotte V., ... und Zachos, J. C. (2008): «Target atmospheric CO2: Where should humanity aim?», arXiv preprint arXiv:0804.1126.
- Hardin G. (1968): «The tragedy of the commons», science, Vol. 162 No. 3859, pp 1243-1248.
- Hennicke P., Kristof K. und Dorner U. (2009): «Ressourcensicherheit und Ressourceneffizienz – Wege aus der Rohstoffkrise», Paper zu Arbeitspaket 7 des Projekts „Materialeffizienz und Ressourcenschonung“ (MaRes), Wuppertal.

- Hill C., Margot, Halle M., Mulder I. und Yarime M. (2013): «Towards a New Framework to Account for Environmental Risk in Sovereign Credit Risk Analysis», *Journal of Sustainable Finance & Investment* (ahead-of-print), pp 1-14.
- IEA – International Energy Outlook (2013): «World Energy Outlook 2013», IEA.
- IEA (2012): «Improving the Fuel Economy of Road Vehicles - A policy package», International Energy Agency, OECD Publishing.
- IMF (2014): «World Economic Outlook Database - Changes to the Database», <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/data/changes.htm>.
- Jacob, Werland und Münch (2012): «Expectations, positions and conflicts of resource policy», European Resource Forum, Berlin 12/13, BMU, UBA.
- Jenkins R. (1998): «Environmental Regulation and International Competitiveness: A Review of Literature and Some European Evidence», Discussion Paper Series, United Nations University.
- Jevons W. S. (1906): «The coal question: an inquiry concerning the progress of the nation, and the probable exhaustion of our coal-mines», The Macmillan Company.
- Jungbluth N., Nathani C., Stucki M., Leuenberger M. (2011): «Environmental Impacts of Swiss Consumption and Production. A combination of input-output analysis with life cycle assessment», Federal Office for the Environment, Bern. Environmental studies no. 1111: 171 pp.
- Krausmann F., Gingrich S., Eisenmenger N., Erb K.-H., Haberl H., Fischer-Kowalski M. (2009): «Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century», *Ecological Economics*, Vol. 68, Issue 10, pp 2696-2705.
- Kulke (2009): «Wirtschaftsgeographie. Grundriss Allgemeine Geographie», UTB, Stuttgart; 4. Auflage.
- Lawn P. und Clarke M. (2010): «The End of Economic Growth? A Contracting Threshold Hypothesis», *Ecological Economics*, Vol. 69 No. 11, pp 2213–23.
- Leaton J. (2012): «Unburnable Carbon. Are the World's Financial Markets Carrying a Carbon Bubble?», Carbon Tracker Initiative.
- Lee B., Preston F., Kooroshy J., Baily R. und Lahn G. (2012): «Resources Futures», Chatam House, <http://www.chathamhouse.org/publications/papers/view/187947>.

- Lovejoy T. E. (2008): «Climate Change», Chapter 8 in Sodhi und Ehrlich: Conservation Biology For All, Oxford University Press.
- Mahammadzadeh M. (2013): «Klimawandelinduzierte Verletzlichkeitsanalyse von Unternehmen und Branchen für 2030 – Konzeptioneller Bezugsrahmen und empirische Befunde», ifo Schnelldienst, Vol. 66, Issue 12 (06), pp 37-44, München.
- Mildner S.-A. (2011): «Konkurrenz um knappe Ressourcen», Stiftung Wissenschaft und Politik, Deutsches Institut für Internationale Politik und Sicherheit, Berlin.
- Mitchell D. (2008): «A note on rising food prices», World Bank - Development Economics Group (DEC), World Bank Policy Research Working Paper No. 4682.
- Motesharrei S., Rivas, J. und Kalnay E. (2014): «Human and Nature Dynamics (HANDY): Modeling inequality and use of resources in the collapse or sustainability of societies», Ecological Economics, Vol 101, pp 90-102.
- Moyo D. (2012): «Winner Take All: China's Race for Resources and What It Means for the World», New York: Basic Books.
- Mulder UNEP Finance Initiative (2010): «Demystifying Materiality: Hardwiring Biodiversity and Ecosystem Services into Finance, CEO Briefing», United Nations Environment Programme Finance Initiative, Geneva.
- Nordhaus W. D. (2013): «The Climate Casino: Risk, Uncertainty, and Economics for a Warming World», Yale, University Press.
- Norgaard R. B. (1990): «Economic indicators of resource scarcity: a critical essay» Journal of Environmental Economics and Management, Vol. 19 No. 1, pp 19-25.
- OECD - Organisation for Economic Cooperation and Development (2011A): «Invention and Transfer of Environmental Technologies», OECD Studies on Environmental Innovation, OECD Publishing.
- OECD - Organisation for Economic Cooperation and Development (2011B): «Towards Green Growth», Paris.
- OECD - Organisation for Economic Cooperation and Development (2013A): «ITF Transport Outlook 2013: Funding Transport», International Transport Forum, OECD Publishing.

- OECD - Organisation for Economic Cooperation and Development (2013B): «Moving towards a Common Approach on Green Growth Indicators – A green Growth Knowledge Platform Scoping Paper», OECD Publishing.
- Porter M. E. (1991): «America's Green Strategy», Scientific American, p 168.
- Porter M. E. und Van der Linde C.(1995): «Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship», Journal of Economic Perspectives, Vol. 9, No. 4, pp 97-118.
- Reinhart C. M. und Rogoff K.S. (2010): «Growth in a Time of Debt», Working Paper, No. 15639, National Bureau of Economic Research.
- Ridley M. (2011): «The Rational Optimist: How Prosperity Evolves», Harper Perennial.
- Ridley M. und Ganser L. J. (2010): «The rational optimist: How prosperity evolves» London: Fourth Estate.
- Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson Å., Chapin F. S., Lambin E. F., Lenton T. M., et al. (2009): «A Safe Operating Space for Humanity» Nature, Vol. 461 No. 7263: pp 472–75, doi:10.1038/461472a.
- Sachs J. D. und Warner A. M. (1999): «The Big Push, Natural Resource Booms and Growth», Journal of Development Economics Vol. 59 No. 1, pp 43–76.
- Schumpeter J. A. (1942): «Capitalism, socialism and democracy», Harper, New York/London.
- SCNAT – Akademie der Naturwissenschaften (2007): «Energieressourcen: Zahlen und Fakten – Nutzung Potentiale und Risiken verschiedener Energieressourcen in der Schweiz», Bern.
- Statistisches Bundesamt Deutschland (2012): «Nachhaltige Entwicklung in Deutschland - Indikatorenbericht 2012», Wiesbaden.
- Stiglitz J. E., Sen A., Fitoussi J.-P. (2012): «Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress», Paris, Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress.
- Straumann T. (2014): «Ne pas avoir de matières premières est un avantage», Interview, Enterprise Romande, Le Magazine.
- SWISMEMM (2008): «Swissmem – Strategische Rohstoffpolitik.», Zürich.

