

**Andreas Mayer**

## **40 Jahre globaler Ressourcenverbrauch: Ein Überblick aktueller Debatten**

---

Schlüsselworte: Ressourcenverbrauch, Grenzen des Wachstums, sozialmetabolische Transformation, „peak oil“, Kollaps

1972 wurden erstmals „Die Grenzen des Wachstums“ modelliert. Der vorliegende Artikel fasst aktuelle wissenschaftliche Literatur zusammen, die verschiedene Aspekte des globalen Ressourcenverbrauchs analysiert: Die Veränderung in der globalen Arbeitsteilung und eine zunehmend aufwendigere Extraktion von Ressourcen sind aktuelle Zuspitzungen, wodurch Quellen und Senken gesellschaftlichen Stoffwechsels zunehmend belastet, Rohstoffpreise ansteigen und ökonomisches Wachstum verlangsamt werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen deuten darauf hin, dass das 1972 als „standard run“ betitelte Szenario am ehesten den realen Entwicklungen bis heute entspricht. Dieses Szenario mündet in der Mitte des 21. Jahrhunderts in einem Zusammenbruch der Industrieproduktion und einem Kollaps des Bevölkerungssystems. Der Überblick macht also auch deutlich, dass bisherige Versuche eines Gegensteuerns in Richtung eines nachhaltigeren Umgangs mit Ressourcen nur wenig erfolgreich waren und stellt zuletzt die Frage nach angemesseneren politischen Maßnahmen.

### **40 years of global resource use. A review of current debates**

Keywords: resource consumption, limits to growth, sociometabolic transformation, peak oil, collapse

40 years ago the well known „Limits to Growth: A report to the Club of Rome“ has been published. The following article provides an overview on various aspects of global resource use since 1972. Changes in the global division of labour, and a more difficult resource extraction are current developments that will exert more pressure on sources and sinks of global social metabolism, leading to higher resource prices and slowing down economic growth. Results of the original models indicate, that the standard run scenario shows most similarities with real world developments since 1972. This scenario leads to a breakdown of the industrial system, and a subsequent collapse of the global population in the middle of the 21<sup>st</sup> century. This overview shows that previous efforts of a re-routing of global resource use towards sustainability were hardly successful and therefore asks for more appropriate political measures.

---

Andreas Mayer

Institut für Soziale Ökologie Wien (SEC)

Alpen-Adria-Universität Klagenfurt, Wien, Graz (AAU)

E-Mail: [Andreas.Mayer@aau.at](mailto:Andreas.Mayer@aau.at)

Österreichische Zeitschrift für Politikwissenschaft (ÖZP), 43. Jg. (2014) H. 1, 55–71

*I got it wrong on climate change – it's far, far worse. Looking back, I underestimated the risks. The planet and the atmosphere seem to be absorbing less carbon than we expected, and emissions are rising pretty strongly. Some of the effects are coming through more quickly than we thought then.*

(Nicholas Stern am Davoser Wirtschaftsgipfel 2013, zit.n. The Guardian, 23.1. 2013)

## 1. Einleitung<sup>1</sup>

Vor mehr als 250 Jahren hat die industrielle Transition die engen Schranken für wirtschaftliches Wachstum in Agrargesellschaften aufgebrochen. Die Limitierung dieser Möglichkeiten lag aus sozial-ökologischer Perspektive in der energetischen Basis der Agrargesellschaften, welche noch auf keine hoch verdichteten und leicht transportierbaren Energieträger aus fossilen Quellen zurückgreifen konnten. Die Verfügbarkeit und industrielle Nutzung von Kohle, gemeinsam mit der Durchsetzung von Markt und Privateigentum durch den Staat, hoben im England des 17. Jahrhunderts die industrielle Revolution und in weiterer Folge den modernen Kapitalismus aus der Taufe (Sieferle 1997; 2006; Krausmann/Fischer-Kowalski 2010; Fischer-Kowalski/Haberl 2007; Wrigley 1962; Buchheim 1994; Polanyi 1944).

Dies führte dazu, dass seitdem der materielle Wohlstand bei einem Teil der globalen Bevölkerung beträchtlich anstieg. Krausmann et al. (2009) zeigen, dass der globale Materialverbrauch seit 1900 um das Achtfache gestiegen ist, eine Dynamik, welche unter agrarischen Bedingungen unmöglich war. Dies bedeutet aber auch einen massiven Anstieg von Abfällen und Emissionen (McNeill 2001). So erregten Umweltprobleme breite Aufmerksamkeit; in Österreich etwa die Proteste rund um das AKW Zwentendorf oder die Kontroverse um Energiegewinnung aus Wasserkraft in Hainburg (Weisz/Payer 2005; Natter 1987)<sup>2</sup>. Umweltfragen hielten in der Folge auch Einzug in die Politik (Pesendorfer 2007).

Auch in der Wissenschaft wurde zunehmend erkannt, dass die ökologische Krise aus Veränderungen der Interaktion von Gesellschaft und Natur resultiert und daher interdisziplinär bearbeitet werden muss. Doch viele Studien, die sich mit den Folgen der ressourcenintensiven kapitalistischen Produktionsweise beschäftigen, konzentrieren sich auf Einzelbereiche. Der vorliegende Literaturüberblick unternimmt es, diese unterschiedlichen Aspekte der Interaktion von Gesellschaft und Natur zusammenzufassen. Der Artikel beginnt mit einem kurzen Rückblick auf die erste integrierte Modellierung von Gesellschafts-Natur-Interaktion des berühmten „Club-of-Rome-Berichts (im Folgenden *Limits to Growth* oder LtG) und diversen Folgestudien. Darin wurde ein Ausblick auf die nächsten 40 Jahre des globalen Ressourcenverbrauchs unternommen. Trotz der damals recht bescheidenen Rechnerkapazitäten zeigt sich bis heute eine überraschend genaue Übereinstimmung mit realen Daten. Es folgt die Beschreibung mehrerer sozioökonomischer Trends, die aktuell zusammenlaufen und die es zweifelhaft erscheinen lassen, dass die vorherrschende Marktlogik die Probleme in den Griff bekommen kann. Zum Abschluss werden Ansätze skizziert, wie das industrielle Regime möglicherweise überwunden werden könnte.

## 2. Vierzig Jahre „Limits to growth“

Vor mittlerweile vierzig Jahren haben Donella und Dennis L. Meadows und deren Kollegen im Auftrag des Club of Rome mithilfe eines systemdynamischen Computermodells die „Limits to Growth“ modelliert (Meadows et al. 1972; 1974; 1992 und 2004). Die Hauptaussage des Berichts war, dass auf einem begrenzten Planeten kein dauerhaftes Wachstum von Ökonomie und Ressourcenverbrauch möglich ist, ohne dabei die Lebensgrundlagen der Menschheit zu gefährden. LtG beruhte auf einer systemdynamischen Computermodellierung für die Umweltwissenschaftler, die kurz zuvor von Jay Forrester am MIT entwickelt worden war (Turner 2008). Im Detail wurden die Beziehungen zwischen fünf Variablen des globalen Wirtschaftssystems im Zeitraum von 1900 bis 2100 abgebildet: Weltbevölkerung, Nahrungsmittelproduktion, industrielle Produktion, Umweltverschmutzung und Konsum von nicht erneuerbaren Ressourcen. Zweck war es nicht, detaillierte Voraussagen über zukünftige Entwicklungen zu treffen, sondern ein besseres Verständnis der Interaktion zwischen dem Bevölkerungs- und anderen Subsystemen zu erzielen (Meadows et al. 1972, 91). Dafür wurden verschiedene Szenarien entworfen, um die Sensitivität der verwendeten Parameter besser zu verstehen.

LtG wurde oft als Panikmache und übertrieben radikal zurückgewiesen. In Zeiten, in denen die Industrieländer Wachstumsraten des Bruttoinlandsprodukts (BIP) von rund 4% oder mehr aufwiesen und ihre Gesellschafts- und Wirtschaftsordnungen daran orientierten, stieß die Grundausage von LtG in weiten Bereichen von Gesellschaft, Wirtschaft und Politik auf Ablehnung (Seidl/Zahrnt 2012)<sup>3</sup>. Selbst der Herausgeber eines der weltweit wichtigsten interdisziplinären Wissenschaftsjournals, *Nature*, polemisierte gegen die Schlussfolgerungen der Studie (Simon/Kahn 1984). Man werde schon lernen, so der beschwichtigende Tenor, Güter und Dienstleistungen effizienter und mit weniger Naturressourcen und Umweltfolgen zu produzieren. Die Wirtschaft könne daher ruhig weiter wachsen, es läge an den Umweltexperten, die Folgen im Zaum zu halten.

### 2.1 Das „Standard run“-Szenario

Lange Zeit schien das auch tatsächlich zu funktionieren: Lokale und regionale Umweltbelastungen nahmen in den reichen Ländern ab. Die in LtG vorhergesagte Erschöpfung der globalen Ressourcen und der daraus folgende Kollaps waren augenscheinlich nicht eingetreten. War also das gesamte Modell fehlerbehaftet?

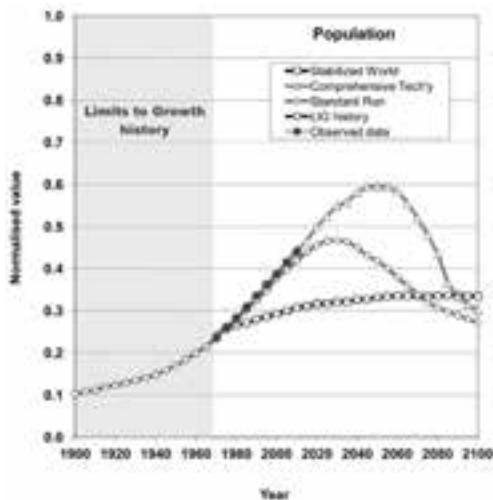
Am meisten Kritik hatte sich an der als „standard run“ benannten Projektion festgemacht. Dieses Szenario war eine Weiterführung der realen Entwicklungen der Wechselwirkung zwischen physischen, ökonomischen und sozialen Parametern von 1900–1970 und ging davon aus, dass keine grundlegend strukturellen Änderungen durchgeführt werden. Behauptet wurde in der Regel, dass die Weltwirtschaft zu Beginn des 21. Jahrhunderts diesem Szenario zufolge kollabieren würde.

Dies war jedoch eine falsche Wiedergabe: Das „Standard run“-Szenario zeigte – wie im Übrigen auch die meisten anderen Szenarien – ein kontinuierliches Wachstum des ökonomischen Systems im 20. und in den ersten Dekaden des 21. Jahrhunderts (Turner 2008). Gleichzeitig aber würden steigende Umweltbelastungen gemeinsam mit einer Verknappung von Ressourcen zu einem Rückgang der Industrieproduktion (und somit des materiellen Wohlstands) führen und in weiterer Folge zu einer Verringerung der Ernährungssicherheit. Dies würde in einem Einbruch

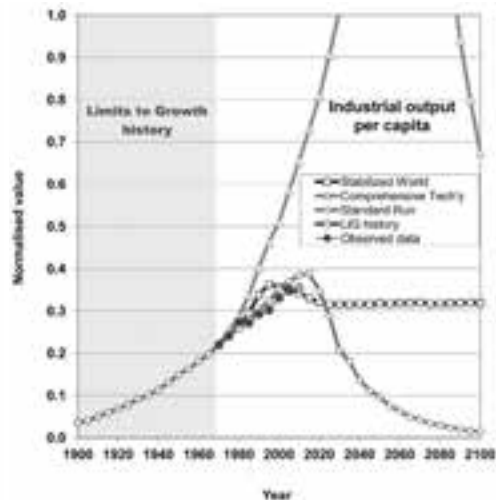
des ökonomischen Systems und in einem Rückgang der Bevölkerung zur Mitte des 21. Jahrhunderts münden.

Anhand empirischer Daten von 1970 bis 2008 zeigt Turner (2008; 2012), ob und in welchem Ausmaß die Modellierungen aus 1972 mit realen Entwicklungen zusammenfallen.<sup>4</sup> Das Ergebnis ist eindeutig. Abb. 1a und 1b zeigen die Verläufe für Bevölkerungswachstum und Industrieproduktion pro Kopf. Der Verlauf empirischer Entwicklungen bis 2008 gleicht ziemlich genau dem „Standard run“-Szenario.

**Abbildung 1a: Vergleich von historischen Daten mit drei „Limits to Growth“-Szenarien für Bevölkerung.** Daten normalisiert mit 1955 „Limits to Growth“-Werten.



**Abbildung 1b: Vergleich von historischen Daten mit drei „Limits to Growth“-Szenarien für den Industrieoutput pro Kopf.**



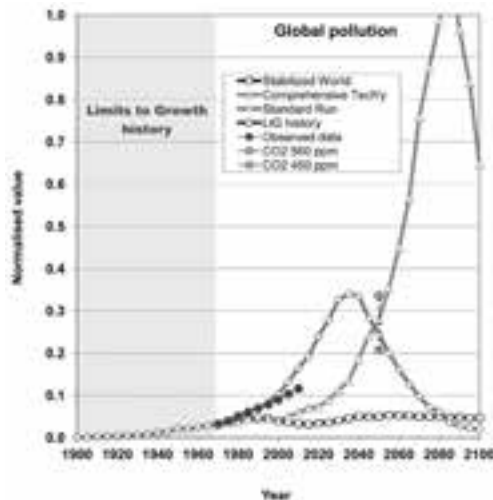
Quelle: Turner (2008)

Der Rückgang der Industrieproduktion – also des materiellen Wohlstandes – ist eng mit der Verfügbarkeit von nicht erneuerbaren Ressourcen (hier: Energieressourcen) sowie globaler Verschmutzung anhand der CO<sub>2</sub> Konzentration in der Atmosphäre verbunden. Abb. 1c und 1d zeigen die Kurven für diese beiden Parameter. Insbesondere die Kurve über die globale Verschmutzung (Abb. 1c) zeigt Übereinstimmung zwischen Modell und tatsächlicher Entwicklung bis 2008. Wengleich die Entwicklung der letzten zehn Jahre etwas flacher verläuft – eine Folge der real niedrigeren Pro-Kopf-Industrieproduktion – so liegt sie doch sehr nah bei dem im „Standard run“-Szenario modellierten Anstieg von 320 ppm in 1970 auf 380 ppm in 2000. Der reale Wert lag 2008 bei 369 ppm, weit oberhalb aller anderen Szenarien (Turner 2008; 2012; Meadows et al. 1972).

Die niedrigere Verlaufskurve der Realdaten in Abb. 1d zeigt einen steilen Verfall bis zu jenem Punkt an, wo Meadows et al. einen zunehmenden Kapitalbedarf für die schwierigere Extraktion dieser Ressourcen markierten – nämlich bei rund 50–60% der ursprünglich verfügbaren Ressourcen. Der Abzug von Kapital aus anderen Sektoren führe dazu, so die AutorInnen von *Limits to Growth*, dass die Industrieproduktion einbrechen würde. Dies wiederum habe

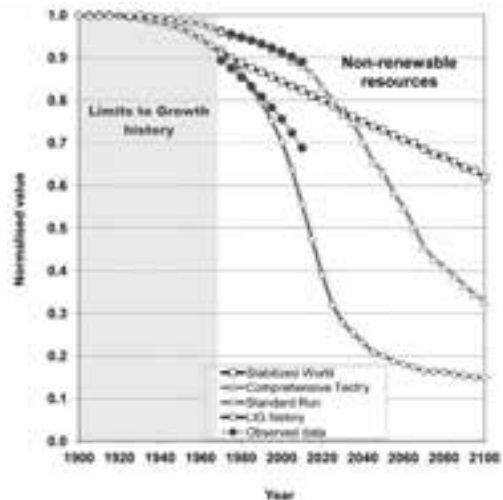
negative Auswirkungen auf eine hochgradig von Maschinen, Düngemitteln und Pestiziden abhängigen Landwirtschaft. Im „Standard run“-Szenario ist das der Hauptgrund für den Kollaps Mitte des 21. Jahrhunderts (Meadows et al. 1974).

**Abbildung 1c: Vergleich von historischen Daten mit drei Limits to Growth Szenarien für die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre** (das „Standard run“-Szenario liegt im Jahr 2000 bei einer Konzentration von 380 ppm.)