- Testa F., Iraldo F. und Frey M. (2011): «The effect of environmental regulation on firms' competitive performance: The case of the building & construction sector in some EU regions», *Journal of Environmental Management*, Vol. 92, Issue 9, pp 2136–2144.
- Turchin P. und Nefedov S. A. (2009): «Secular cycles» Princeton University Press.
- Umwelt (2013): «Biodiversität erhalten», Swissprinters Zofingen AG, St. Gallen.
- Umweltbundesamt Deutschland (2013): «Aktualisierung von nationalen und internationalen Ressourcenkennzahlen», Dessau-Roßlau.
- Umweltbundesamt Österreich (2006): «Monitoring Nachhaltiger Entwicklung in Österreich - Indikatoren für Nachhaltige Entwicklung», Wien.
- UN – United Nations (2007): «Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies», New York
- UNCTAD (2014): «Commodity Prices Long Term Trends »,   
[http://unctadstat.unctad.org/ReportFolders/reportFolders.aspx?sRF\\_ActivePath=p,8&sRF\\_Expanded=p,8](http://unctadstat.unctad.org/ReportFolders/reportFolders.aspx?sRF_ActivePath=p,8&sRF_Expanded=p,8).
- UN-EMG - United Nations Environment Management Group (2012): «Working towards a balanced and Inclusive Green Economy: A United Nations System-wide Perspective», Genf.
- UNIDO - United Nations Industrial Development Organization (2011): «UNIDO Green Industry Policies for supporting Green Industry», Wien.
- Volkswirtschaft (2012): « Seltene Metalle: Ist die Knappheit ein Problem für die Schweizer Industrie?».
- Wackernagel M., Schulz N. B., Deumling D., Linares A. C., Jenkins M., Kapos V., Monfreda C. et al. (2002): «Tracking the Ecological Overshoot of the Human Economy», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 99 No. 14: pp 9266–71, doi:10.1073/pnas.142033699.
- Weder (2001): «Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft – Was ist das?», in: *Die Volkswirtschaft* 3-2001.
- WEF – World Economic Forum (2013A): «Global Risks 2013 - Eighth Edition», Risk Response Network, Genf.
- WEF – World Economic Forum (2013B): «The Global Competitiveness Report 2013-2014», The Global Competitiveness and Benchmarking Network, Genf.

WEF – World Economic Forum (2014): «Global Risks 2014», Geneva: World Economic Forum,  
<http://www.weforum.org/reports/global-risks-2014-report>.

Weltbank (2014): «World Development Indicators», <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>.

World Trade Organization (2013): «World Trade Report 2013», WTO Publications, Genf.

## 9 Glossar

<b>Begriff</b>	<b>Bedeutung</b>
Biologisch produktive Flächen (biological productive surface)	Flächen (Land- und Wasserflächen) werden als biologisch produktiv bezeichnet, wenn sie durch erhebliche Photosyntheseaktivitäten und Produktion von Biomasse für den Menschen nutzbar sind.
Biologische Kapazität oder Biokapazität	Die Fähigkeit von Ökosystemen, biologisch nutzbringendes Material zu produzieren und von Menschen produzierten Abfall unter heutigen Bedingungen aufzunehmen.
Biokapazitätsdefizit/reserve	Der Unterschied zwischen biologischer Kapazität und Ecological Footprint einer Region oder eines Landes. Ein ökologisches Defizit (oder Biokapazitätsdefizit) entsteht, wenn der Footprint einer Bevölkerung ihre verfügbaren biologisch produktiven Landflächen übersteigt. Umgekehrt existiert eine ökologische Reserve (oder Biokapazitätsreserve), wenn die biologisch produktiven Landflächen größer sind als der Footprint der Bevölkerung dieser Region.
Branchen	Eine Branche bezeichnet eine Gruppe von Unternehmen, die ähnliche Produkte herstellen, mit ähnlichen Artikeln handeln oder ähnliche Dienstleistungen erbringen. Die Zuteilung der Branchenzugehörigkeit erfolgt nach der Wirtschaftsklassifikation Nomenklatur Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige (NOGA) Version 02.
Branchenmix, Spezialisierungsmuster	Der Branchenmix oder das Spezialisierungsmuster bezeichnet die Zusammensetzung der Branchen einer Volkswirtschaft. Der jeweilige Branchenmix verschiedener Volkswirtschaften unterscheidet sich dabei hauptsächlich in der unterschiedlichen Grösse einzelner Branchen innerhalb der Branchenzusammenstellung. Damit wird auch das Spezialisierungsmuster beschrieben.
Bruttoinlandsprodukt (BIP)	Das Bruttoinlandsprodukt, gibt den Gesamtwert aller Güter, d. h. Waren und Dienstleistungen nach Abzug aller Vorleistungen, an, die während eines Jahres innerhalb der Landesgrenzen einer Volkswirtschaft hergestellt wurden. Auf Englisch wird es Gross Domestic Product genannt (GDP).
Bruttowertschöpfung	Die Bruttowertschöpfung gilt als zentraler Indikator für die eigentliche «Leistung» einer Branche oder eines Unternehmens im volkswirtschaftlichen Sinne. Sie misst den «Mehrwert», der im Produktionsprozess erwirtschaftet wird. Dieser Mehrwert ergibt sich als Differenz zwischen dem Produktionswert und den zur Leistungserstellung verwendeten Vorleistungen. Das Bruttoinlandsprodukt als gesamtwirtschaftliche Leistungskennziffer ergibt sich aus der Summe aller Branchen-Bruttowertschöpfungen zuzüglich Gütersteuern und abzüglich Subventionen.
CO <sub>2</sub> -Footprint (CO <sub>2</sub> -Bilanz)	Die Waldflächen, die zur Aufnahme der vom Menschen produzierten CO <sub>2</sub> -Emissionen benötigt werden. Die CO <sub>2</sub> -Emissionen entstehen in erster Linie aus der Verbrennung von fossilen Brennstoffen, die nicht von den Ozeanen absorbiert werden. CO <sub>2</sub> -Bilanz ist verwandt, und entspricht den fossilen CO <sub>2</sub> -Emissionen, wird aber nur in Kilogramm ausgedrückt und nicht in Flächen umgerechnet wie der CO <sub>2</sub> -Footprint)
DMC	Siehe Inländischer Materialverbrauch (DMC)
Ecological Footprint	(auf Deutsch auch ökologischer Fussabdruck genannt) Eine Messgrösse die aufzeigt, wie viel biologisch produktive Land- und Wasserflächen ein Individuum, eine Bevölkerung oder eine Aktivität benötigt, um alle konsumierten Ressourcen zu produzieren und die anfallenden Abfälle zu absorbieren.