Quelle: Turner (2008)

**Abbildung 1d: Vergleich von historischen Daten mit drei „Limits to Growth“-Szenarien für die Reserven an nicht erneuerbaren Energiequellen (Fossilenergie)**. Die höhere Kurve nimmt eine optimistische Schätzung von 150.000 EJ an Reserven (= „comprehensive technology“) an, die niedrigere von 60.000 EJ (= „standard run“).



## 2.2 Global Governance von Rio bis Rio

Die Übereinstimmung der Szenarien von 1972 mit den empirischen Daten der letzten Jahre ist beunruhigend. Sie legt zumindest nahe, dass auch die weiteren Projektionen zutreffen könnten. Die (noch in der Zukunft liegenden) abrupten Trendumkehrungen bei industrieller Produktion und Bevölkerung (Abb. 1a und 1b) weisen zudem auf große soziale Konflikte in der Zukunft hin. Es ist daher nicht verwunderlich, dass schon 1972 bei der ersten Konferenz der Vereinten Nationen über die Umwelt des Menschen in Stockholm (UNCHE) umfassende und ambitionierte Ziele in Richtung einer globalen, nachhaltigen Entwicklung gesetzt wurden. Die Stockholm-Konferenz gilt als Beginn der internationalen Umweltpolitik. Zehn Jahre später manifestierte sich im Abschlussdokument der Folgekonferenz in Rio de Janeiro ein breiter Konsens darüber, dass Umweltgerechtigkeit, Nachhaltigkeit und Geschlechtergerechtigkeit gemeinsam zu denken seien (Wichterich 2012). Allerdings gab es da bereits Kritik an den Beschlüssen der Konferenz, viele davon seien ohne konkrete Zielvorgaben und voller Kompromisse. Die vielen widersprüchlichen Interessen zwischen Nord und Süd, aber auch innerhalb der hoch industrialisierten OECD-Länder, würden damit nicht verringert, und die Globalisierung würde ungehindert auf Kosten der Umwelt weitergehen:

... [the] whole concept of „development as growth“ was never questioned. The conference itself was entitled „Environment and Development,“ and it was the Rio Declaration that coined the term „sustainable development. (Unmüßig et al. 2012, 18–19)

Bemerkenswerterweise kam auf den Folgekonferenzen in New York, Johannesburg und Rio de Janeiro marktorientierten Lösungen ein zunehmend zentraler Stellenwert in der Bearbeitung ökologischer und sozialer Probleme zu. Hieß es 1992 noch, dies müsse unter Beteiligung der Wirtschaft (*participation*) passieren, war 2002 von einer Partnerschaft mit der Wirtschaft (*partnership*) die Rede, und schließlich stand die im Juni 2012 stattgefundene Konferenz Rio +20 unter dem Schlagwort „towards a green economy“ (Wichterich 2012; UNEP 2011). Mit anderen Worten, die drängenden globalen Umweltfragen sollen durch Marktmechanismen gelöst werden. Es wird also weiterhin am Wachstumsmodell festgehalten.

### 3. Aktuelle Zuspitzungen

#### 3.1 Oil and other peaks

In der Sozialen Ökologie werden verschiedene Gesellschaftstypen nach ihrer energetischen Basis unterschieden, auch bezeichnet als sozialmetabolische Regimes. Jäger- und Sammlergesellschaften, deren einzige Energiequelle die Sonne darstellte (passive Nutzung der Sonnenenergie, da die Menschen davon lebten, was die Natur ohne gesellschaftliche Eingriffe produzierte), Agrargesellschaften, die neben der aktiven Nutzung der Sonnenenergie durch Landwirtschaft auch bereits Windenergie verwendeten, bis hin zu Industriegesellschaften, welche auf fossile Energieträger (Kohle, Erdöl und Erdgas) zurückgreifen.

Seit der industriellen Revolution im 18. Jahrhundert breitet sich das industrielle Regime über weite Teile des Globus aus, dennoch befinden sich noch ein Großteil der globalen Bevölkerung in einem Transformationsprozess zum industriellen sozialmetabolischen Regime.<sup>5</sup> Die globale Nachfrage nach fossilen Energieträgern steigt also stetig an (Krausmann et al. 2009; Wiedenhofer et al. 2013), nicht nur getrieben vom Anstieg des Verbrauchs in den Schwellen- und Entwicklungsländern – sondern auch in den Industrieländern trotz dortiger politischer Bestrebungen, den hohen Verbrauch drastisch zu reduzieren. Entgegen der auf Märkten üblichen Erwartung, dass mit dem Bedarf auch die Produktion von Erdöl ansteigt, stagnieren jedoch die Förderraten seit mehreren Jahren. Eine wahrscheinliche Erklärung dafür liefert „peak oil“ – der Zeitpunkt, ab dem von einer endlichen Ressource nicht mehr die gleiche Fördermenge wie in der Vergangenheit gewonnen werden kann.

Obwohl der Zeitpunkt des Eintretens von „peak oil“ aus verschiedenen Gründen nicht wissenschaftlich fundiert bestimmt werden kann, liefern James Murray und David King (2012) in einem kürzlich publizierten Artikel Hinweise darauf, dass diese Situation nunmehr eingetreten sein könnte, da die Produktion von Rohöl seit 2005 nicht mehr mit der gesteigerten Nachfrage Schritt halten konnte. Diese Aussage wird mit ökonomischen Daten zur Preiselastizität in zwei Perioden von 1998–2004 sowie 2005–2011 belegt. Erdöl ist traditionell ein hoch preiselastisches Gut, bei dem Nachfragesteigerungen rasch durch mehr Angebot ausgeglichen wurden – mit der Folge eines relativ stabilen Ölpreises. Dies hat sich seit 2005 dahingehend verändert, dass Erdöl preisinelastisch wurde, also steigende Nachfrage nicht mehr durch eine Erhöhung des Angebots ausgeglichen wird und die Preise somit steigen (Murray/King 2012)<sup>6</sup>. Einen anderen Hinweis

auf „peak oil“ macht Randers (2012), der zeigt, dass die Erhöhung der Ölproduktion seit 1980 nur mehr aus schwer zugänglichen Quellen stammt – konventionelles Offshore, unkonventionelle Onshore sowie Offshore deepwater. Die Extraktion aus diesen Quellen ist teuer und riskant. Die USA setzen seit einigen Jahren massiv auf „fracking“ – also der Förderung von Erdgas aus Schiefergestein – und haben dadurch ähnlich hohe Förderraten wie der weltweit größte Gasproduzent Russland erreicht. Allerdings zeigen sich bereits Umweltfolgen sowie Risiken für die öffentliche Gesundheit durch den Einsatz toxischer Chemikalien bei der Gewinnung von Schiefergas (Colborn 2011; Holzmann et al. 2011; Howarth et al. 2011).

Es mehren sich also die Hinweise darauf, dass zwar noch ausreichend fossile Energieträger in der Erdkruste vorhanden sind, deren Abbau aber zunehmend schwieriger wird. Neben der populären Diskussion um das Überschreiten des globalen „peak oil“ lohnt es auch einen Blick auf andere nicht erneuerbare Ressourcen zu werfen. Giurco et al. (2010; siehe auch Mudd et al. 2011) zeigen, dass die „peaks“ bei verschiedenen mineralischen Rohstoffen in Australien in nicht allzu ferner Zukunft liegen. Sie sind in absehbarer Zukunft zwar noch nicht erschöpft. Doch die Studienautoren nehmen sinkende Erzgehalte als Indikator dafür, dass künftig teurere und komplexere Extraktionsmethoden verwendet werden müssen, um an die Erze zu gelangen. Nicht zu vergessen dabei ist, dass die ökologischen sowie sozialen Kosten steigen.

Diese Effekte zeigen sich auch bei erneuerbaren Ressourcen. Die Weltmarktpreise für Grundnahrungsmittel wie Reis, Weizen oder Mais sind in den letzten Jahren mehrmals stark gestiegen und haben rund um den Globus zu sozialen Konflikten geführt. Zudem hat auch hier der hohe Bedarf an nicht erneuerbaren Ressourcen Auswirkungen auf die industrialisierte Landwirtschaft: Steigende Preise für Phosphor (Cordell et al. 2009 erwarten das Eintreten von „peak phosphorous“ um 2030) oder Kalium, beides wichtige Düngemittel, wirken sich auf Nahrungsmittelpreise aus.

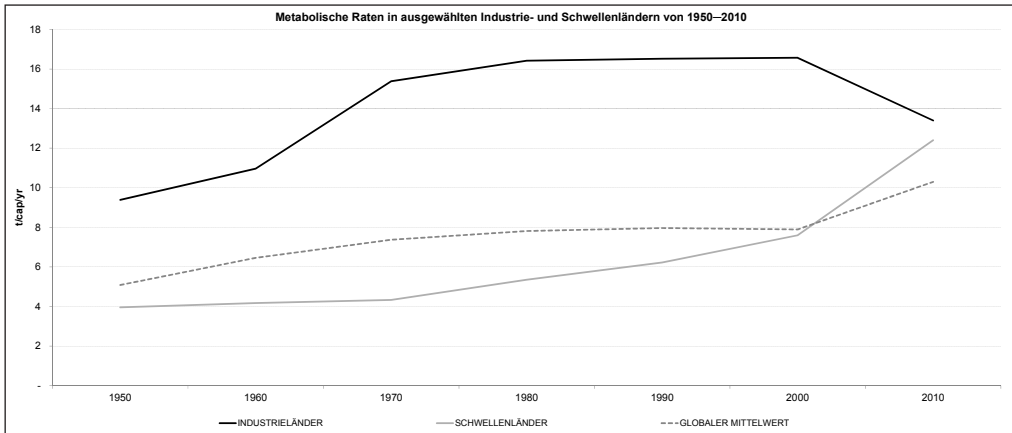
### 3.2 Globale Arbeitsteilung im Wandel

Der globale Ressourcenverbrauch seit dem Zweiten Weltkrieg ist Ergebnis der Entwicklung in den Industrienationen des globalen Nordens sowie zunehmend jener in den Schwellenländern. Schwellenländer unterscheiden sich von Entwicklungsländern darin, dass ihre Ökonomien schon wesentliche Merkmale von Industrieländern aufweisen, einzelne Regionen oder Gesellschaftsgruppen aber noch von wirtschaftlichen, sozialen und politischen Bedingungen geprägt sind, die typischerweise Entwicklungsländern zugeschrieben werden.

Vergleicht man den Pro-Kopf-Ressourcenverbrauch (DMC)<sup>7</sup> in den Schwellenländern mit jenem in den Industrieländern, so zeigt sich, dass dieser noch vergleichsweise gering ist, ebenso wie auch ein signifikanter Teil der Bevölkerung in diesen Ländern noch in absoluter Armut lebt (OECD 2011). Die prominentesten Beispiele für solche Schwellenländer sind Argentinien, Brasilien, China, Indien, Indonesien, Russland und Südafrika, die 2010 knapp die Hälfte der gesamten Weltbevölkerung beheimateten und in denen rund ein Fünftel der gesamten globalen Wirtschaftsleistung erwirtschaftet wurden. Abb. 2 zeigt einen Vergleich der Entwicklung der metabolischen Raten, also des Pro-Kopf-Ressourcenverbrauchs, in ausgewählten Industrie- und Schwellenländern von 1950–2010.

Beide Kurven weisen in diesem Zeitraum drei verschiedene Phasen auf: eine Phase des stetigen Wachstums, eine Phase, in der die metabolischen Raten relativ stabil verlaufen bzw. im Falle der Industrieländer sogar leicht sinken, und eine letzte Phase ab dem Jahr 2000, in dem die metabolischen Raten in den ausgewählten Industrieländern rasch sinken, in den Schwellenländern

Abbildung 2: DMC/cap von 1950–2010 in Zehn-Jahres-Intervallen. Industrieländer (USA, Japan, EU15), Schwellenländer (Brasilien, China, Indien)



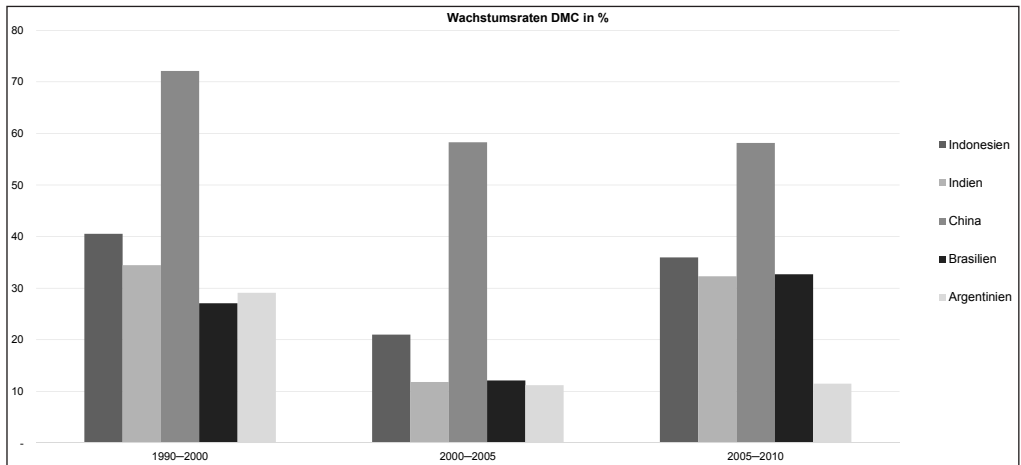
Quelle: Schaffartzik et al. (i.E.)

stark ansteigen. Das globale Wachstum in den ersten beiden Jahrzehnten nach dem Zweiten Weltkrieg ist getrieben von der Entwicklung in den Industrieländern, wo der materielle Wohlstand der Bevölkerung bis 1970 auf rund 15 Tonnen Ressourcenverbrauch pro Kopf und Jahr ansteigt, und wo die heute hegemonialen Vorstellungen einer erstrebenswerten Lebensweise und Konsumgewohnheiten geprägt werden (Pfister 1996; UNEP 2011). Die Phase stetigen Wachstums kam allerdings in den 1970er-Jahren ins Stocken. Die Gründe für die folgende Stagnation der metabolischen Raten sind momentan noch ungeklärt und Teil der wissenschaftlichen Debatte. Unter anderem wird die Sättigung des materiellen Wohlstandes in den hoch industrialisierten Ländern (Schaffartzik et al. i.E.) oder der Übergang zur Dienstleistungsgesellschaft und in weiterer Folge die Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologien diskutiert (Wiedenhofer et al. 2013). Ayres und Warr (2009) bringen das Abflachen des Wirtschaftswachstums seit den 70er-Jahren mit geringeren Effizienzsteigerungen in Zusammenhang, welche bisher das Wirtschaftswachstum angetrieben haben. Kritische Stimmen sehen hier eine erfolgreiche Auslagerung ressourcenintensiver Produktionsschritte von den Industrie- in Schwellen- und Entwicklungsländer (z.B. Eisenmenger/Giljum 2006; Roberts/Parks 2008), also eine neue Form globaler Arbeitsteilung. Der massive Rückgang der metabolischen Raten bis 2010 ist zu einem Gutteil auf die Wirtschaftskrise von 2008 zurückzuführen, die weitere Entwicklung wird Aufschluss darüber geben, ob der Materialverbrauch in der Folge stabilisiert oder doch durch gezielte Konjunkturpolitik nach oben getrieben wurde.

Die Entwicklung der metabolischen Raten in den oben ausgewählten Schwellenländern blieb bis 1970 weitgehend konstant auf einem Niveau von vier Tonnen pro Kopf, ab den 1970er-Jahren zeigt sich ein Trend nach oben. Trotz der damals relativ geringen metabolischen Raten prägte der Ressourcenverbrauch dieser Länder aufgrund der hohen absoluten Bevölkerungsanzahl (47% der gesamten Weltbevölkerung) zunehmend globale Muster. Diese Phase der Angleichung des gesellschaftlichen Stoffwechsels der Schwellenländer an die Muster der Industrieländer zeigt, dass in diesen Ländern Wachstumspfade eingeschlagen wurden, welche in Richtung des durchschnittlichen Konsumniveaus in den Industrieländern führt.



Abbildung 3: Wachstumsraten des DMC von 1990–2000, 2000–2005 und 2005–2010 in ausgewählten Schwellenländern (Argentinien, Brasilien, China, Indien, Indonesien)



Quelle: Schaffartzik et al. (i.E.)