Effizienz, Intensität und Produktivität	Die Produktivität eines Einsatzfaktors wie Energie oder Materialien gibt an, wie viel wirtschaftliche Leistung mit der Nutzung einer Einheit dieses Faktors produziert wird. Die Produktivität drückt folglich aus, wie effizient eine Volkswirtschaft mit dem Einsatz des entsprechenden Faktors umgeht. Die Produktivität nimmt zu, wenn mit dem gleichen Einsatz an natürlichen Ressourcen das BIP steigt oder wenn das gleiche BIP mit einem geringeren Faktoreinsatz erwirtschaftet wird. Der Kehrwert der Produktivität ist die Intensität. Die Intensität eignet sich als Indikator für Effizienz bei unerwünschten Nebenprodukten im Produktionsprozess. Die CO <sub>2</sub> -Intensität gibt zum Beispiel an, wie viel CO <sub>2</sub> im Produktionsprozess pro Wertschöpfungseinheit ausgestossen wird. Je geringer die Intensität ist, desto effizienter ist der Produktionsprozess.
Einkommen	Als Einkommen eines Landes wird das Bruttosozialprodukt (BSP) herangezogen. Das BSP umfasst die Wertschöpfung der Inländer, die ihren ständigen Sitz bzw. Wohnsitz im Inland haben.
Entkopplung	(Ent-)Kopplung beschreibt den Zusammenhang wirtschaftlicher Tätigkeit und Einsatz natürlicher Ressourcen oder Ausstoss von Emissionen über die Zeit. Seit der Industrialisierung war wirtschaftliche Tätigkeit eng mit Ressourcenverbrauch und Emissionen gekoppelt. Heute findet meistens eine relative Entkopplung statt. Das heisst, der Ressourcenverbrauch oder die Emissionen steigen weniger rasch als das Wirtschaftswachstum. Für eine absolute Entkopplung müssten die Emissionen oder der Ressourcenverbrauch bei gleichzeitigem Wirtschaftswachstum sinken.
Erneuerbare Energie	Als erneuerbare Energien werden Energieträger bezeichnet, die im Rahmen des menschlichen Zeithorizonts praktisch unerschöpflich zur Verfügung stehen oder sich verhältnismässig schnell erneuern. Damit grenzen sie sich von fossilen Energiequellen ab, die sich erst über Millionen von Jahren regenerieren. Zu den erneuerbaren Energien zählen Wasserkraft, Windenergie, solare Strahlung, Erdwärme und nachwachsende Rohstoffe.
Erreichbarkeit	Erreichbarkeit reflektiert das gesamte Potenzial einer Region ohne jegliche Limitierung der Reisezeit, Reisedestinationen in einer ausgewählten Region zu erreichen.
Ertrag (yields)	Die Menge eines Primärprodukts, die Menschen pro Jahr aus einer bestimmten biologisch produktiven Land- und Wasserfläche gewinnen können. Sie wird meist in Tonnen pro Jahr und Hektar angegeben.
Flächenproduktivität (ecosystem productivity)	Die Menge des für den Menschen nutzbaren biologischen Materials, das auf einer bestimmten Fläche zur Verfügung steht.
Footprint des Konsums (footprint of consumption)	Der Footprint des Konsums (in globalen Hektaren) steht für die Fläche, die benötigt wird, um konsumierte Güter herzustellen und dabei entstandene Abfälle aufzunehmen.
Footprintintensität (footprint intensity)	Die Anzahl globaler Hektare, die benötigt wird, um eine bestimmte Menge einer Ressource herzustellen oder ein Quantum Abfälle aufzunehmen.
Globale Hektare (gha)	Die Messgröße globale Hektare beschreibt die weltweite durchschnittliche Produktivität von biologisch produktivem Land- und Wasserflächen pro Hektar.
Graue Emissionen/Graue Energie	Emissionen die durch den Gebrauch von grauer Energie verursacht werden. Unter grauer Energie versteht man die Energiemenge, die über den gesamten Lebenszyklus eines Produkts: für die Produktion, den Transport, die Nutzung und die Entsorgung angefallen ist.
Inländischer Materialverbrauch (DMC)	Der inländische Materialverbrauch (DMC) beschreibt die Gesamtentnahme an direkt verwertetem Material innerhalb einer Volkswirtschaft. Er umfasst die jährliche Menge an Rohstoffen (Biomasse, Energieträger, (nicht-metallische) Mineralien und Metalle), die aus dem inländischen Hoheitsgebiet entnommen wird, zuzüglich aller physischen Einfuhren abzüglich aller physischen Ausfuhren.
Intensität	Siehe Effizienz, Intensität und Produktivität

Kippeffekte	Kippeffekten sind unumkehrbare Rückkoppelungseffekte. Dies sind Veränderungen im Zusammenhang mit dem Klimasystem, die das Weltklima grundlegend verändern können, wie zum Beispiel die Versauerung der Ozeane und infolgedessen eine Abnahme der Aufnahmekapazität für Kohlendioxid.
Kritische Materialien	Als kritische Materialien werden Rohstoffe, insbesondere Mineralien, bezeichnet, die eine hohe wirtschaftliche Bedeutung und ein hohes Versorgungsrisiko aufweisen. Die wirtschaftliche Bedeutung ergibt sich aus dem Gewicht der Branchen an der Gesamtwirtschaft, die das entsprechende Material einsetzen. Das Versorgungsrisiko wird durch die Konzentration der Produktion eines Materials auf wenige Länder, welche durch politische und wirtschaftliche Instabilität gekennzeichnet sind, gepaart mit einer niedrigen Recyclingrate und niedrigen Substituierbarkeit definiert.
Modalsplit	Das Modalsplit berechnet sich aus den prozentualen Anteilen der einzelnen Verkehrsträger (Schiene, Wasser und Strasse) am gesamten Verkehrsaufkommen und gibt somit Aufschluss über die Verkehrsmittelbenutzung.
National Footprint Accounts	Das Datenset enthält die ökologische Buchhaltung für Nationen. Es umfasst die Footprints und die biologischen Kapazitäten der Welt und über 150 Staaten von 1961 bis heute (aufgrund der Verfügbarkeit der Daten ist eine Zeitdifferenz von drei Jahren normal).
Natürliche Ressourcen	Wasser; Boden, Luft, Klima, Biodiversität (genetische Vielfalt innerhalb einer Art, Artenvielfalt, Ökosystemvielfalt) - Der Footprint betrachtet die natürlichen Ressourcen aber nicht die Mineralischen (Erze und Fossilenergie).
Neue erneuerbare Energie	Die neuen erneuerbaren Energiequellen umfassen dieselben wie die erneuerbaren Energien, mit Ausnahme der Wasserkraft. In der Schweiz wird traditionell rund 60 Prozent der Stromerzeugung mit Wasserkraft erreicht. Um die Fortschritte im Bereich der erneuerbaren Energie zu beurteilen macht es daher für die Schweiz Sinn die Wasserkraft auszuklammern.
Ökobilanz (engl. "life cycle analysis" oder "LCA")	Eine Ökobilanz ist die quantitative Erfassung der Wirkung eines Produktes auf die Umwelt. Eine LCA misst, welche Menge an Energie und Materialien zur Produktion und Distribution sowie an Abfällen über den gesamten Lebenszyklus eines Produkts, inklusive seiner Nutzung und Entsorgung, verbraucht werden.
Ökologische Schulden (ecological debt)	Seit Mitte der 1970er Jahre befindet sich die Menschheit im Zustand des sogenannten Overshoot. Seitdem übersteigt die menschliche Nachfrage die biologische Leistungsfähigkeit des Planeten. Das andauernde Biokapazitätsdefizit der Menschheit baut sich damit zu wachsenden ökologischen Schulden auf.
Overshoot (Raubbau)	Findet statt, wenn die Nachfrage der Menschheit nach natürlichen Ressourcen die tatsächlichen Bestände übersteigt. Die regenerativen Möglichkeiten des Planeten werden überstrapaziert. Das Ergebnis ist ein globales ökologisches Defizit bei anhaltendem Raubbau. Dieser wiederum erschöpft das natürliche Kapital. Letztlich sind alle natürlichen Prozesse der Biosphäre des Planeten dadurch gefährdet.
Primärenergie	Komplette einheimische Produktion an Energie, plus Importe und Bestandsveränderungen, minus der Exporte und Treibstoffe für Schiffe und Flugzeuge, welche im internationalen Verkehr tätig sind.
Primärprodukt (primary resources)	Biologisches Material, das minimal verarbeitet ist. Rohstoffe dagegen umfassen die gesamte Biomasse, die auf einer bestimmten Fläche vorhanden ist. Entscheidend für die Definition ist die Nutzung durch den Menschen. Ein umgefallener Baum beispielsweise stellt einen Rohstoff dar. Wenn nun alle Blätter, Äste und Rinde entfernt werden, entsteht das Primärprodukt Stammholz.
Produktivität	Siehe Effizienz, Intensität und Produktivität
Relative Kaufkraft (relative income)	Die relative Kaufkraft eines Landes ist der Anteil der Einkommen je Bürger des entsprechenden Landes am globalen Einkommen.

Risiko	Bei Risiken handelt es sich um Informationsunsicherheit über den Eintritt eines Sachverhaltes und die dadurch induzierte Möglichkeit der Beeinträchtigung von Zielen.
Rohstoffe	Nicht-erneuerbare Rohstoffe: Fossile Energieträger (z.B. Erdöl), Metalle (z.B. Kupfer, Blei, Zink, Indium), Uran, Phosphate. Erneuerbare Rohstoffe: Pflanzliche Rohstoffe (Getreide, Ölsaaten, Zuckerrohr, Baumwolle, Holz etc.).
Sekundärprodukt (secondary resources)	Alle Produkte, die aus mindestens einem Weiterverarbeitungsschritt eines Primärproduktes oder eines anderen Sekundärprodukts hervorgegangen sind.
Spezialisierungsmuster	Siehe Branchenmix.
Territoriales CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> -Emissionen im Inland.
Umweltregulierung	Unter dem Begriff Umweltregulierung werden alle Umweltgesetze und –regulierungen aber auch die Umweltauflagen und die Durchsetzung von Umweltvorschriften subsummiert.
Wettbewerbsfähigkeit	Ein Land gilt als wettbewerbsfähig, wenn es ihm gelingt, ein hohes Niveau und Wachstum des Wohlstands, vor allem im Vergleich zu anderen Ländern, zu erhöhen oder mindestens zu erhalten. Massgeblich für die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit eines Landes, auch im Vergleich zu anderen, sind die Qualität der Standortfaktoren und der länderspezifische Branchenmix.
Wohlstand	Wohlstand bezeichnet den materiellen Lebensstandard (häufig gemessen durch Bruttoinlandsprodukt, Löhnen etc.).

# 10 Anhang

## 10.1 Branchenmethodik

Die Daten zu Energie und CO<sub>2</sub> für den internationalen Vergleich stammen von WIOD. Dort sind leider keine Daten zur Schweiz vorhanden. Daher wurde das Set um die Daten vom BFS für die Schweiz erweitert. Diese Daten sind teilweise detaillierter als diejenigen von WIOD. Bei der CO<sub>2</sub>-Statistik wurden deshalb zusätzlich Daten von Eurostat herangezogen. Damit wurden der CO<sub>2</sub>-Ausstoss von Branchen geschätzt (gemäss dem jeweiligen Anteil am Aggregat), die bei WIOD nur als Aggregat vorhanden sind.

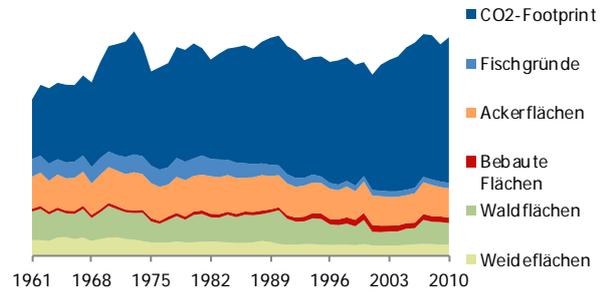
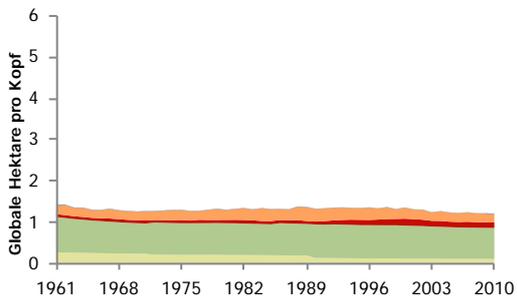
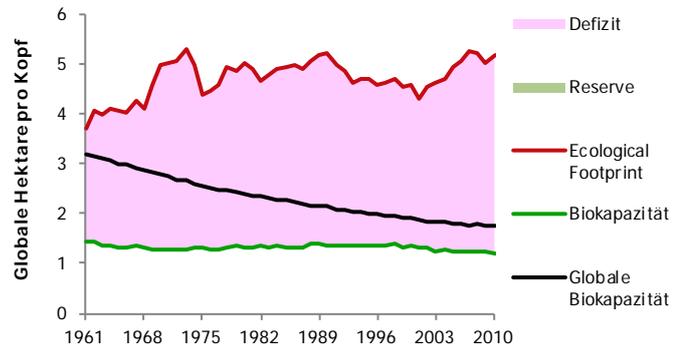
Die Erhebung des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen geschieht anhand von homogenen Produktionsbereichen. Sie sind daher nicht gänzlich kompatibel mit den Wertschöpfungsdaten, die nach dem Unternehmensprinzip den Branchen zugeordnet werden. Wird etwa die Abwasserentsorgung von einer staatlichen Stelle organisiert und durchgeführt, so zählt die Wertschöpfung dieser Stelle zur Branche öffentlicher Sektor. Der Energieverbrauch und der CO<sub>2</sub>-Ausstoss werden jedoch nach dem erzeugten Produkt der Branche Abwasserversorgung zugeordnet.