Aktuelle Materialflussdaten (Abb. 3) zeigen Wachstumsraten des DMC in ausgewählten Schwellenländern in der Periode von 1990–2010, womit erstmals auch Daten für die Periode nach der Weltfinanzkrise 2008 vorliegen. Das Bild ist relativ klar: Der Materialverbrauch in den hier gezeigten Schwellenländern steigt kontinuierlich an. Auch die Dynamik ökonomischen Wachstums in diesen Schwellenländern wurde nur kurzfristig gebremst. 2010 befinden sich die Wachstumsraten wieder auf Vorkrisenniveau; in China bei 10,3%, in Indien bei 8,3% oder in Brasilien bei 7,4% (Daten für 2010, Quelle: Eurostat).

Allerdings führt diese günstige Wirtschaftsentwicklung nicht unbedingt zu einer entsprechenden Verbesserung der Lebensbedingungen in allen Teilen der Bevölkerung. In einer OECD-Studie (2011) zu Ungleichheit in Schwellenländern wird darauf hingewiesen, dass es zwar in einigen Ländern Verbesserungen hin zu mehr Gleichheit gab, jedoch die GINI-Koeffizienten Chinas, Indiens, Russlands oder Südafrikas seit 1990 konstant steigen und jene Brasiliens und Argentinien weiterhin auf einem hohen Niveau verharren.<sup>8</sup> Der Landbesitz in Brasilien ist noch immer extrem ungleich verteilt, die BIP-Raten einzelner Bundesstaaten unterscheiden sich voneinander bis zum Zehnfachen (IBGE 2007).

### 3.3 Neo-Extraktivismus

Aktuell ist dieses sozioökonomische Entwicklungsmodell insbesondere in lateinamerikanischen Ländern populär: Es setzt auf die Abhängigkeit der Extraktion von Rohstoffen aus Bergbau, Erdölförderung und intensiver Landwirtschaft (Gudynas 2011; Lambert 2012). Die entstehenden Mehreinnahmen geben den Regierungen Spielraum bei der Bekämpfung der Armut oder der Etablierung von Sozialprogrammen (zahlreiche Beispiele finden sich in Gudynas 2011). Gleichzeitig werden internationale Verträge mit Rohstofffirmen neu verhandelt, Steuerabgaben erhöht, und die (Wieder-)Verstaatlichung von Unternehmen wird betrieben.

Im Gegensatz zum Extraktivismus der 1980er- und 1990er-Jahre spielt also im aktuellen Neo-Extraktivismus der Staat eine zentrale Rolle.<sup>9</sup> Es sind vorwiegend linke und progressive Regierungen, die dieses Entwicklungsmodell vorantreiben.

Das Paradoxe daran ist, dass unter früheren konservativen Regierungen die linken und progressiven Kräfte kritisierten, der Extraktivismus trage zur Entstehung von Armut und Naturzerstörung bei. Heute werden mögliche negative ökologische und soziale Folgen in Kauf genommen und mit dem Gesamtnutzen für das Land gegengerechnet. So rechtfertigte Boliviens Präsident Evo Morales vor protestierenden Indigenen- und Bauernorganisationen seine Haltung gegenüber Erdöl- und Bergbaubetrieben mit der Frage: „Wovon soll Bolivien denn leben, wenn einige NGOs keine Erdölförderung im Amazonasgebiet wollen?“ (Econoticias Bolivia: 14.7. 2009, zit. in Gudynas 2011, 58).

Die weitreichenden negativen Folgen reichen von der Zerstörung einzelner Regionen durch die Extraktion von Rohstoffen bis zur erhöhten Anfälligkeit für Schwankungen von Weltmarktpreisen. Auch stellt die unhinterfragte Reproduktion eines auf Wirtschaftswachstum basierenden Entwicklungsmodells die Frage nach sozialer Gerechtigkeit und alternativen Formen von Entwicklung nicht neu.<sup>10</sup>

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass viele Schwellenländer einen Weg in Richtung höheren materiellen Wohlstands beschreiten und damit mittlerweile das globale Muster von Rohstoffextraktion, Verbrauch, Handel und Emissionen wesentlich mitprägen. Wenn 60% der Weltbevölkerung, die in den Schwellenländern leben, den industriellen Metabolismus adaptieren und die Industrieländer ihren hohen Ressourcenverbrauch nicht drastisch reduzieren, sind die „planetary boundaries“ (Rockström et al. 2009) bald erreicht.

#### 4. Die nächsten 40 Jahre

Es steht also nicht allzu positiv um eine nachhaltige oder zumindest nachhaltigere Entwicklung (Haberl et al 2011). In den letzten Jahren wurden verschiedene Szenarien für die zukünftige Entwicklung von Ressourcenverbrauch, Nahrungsmittelverfügbarkeit, Ökonomie und der Verteilung von materiellem Wohlstand publiziert. Prominente Beispiele sind die Sachstandsberichte des IPCC, Studien der UNEP, das Buch *2052* von Jörg Randers, das Hauptgutachten 2011 des wissenschaftlichen Beirates der Bundesregierung für Umweltfragen WBGU oder verschiedene Studien der FAO sowie des Instituts für Soziale Ökologie (IPCC 2007; Fischer-Kowalski/Swilling 2011; Randers 2012; WBGU 2011; Erb 2012a; 2013b; Alexandratos/Bruinsma 2012; Godfray et al. 2010). Sie alle versuchen, ein integriertes und umfassendes Bild unserer möglichen „Zukunft“ zu zeichnen. Der Zeithorizont dieser Studien ist bis 2050 gewählt, der Zeitpunkt, wann das „Standard run“-Szenario der „Limits to Growth“-Studie in einen Kollaps von Wirtschaft und Umwelt münden würde. Die wichtigsten Aussagen dieser Berichte werden im Folgenden beschrieben.

##### 4.1 Quellen und Senken gesellschaftlichen Stoffwechsels

Das International Resource Panel der UNEP (IRP 2013) hat in den letzten Jahren verschiedene Szenarien zur Entwicklung des Ressourcenverbrauchs bis 2050 veröffentlicht.<sup>11</sup> Sie gehen davon aus, dass die Weltbevölkerung bis 2050 auf rund neun Mrd. Menschen anwachsen wird (United Nations 2010) und sich der materielle Wohlstand in Industrie- und Entwicklungsländern in un-

terschiedlichem Maße angleicht. In dem „Business as usual“-Szenario (also in etwa der Fortsetzung des „standard run“) bleiben die metabolischen Raten in den Industrieländern auf dem Niveau von 2005, wohingegen sie in den Entwicklungsländern bis 2050 auf dem aktuellen Niveau der Industrieländer liegen werden. Bis 2050 würde das den globalen Ressourcenverbrauch von aktuell 49 Mrd. Tonnen auf 140 Milliarden Tonnen erhöhen (Fischer-Kowalski/Swilling 2011, 28–29). Dieser Pfad scheint schlicht undurchführbar.

Ein weiteres Szenario – „tough contraction and convergence“ –, in dem trotz eines Aufholens der Schwellen- und anderer Entwicklungsländer kein Überschreiten des derzeitigen globalen Niveaus an jährlicher Ressourcenentnahme stattfindet, ist zwar wünschenswert, aber scheint politisch wie technologisch unmöglich: Industrieländer müssten ihren Ressourcenverbrauch um das Drei- bis Fünffache senken und auch manche Entwicklungsländer müssten dies (in geringem Ausmaße) tun.

Ein drittes vorstellbares (und wohl auch mit den Grenzen des Planeten vereinbares) Szenario, „moderate contraction and convergence“, würde die globale Ressourcenentnahme 2050 auf 70 Mrd. Tonnen erhöhen – rund 50% mehr als dies 2005 der Fall war. In eine ähnliche Richtung weisen Erb (2012a) und Alexandratos/Bruinsma (2012). In ihren Modellierungen (Erb 2012b) zeigen sie, dass veränderte Ernährungsgewohnheiten von rund 9 Mrd. Menschen entweder nur unter einer enorm hoch industrialisierten Landwirtschaft oder durch eine drastische Reduktion des Anteils tierischer Produkte möglich sind.