Die Durchschnittsregion Westeuropa besteht hier aus den Werten der Länder Schweiz, Deutschland, Frankreich, Italien, Grossbritannien, Spanien, Schweden, Belgien, Niederlande, Dänemark, Irland, Luxemburg, Österreich, Portugal und Finnland.

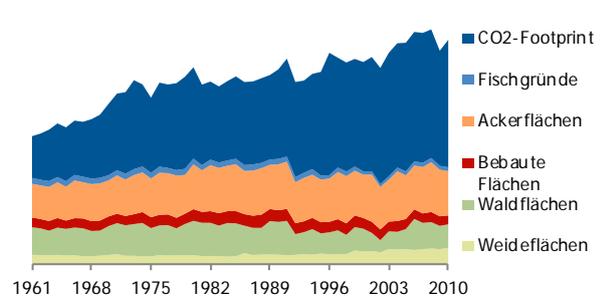
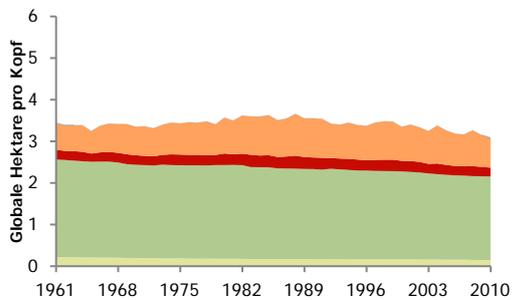
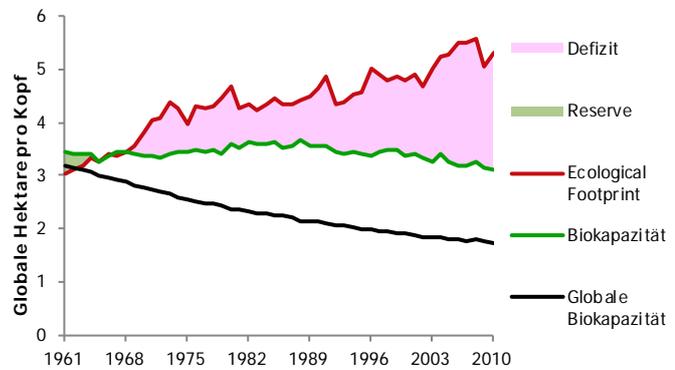
Die Daten zum Feinstaub nach Branchen werden anhand der Wirtschaftsklassifikation NOGA 08 respektive der damit konsistenten NACE Revision 2 erfasst. Zur Vergleichbarkeit wurden die Daten in kaufkraftadjustierte US\$ umgerechnet. Für Deutschland und die Tschechische Republik sind die Datenreihen nur bis ins Jahr 2010 verfügbar. Irland, Spanien und Finnland publizieren keine Daten zum Feinstaub. Daher besteht der Westeuropäische Durchschnitt bei den Daten zu den Feinstaubemissionen nur aus den Ländern Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Italien, Luxemburg, Niederlande, Österreich, Portugal, Schweden, Grossbritannien und der Schweiz.

## 10.2 Footprint- und Biokapazitätszeitreihen

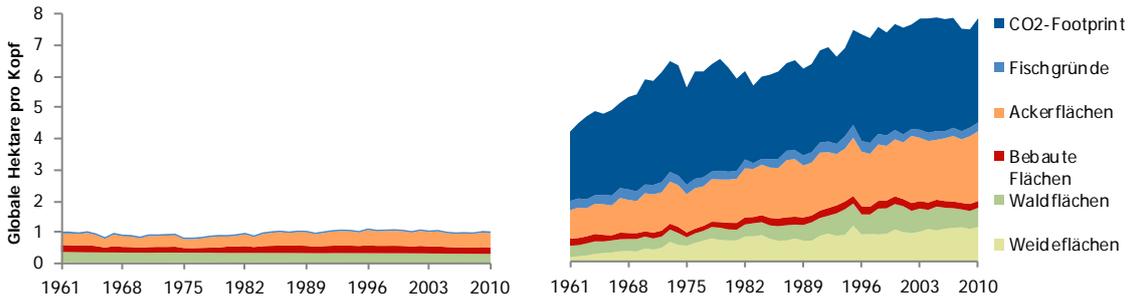
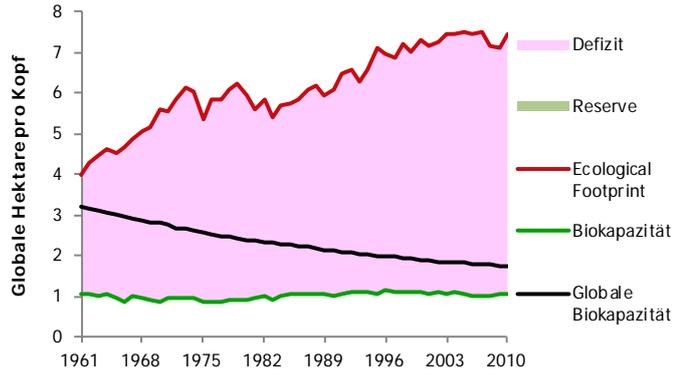
### Schweiz



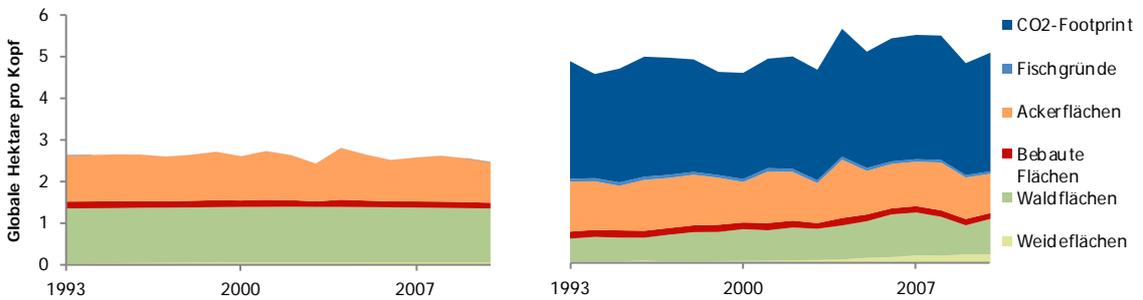
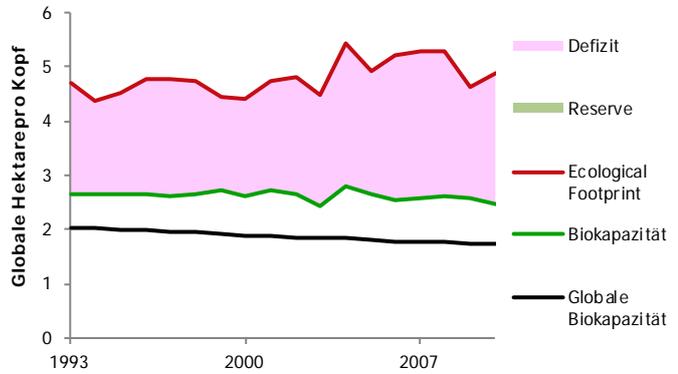
### Österreich



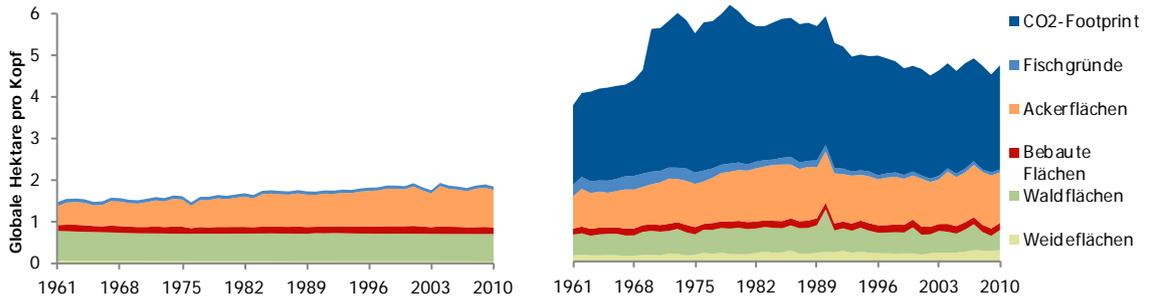
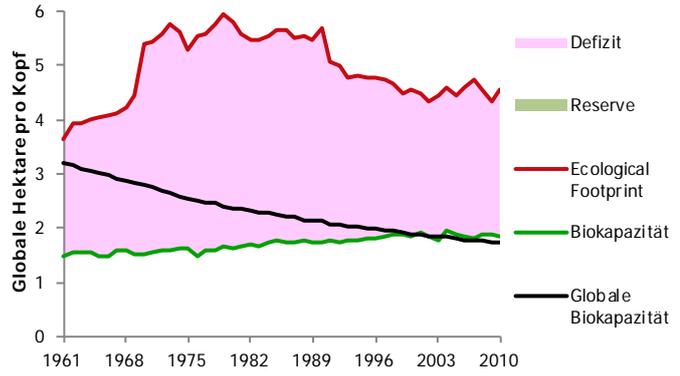
# Belgien



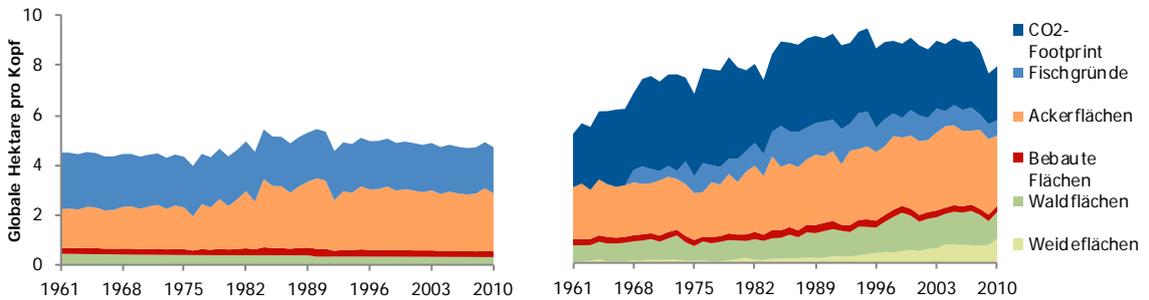
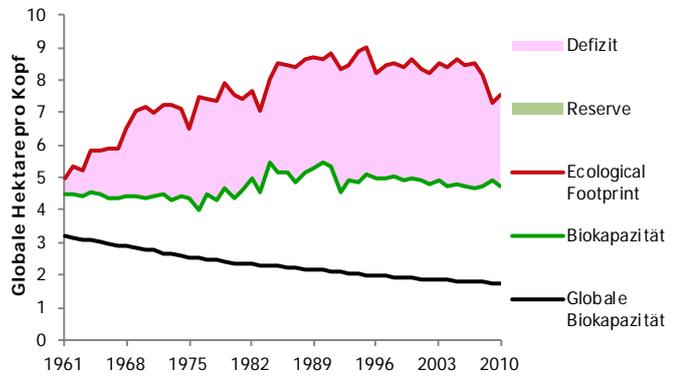
# Tschechische Republik



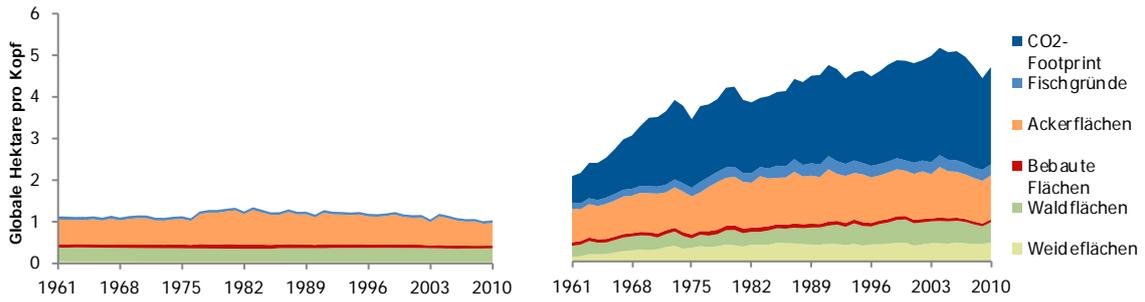
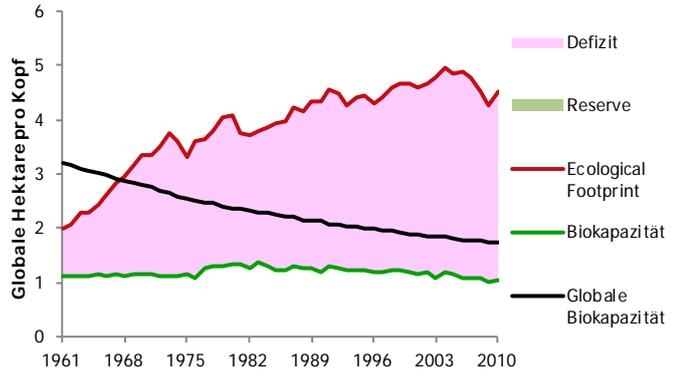
## Deutschland