Neben dem Druck auf die Quellen („sources“) würde eine solche enorme Steigerung im Material- und Energieverbrauch auch die „sinks“, also die Senken für anthropogene Emissionen, weiter (über-)beanspruchen. Im „Business as usual“-Szenario des IRP würden sich bis 2050 die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus fossilen Energieträgern gegenüber heute auf 105,8<sup>12</sup> Milliarden Tonnen pro Jahr verdreifachen und sogar die höchsten Emissionsszenarien des IPCC übersteigen (Fischer-Kowalski/Swilling 2011). Die rapide Zunahme des anthropogenen Treibhausgasausstoßes mit den direkten Folgen für Temperaturen sowie weitreichenden Veränderungen in Ökosystemen ist eine unmittelbare Belastung für Gesellschaften die sich in einem relativ stabilen klimatischen Bereich entwickelt haben (WGBU 2011, 35).

Mittlerweile hat sich das politische Ziel weitgehend verselbstständigt, die globale Erwärmung auf maximal zwei Grad Celsius zu begrenzen. Der WGBU hat errechnet, dass bis zur Jahrhundertmitte höchstens noch etwa 800 Mrd. Tonnen CO<sub>2</sub> aus anthropogenen Quellen in die Atmosphäre freigesetzt werden dürfen, sollte dieses Ziel mit einer Zwei-Drittel-Wahrscheinlichkeit nicht überschritten werden (Meinshausen et al. 2009). Bedenkt man, dass im Zeitraum 2000–2010 bisher schon rund 360 Mrd. Tonnen CO<sub>2</sub> emittiert worden sind, erscheint aber auch das Zwei-Grad-Ziel inzwischen als höchst ambitioniert (Geden 2013).

#### 4.2 Sozioökonomische Faktoren globaler Entwicklung

In Anlehnung an Randers (2012) lassen sich drei sozioökonomische Faktoren beschreiben, welche die globalen Entwicklungen wesentlich prägen werden: die Verlangsamung des steten Wirtschaftswachstums, das Sinken der Arbeitsproduktivität und die langfristige Entwicklung der Rohstoffpreise.

Die Zeit nach der Krise 2008 zeigt deutlich, dass kapitalistische Gesellschaften vorrangig bestrebt sind, das ökonomische Wachstum (gemessen in Bruttoinlandsprodukt, BIP) aufrechtzuerhalten. Der Grund ist einfach: Eine steigende Wirtschaftsleistung ermöglicht der Politik Hand-

lungsspielraum für den gesellschaftlichen Interessenausgleich, wodurch der soziale Frieden bewahrt werden kann. Angesichts der hier gezeigten Prognosen stellt sich freilich die Frage, ob die hohen Wachstumsraten – vor allem in den Industrieländern – weiter aufrechterhalten werden können. Der internationale Währungsfonds, traditionell optimistisch, geht in seinem jährlichen *World Economic Outlook* von nur geringen durchschnittlichen GDP-Wachstumsraten um die 2% aus (IMF 2012, 2013). Dieses niedrige Wachstum resultiert aus einer Rezession in den Industrie- und verringertem Wachstum in den Schwellenländern. Zudem werden die Kosten, die im Zusammenhang mit dem Klimawandel („adaptation and mitigation costs“) entstehen, auf rund 0,5 bis 1% des globalen BIP bzw. auf 4% des BIP der OECD-Länder geschätzt (Randers 2012, 109). Diese Kosten würden das jährliche BIP-Wachstum nahezu kompensieren.

Die Arbeitsproduktivität, das Verhältnis von eingesetzter Arbeitszeit zu ökonomischem Output, stieg global von 1970 bis 2010 um 90%, 110% in den OECD Ländern (ohne USA) und 1200% in China (Randers 2012). Für den Zeitraum bis 2050 nimmt Randers nur mehr eine Steigerung um 84% an, das jährliche Wachstum wird sich von rund 7% in den 1970er-Jahren halbieren. Die Gründe dafür sieht er einerseits in einer wachsenden sozialen und ökonomischen Ungleichheit, andererseits darin, dass immer mehr Arbeit für die Pflege einer alternden Bevölkerung aufgewendet werden muss und kaum rationalisiert werden kann.<sup>13</sup> Gemeinsam mit den niedrigen GDP-Wachstumsraten, einer sinkenden Bevölkerung sowie einer kleiner werdenden Arbeiterschaft, wird dies voraussichtlich weiter zu einer Verringerung oder sogar zu einem negativem GDP-Wachstum in den reichen Industrieländern führen.

Die Preise für Rohstoffe sind im Laufe des 20. Jahrhunderts stetig gefallen; und wengleich es immer wieder starke kurzfristige Schwankungen gab, lagen die durchschnittlichen Weltmarktpreise für eine breite Palette an Rohstoffen am Ende dieses Zeitraumes um rund ein Drittel niedriger als am Beginn (in kaufkraftbereinigten 2000 US\$). Dies hat sich seit Beginn des 21. Jahrhunderts geändert, seitdem steigen die Preise konstant an. Daten der Weltbank zeigen für „Food, Raw materials, Energy“ und „Metals and minerals (including iron ore)“ einen konstanten Anstieg der Rohstoffpreisindizes ab dem Jahr 2000, einem kurzfristigen Einbruch nach der Krise 2008 folgt wieder ein konstanter Anstieg (Fischer-Kowalski/Swilling 2011, 13; nach Daten der World Bank Commodity Price Data). Es mehren sich Aussagen von ExpertInnen, dass die Rohstoffpreise langfristig auf diesem hohen Niveau bleiben werden (Randers 2012; Murray/King 2012; Turner 2011; Alexandratos/Bruinsma 2012). Als Hauptgründe werden die steigende Nachfrage sowie eine zunehmend kostenintensive Extraktion genannt.

## 5. Kollaps oder gesteuerte Transformation

Die Folgen der globalen Finanzkrise von 2008 sind noch gut in Erinnerung: Die Industrieproduktion brach ein und in vielen Weltregionen traten Probleme mit der Nahrungsmittelverfügbarkeit auf. Es ist unbestritten, dass die Hauptursachen dieser Rezession vorwiegend im Finanzsystem lagen, allerdings wird in manchen Teilen der Literatur hervorgehoben, dass auch in der Realökonomie verhaftete Gründe dafür zu suchen wären. Ähnlich argumentierten einige Wissenschaftler schon vor der Krise (z.B. Altvater 2009).

Steigender Ressourcenverbrauch, die Abhängigkeit von nicht erneuerbaren fossilen Energiequellen und die damit einhergehenden Klimaveränderungen auf globaler Ebene sind drei große Entwicklungen, welche entweder zu einem gesellschaftlichen Kollaps oder auch einer gesteuerten Transformation führen werden. Die enge Verwobenheit zwischen Ressourcenver-

brauch, wirtschaftlicher Entwicklung und geopolitischer Macht fordert Lösungsansätze, welche mit hohen Kosten für Staat, Wirtschaft und Gesellschaft verbunden sind. Für Jacob und Jörgens (2011) sind die „low hanging fruits“ internationaler Übereinkommen in der Umweltpolitik bereits geerntet und übrig bleiben, was sie als sogenannte „böartige“ („wicked“) oder „hartnäckige“ („persistent“) Probleme bezeichnen. Dabei scheitern zentrale und von oben verordnete Problemlösungen an einflussreichen Vetospielern. Die ernüchternden Ergebnisse der letzten großen Umwelt- und Klimakonferenzen sind Ausdruck dessen.

In Anbetracht der Schwierigkeiten, mit welchen internationale politische Übereinkommen konfrontiert sind, stellt sich die Frage nach alternativen Lösungswegen. Eine marktbasierende Möglichkeit wird in Anknüpfung an die „Theorie der langen Wellen“ diskutiert (Kondratiev 1998). Diese geht von einer zyklischen Wirtschaftsentwicklung aus, wonach neue Zyklen immer aufgrund der Durchsetzung einer neuen technischen Schlüsselinnovation entstehen. Seit der ersten Welle am Beginn des 19. Jahrhunderts (Dampfmaschine) wurden vier weitere Wirtschaftszyklen identifiziert (Mandel 1980; Perez 1983; 1985). Derzeit wird in der wissenschaftlichen Literatur (Dewick et al. 2004; Green et al. 2002; Drechsler 2010) intensiv diskutiert, ob und wenn ja, welche Schlüsseltechnologie einen sechsten Kondratjew-Zyklus einleiten könnte und ob diese Technologie weiterhin den Übergang zu einer nachhaltigen Gesellschaftsform bedeuten kann. Hoffnungen werden in die Bio- oder Nanotechnologie gesetzt. Es gibt aber Zweifel, ob dieser Übergang geordnet und geplant vorstattengehen kann. Denn erstens waren die bisherigen Zyklen nicht gesellschaftspolitisch gesteuert, und zweitens basierten die fünf bisherigen Kondratjew-Zyklen allesamt auf der Nutzung fossiler Energie.