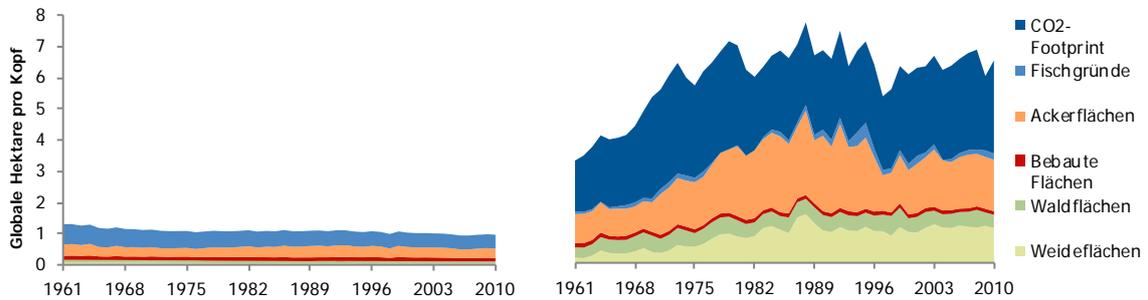
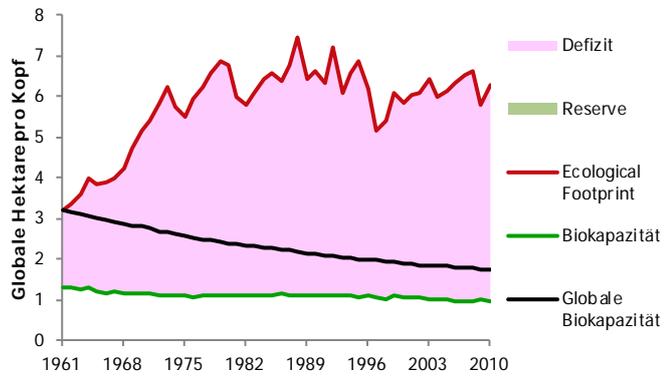
## Dänemark



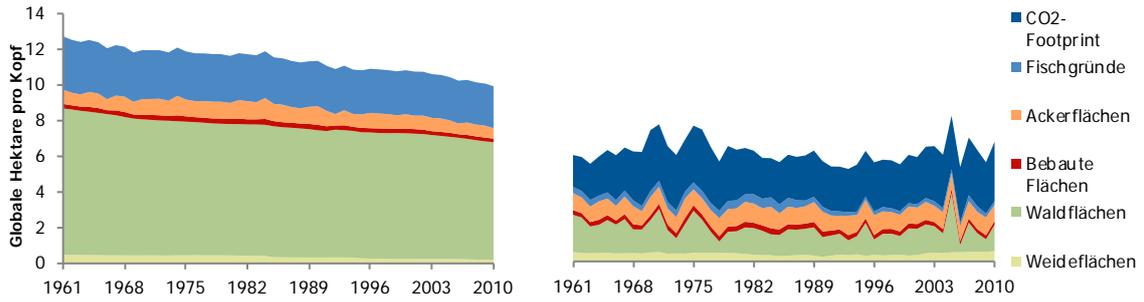
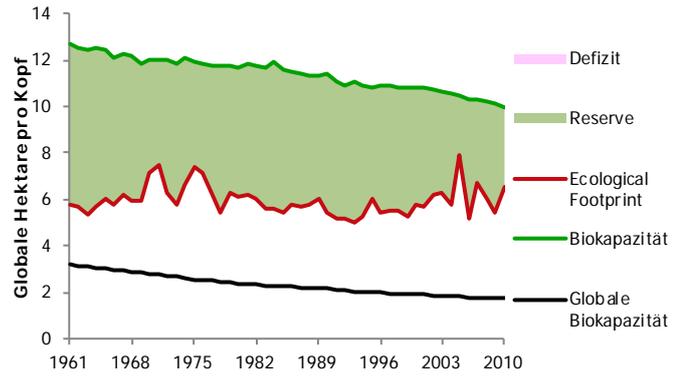
# Italien



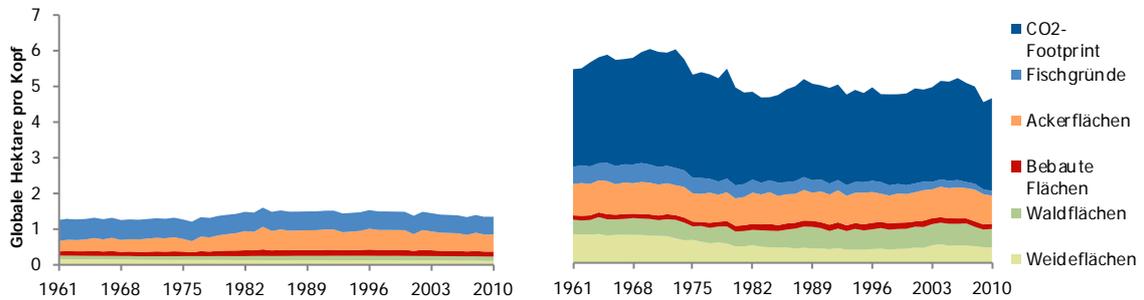
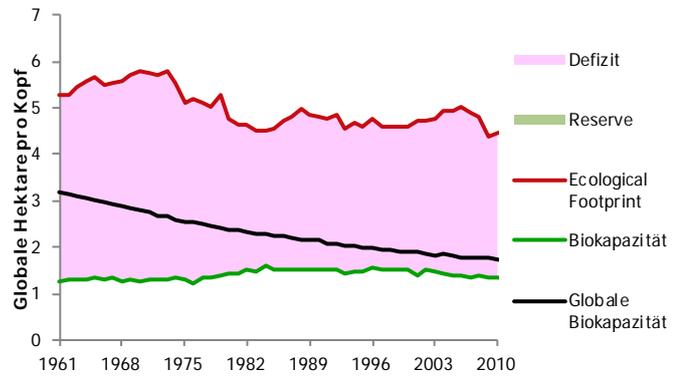
# Niederlande



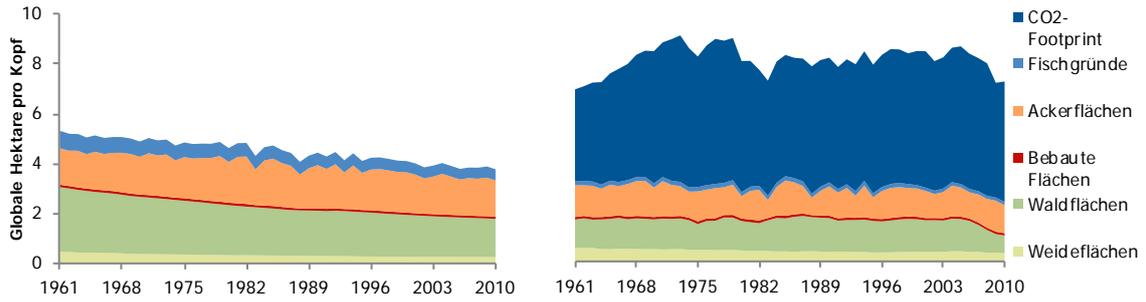
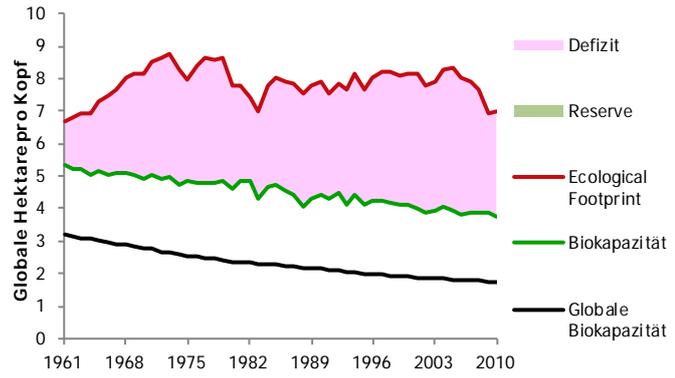
## Schweden



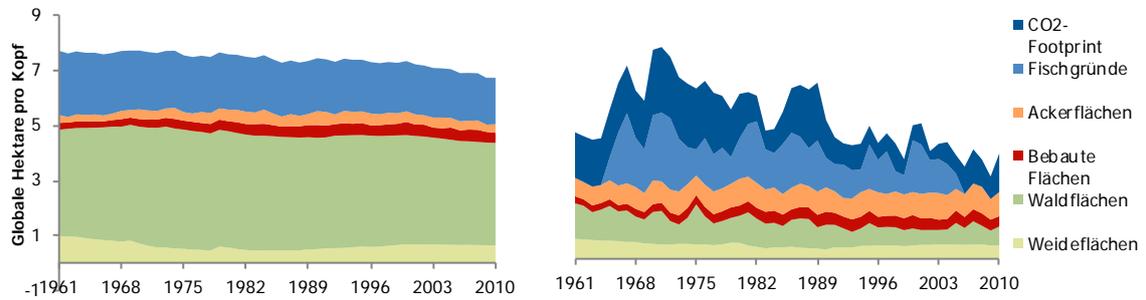
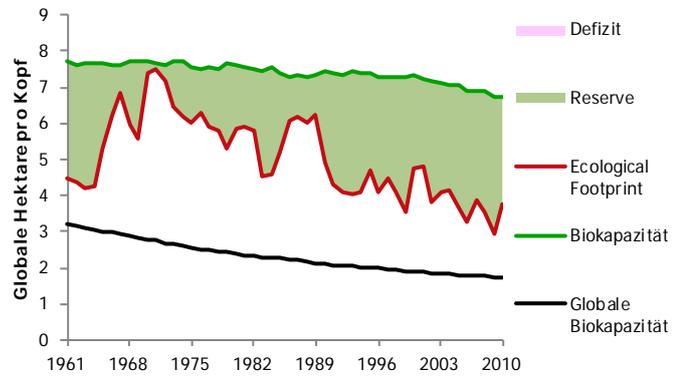
## Grossbritannien



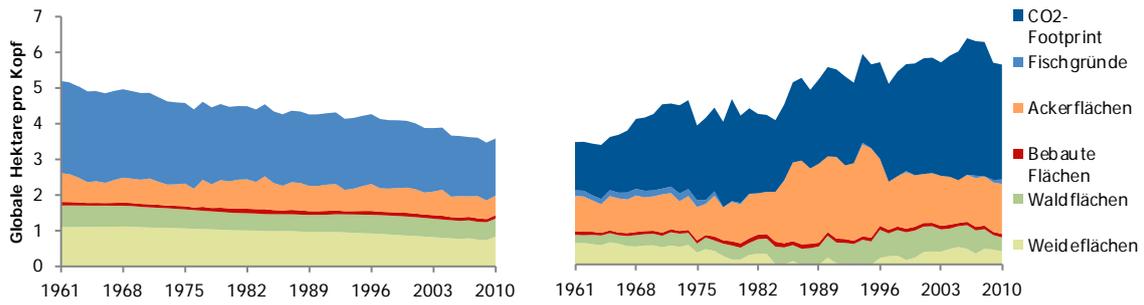
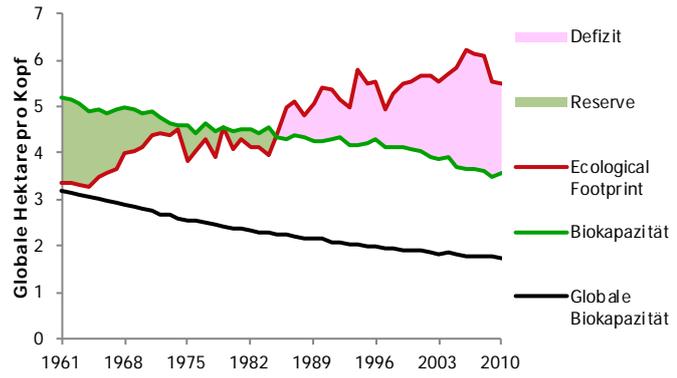
# USA



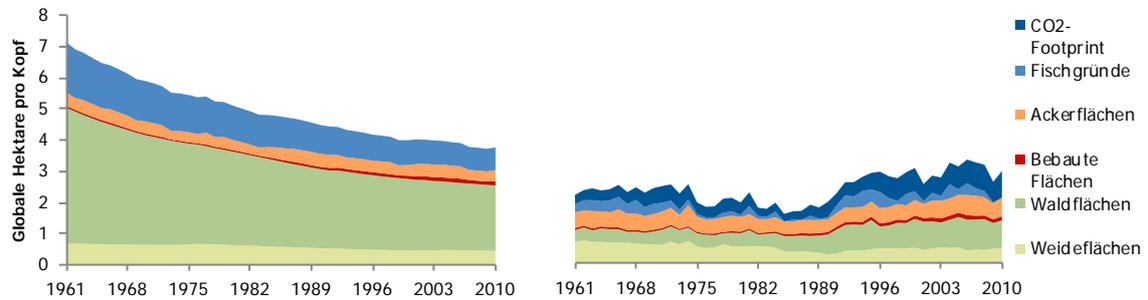
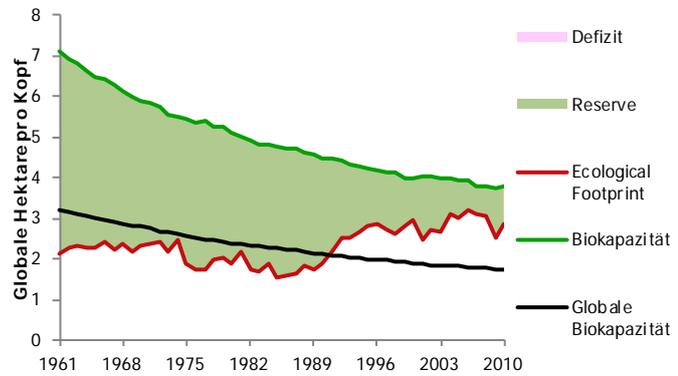
# Norwegen



## Irland



## Chile



# Welt