Die Skepsis ist daher groß, ob das aktuelle industrielle Regime weiter aufrechterhalten werden kann. Die meisten der hier angeführten Studien gehen zumindest implizit davon aus, dass eine gesellschaftliche Transformation unausweichlich sein wird – entweder durch Kollaps, also eine abrupte Komplexitätsreduktion gesellschaftlicher Strukturen (Tainter 1990; Tainter 2006; Diamond 2006), oder durch eine deliberativ gesteuerte Transformation hin zu einer nachhaltigen Gesellschaft (Hausknost/Haas 2013). Jorgen Randers (2012) schreibt, dass wir uns jedenfalls von einigen Paradigmen verabschieden werden müssen, die als unumstößliche Glaubenssätze über das Funktionieren moderner Gesellschaften etabliert wurden, aber in Wahrheit erst seit relativ kurzer Zeit bestehen: Dazu gehören die Effizienz von Marktökonomien, die Selbstregulierungsfähigkeit demokratischer Regierungen sowie, dass durch Freihandel und Globalisierung ein funktionierendes Gemeinwohl entstehe.

Vor allem aber sei das Wachstumsparadigma zu hinterfragen, das „happiness via continued economic growth based on fossil fuels“ verspreche (ebd., 7). Die Soziale Ökologie als Wissenschaft der Interaktion von Gesellschaft und Natur kann aus der Analyse der Transition von Agrar- zu Industriegesellschaft gewisse Rückschlüsse für die Transformation in eine postindustrielle Gesellschaft ziehen und so dazu beizutragen, wissenschaftliche Grundlagen für eine solche Transformation zu einer nachhaltigen Gesellschaft zu erarbeiten.

Letztendlich stellt sich die Frage, ob der Staat, der nach Polanyi Geburtshelfer des modernen Kapitalismus war, auch sein Totengräber sein wird. Gleich, ob Unterstützung von sogenannten „Pionieren des Wandels“ (WBGU 2011), seitens neuer Technologien oder immerhin der nicht Nachahmung von ressourcenintensiven Konsummustern durch „leapfrogging“ (dem Auslassen einzelner Stufen in einem Entwicklungsprozess) kommt, so braucht es jedenfalls politische Institutionen, welche die normativ getriebene Transformation hin zu einer nachhaltigen Gesellschaft antreiben und damit den „besten Konzepten“ lokaler, regionaler oder nationaler Ebene zum Durchbruch verhelfen. Diesbezüglich gilt, was eine prominente Politikwissenschaftlerin festgehalten hat:

*„Decades of research demonstrate that a variety of overlapping policies at city, subnational, national, and international levels is more likely to succeed than are single, overarching binding agreements. Such an evolutionary approach to policy provides essential safety nets should one or more policies fail.“ (Ostrom 2012)*

#### ANMERKUNGEN

- 1 Ich danke den kritischen Gutachten und der Redaktion der ÖZP für viele Hinweise.
- 2 Frühe Ansätze einer Umweltbewegung liegen weitaus länger zurück, bereits im 19. Jahrhundert lassen sich erste institutionelle Formen von Umweltschutz und Ökologiebewegung ausmachen (Weisz/Payer 2005; Zirnstein 1994).
- 3 Weniger stark kontrastierten diese Einsichten allerdings zur im Rahmen der weltweiten Studentenbewegung 1968 artikulierten Kritik am „Konsumterror“ und der damit zusammenhängenden vor allem in den USA verbreiteten Hippie-Bewegung, für die ein einfaches, selbstorganisiertes Leben auf dem Lande die erstrebenswerte Lebensweise darstellt.
- 4 In einer Studie der Netherlands Environmental Assessment Agency (Van Vuuren 2009) hat ein Vergleich der verschiedenen World3 Szenarios mit anderen Daten als jenen von Turner (2008; 2012) verwendeten zu gleichen Ergebnissen geführt: Auch hier zeigte sich die beste Übereinstimmung mit dem „Standard run“-Szenario.
- 5 Literatur zur Transition von Agrar- zu Industriegesellschaft siehe etwa Siefertle (2003), Siefertle et al. (2006), Krausmann/Fischer-Kowalski (2010), Fischer-Kowalski/Haberl (2007), Haberl et al. (2011).
- 6 Jedoch lassen die Autoren den Einfluss der OPEC außer Acht. Nach dem Erreichen eines Öl-Rekordpreises von mehr als 140 US Dollar im Juli 2008 begann der Preis bis Ende des Jahres auf zeitweise 40 US-Dollar zu sinken, woraufhin die OPEC eine Drosselung der Ölförderung beschlossen hatte (*Die Zeit* vom 17.12. 2008).
- 7 Der Inländische Materialverbrauch („Domestic Material Consumption“, DMC) ist die Gesamtentnahme an direkt verwertetem Material innerhalb einer Volkswirtschaft. Er ist definiert als die jährliche Menge an Rohstoffen, die aus dem inländischen Hoheitsgebiet extrahiert werden, plus der gesamten physischen Importe und minus die gesamten physischen Exporte. Der DMC bezieht sich auf den intermediären Konsum der Industrie und ist nicht mit dem Endverbrauch durch die KonsumentInnen zu verwechseln.
- 8 Der GINI-Koeffizient ist ein standardisiertes Maß zur Darstellung von Einkommensungleichheiten. Er reicht von 0 (alle haben das gleiche Einkommen) bis 1 (eine Person hat das gesamte Einkommen).
- 9 Dies ist nicht zwangsweise überall so. Stürmer (2010) zeigt in einer Studie über den Rohstoffboom in afrikanischen Ländern, dass die dortige Entwicklung u.a. aufgrund schwacher staatlicher Strukturen noch dem alten Modell des Extraktivismus ähnelt.
- 10 Vgl. den Diskurs um „buen vivir“, der ein neues Entwicklungsmodell auf der Grundlage der Weltanschauung der indigenen Bevölkerung des Andenraums beschreibt (Acosta 2009)
- 11 Eine detaillierte Beschreibung der Annahmen findet sich bei Fischer-Kowalski/Swilling (2011).
- 12 Entspricht einer Menge von 28,8 Mrd. Tonnen Kohlenstoff (C). 1 Gramm CO<sub>2</sub> besteht aus 27,2% Kohlenstoff und 72,8% Sauerstoff.
- 13 Disney et al. (2013) stellen in einer vergleichenden Studie zur Arbeitsproduktivität vor und nach der Krise 2008 in England fest, dass weniger die gesunkene Arbeitsproduktivität auf eine strukturelle Änderung der Wirtschaft, sondern mehr auf fehlende Investitionen für Innovationen zurückzuführen ist. Ähnlich argumentiert Turner wenn er schreibt, dass durch den zunehmenden Kapitalbedarf des Ressourcenextraktionssektors weniger Investitionen für andere Bereiche zur Verfügung stehen (Turner 2012).

#### LITERATURVERZEICHNIS

- Acosta, Alberto (2009). Das „Buen Vivir“, in: *Juridicum*, Vol. 4, 219–223.
- Alexandratos, N./J. Bruinsma (2012). *World agriculture: towards 2030/2050. The 2012 revision*, Rom.
- Altvater, Elmar (2009). *Das Ende des Kapitalismus, wie wir ihn kennen: eine radikale Kapitalismuskritik*, Münster.
- Ayres, Robert U./Benjamin Warr (2009). *The economic growth engine: how energy and work drive material prosperity*, Cheltenham.
- Buchheim, Christoph (1994). *Industrielle Revolutionen. Langfristige Wirtschaftsentwicklung in Großbritannien, Europa und in Übersee*, München.
- Colborn, Theo/ Carol Kwiatkowski/Kim Schultz/Mary Bachran (2011). *Natural Gas Operations from a Public Health*

- Perspective, in: *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, Vol. 17(5), 1039–1056.
- Cordell, Dana/Jan-Olof Drangert/Stuart White* (2009). The story of phosphorus: Global food security and food for thought, in: *Global Environmental Change*, 19(2), 292–305.
- Dewick, Paul/Ken Green/Marcela Miozzo* (2004). Technological change, industry structure and the environment, in: *Futures*, Vol. 36(3), 267–293.
- Diamond, Jared M.* (2006). *Collapse: How Societies Choose to Fail Or Succeed*, London.
- Disney, Richard/Wenchao Michelle Jin/Helen Miller* (2013). The productivity puzzles, in: C., *Emmerson/P. Johnson/H. Miller* (Hg.): *Green Budget 2013*, London: Institute for Fiscal Studies. Internet: <http://www.ifs.org.uk/publications/6560> (Zugriff: 22.1. 2014).
- Drechsler, Wolfgang* (2010). Nanotechnology, Governance and Public Management: A Techno-Economic Paradigms Perspective, in: *NISPAcee Journal of Public Administration and Policy*, Vol. 3(2), 69–85.
- Eisenmenger, Nina/Stefan Giljum* (2007). Evidence from societal metabolism studies for ecological unequal trade, in: *Hornborg, Alf/Carole L. Crumley* (Hg.): *The world system and the Earth system: global socioenvironmental change and sustainability since the Neolithic*, Walnut Creek, CA, 288–30.
- Erb, Karl-Heinz/Helmut Haberl/Christoph Plutzer* (2012a). Dependency of global primary bioenergy crop potentials in 2050 on food systems, yields, biodiversity conservation and political stability, in: *Energy Policy*, Vol. 47(0), 260–269.
- Erb, Karl-Heinz/Andreas Mayer/Thomas Kastner/Kristina-Elena Sallet et al.* (2012b). The Impact of Industrial Grain Fed Livestock Production on Food Security: an extended literature review, Wien.
- EUROSTAT* (2012). GDP Raten 2010. Internet: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/> (Zugriff: 22.1. 2014).
- Fischer-Kowalski, Marina/Helmut Haberl* (2007). *Socioecological Transitions and Global Change: Trajectories of Social Metabolism and Land Use*, Cheltenham.
- Fischer-Kowalski, Marina/Mark Swilling* (2011). Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth, A report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel., Technical Report, United Nations Environment Programme. Internet: <http://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/14631> (Zugriff: 22.1. 2014).
- Geden, Oliver* (2013). Modifying the 2°C Target. Climate Policy Objectives in the Contested Terrain of Scientific Policy Advice, Political Preferences, and Rising Emissions. SWP Research Paper 2013/RP 05. Internet: [http://www.swp-berlin.org/en/publications/swp-research-papers/swp-research-paper-detail/article/climate\\_modifying\\_the\\_2\\_c\\_target.html](http://www.swp-berlin.org/en/publications/swp-research-papers/swp-research-paper-detail/article/climate_modifying_the_2_c_target.html) (Zugriff: 22.1. 2014).
- Giurco, Damien/Timothy Prior/Gavin Mudd/Leah Mason et al.* (2010). Resourcing the future: foresight to secure long-term national benefit from Australia's minerals, Vortrag auf der International Society for Ecological Economics (ISEE) 11th Biennial Conference. Internet: <http://cfsites1.uts.edu.au/find/isf/publications/prioretal2010ozmineral-futures.pdf> (Zugriff: 10.10. 2013).
- Godfray, H. Charles J./John R. Beddington/Ian R. Crute/Lawrence Haddad/David Lawrence/James F. Muir/Jules Pretty/Robinson Sherman/Sandy M. Thomas/Camilla Toulmin* (2010). Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People, in: *Science*, Vol. 327(5967), 812–818.
- Green, K./Simon Shackley/P. Dewick/M. Miozzo* (2002). Long-wave theories of technological change and the global environment, in: *Global Environmental Change*, Vol. 12(2), 79–81.
- Gudynas, Eduardo* (2011). Neo-Extraktivismus und Ausgleichsmechanismen der progressiven südamerikanischen Regierungen, in: *Kurswechsel* 3, 69–80.
- Haberl, Helmut/Marina Fischer-Kowalski/Fridolin Krausmann/Joan Martinez-Alier et al.* (2011). A socio-metabolic transition towards sustainability? Challenges for another Great Transformation, in: *Sustainable Development*, Vol. 19(1), 1–14.
- Hausknost, Daniel/Willi Haas* (2013). *The Role of Innovation in a Socioecological Transition of the European Union*, NEUJOBS WORKING PAPER NO. D 1.4. Wien.
- Holzman, David C.* (2011). Methane Found in Well Water Near Fracking Sites, in: *Environmental Health Perspectives*, Vol. 119(7), a289.
- Howarth, Robert W./Renee Santoro/Anthony Ingraffea* (2011). Methane and the greenhouse-gas footprint of natural gas from shale formations: A letter, in: *Climatic Change*, Vol. 106(4), 679–690.
- IBGE* (2007). *Bevölkerungsverteilung Brasilien*. Internet: <http://www.ibge.gov.br/home/> (Zugriff: 2.2. 2013).
- IMF* (2012). *World Economic Outlook October 2012. Coping with High Debt and Sluggish Growth*. Washington, DC. Internet: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2012/02/pdf/text.pdf> (Zugriff: 22.1. 2014).
- IMF* (2013). *World Economic Outlook October 2013. Transitions and Tensions*. Washington, CD. Internet: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2013/02/pdf/text.pdf> (Zugriff: 22.1. 2014).
- IPCC* (2007). *Climate change 2007. Synthesis Report. Contribution of working groups i, ii and iii to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, Cambridge, New York.
- IRP* (2013). *International Resource Panel*. Internet: <http://www.unep.org/resourcepanel/> (Zugriff: 6.11. 2013).

- Jacob, Klaus/Helge Jörgens (2011). *Wohin geht die Umweltpolitikanalyse? – Eine Forschungsagenda für ein erwachsen gewordenen Politikfeld*, Berlin. Internet: [http://edocs.fu-berlin.de/docs/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDOCSS\\_private\\_000000001604/FFU\\_Report\\_02-2011\\_Forschungsagenda.pdf](http://edocs.fu-berlin.de/docs/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDOCSS_private_000000001604/FFU_Report_02-2011_Forschungsagenda.pdf) (Zugriff: 22.1. 2014).
- Kondratiev, Nikolai Dmitrievitch (1998). *The Works of Nikolai D. Kondratiev: Economic statics, dynamics and conjuncture*, London.
- Krausmann, F./S. Gingrich/N. Eisenmenger/K. H. Erb et al. (2009). Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century, in: *Ecological Economics*, Vol. 68(10), 2696–2705.
- Krausmann, Fridolin/Marina Fischer-Kowalski (2010): Gesellschaftliche Naturverhältnisse: Energiequellen und die globale Transformation des gesellschaftlichen Stoffwechsels, in: *Langthaler, Ernst/Reinhard Sieder* (Hg.): *Globalgeschichte 1800–2010*, Wien. 39–66.
- Lambert, Tobias (2012). *Der neue Extraktivismus: eine Debatte über die Grenzen des Rohstoffmodells in Lateinamerika*, Berlin.
- Mandel, Ernest (1980). *Long Waves of Capitalist Development: A Marxist Interpretation: Based on the Marshall Lectures Given at the University of Cambridge*, New York/London.
- Meadows, D. H./D. L. Meadows/J. Randers/W. W. Behrens III (1972). *The Limits to Growth: A Report to The Club of Rome* (1972), New York.
- Meadows, D. L./W. W. Behrens/D. H. Meadows/R. F. Naill et al. (1974). *Dynamics of growth in a finite world*, Cambridge, MA.
- Meadows, D. H./D. L. Meadows/J. Randers (1992). *Beyond the limits: global collapse or a sustainable future*, White River Junction, VT.
- Meadows, D. H./J. Randers/D. L. Meadows (2004). *The limits to growth: the 30-year update*, White River Junction, VT.
- McNeill, J. R. (2001). *Something New Under the Sun: An Environmental History of the Twentieth-Century World* (The Global Century Series), New York/London.
- Meinshausen, Malte/Nicolai Meinshausen/William Hare/Sarah C. B. Raper et al. (2009). Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2°C, in: *Nature*, Vol. 458(7242), 1158–1162.
- Mudd, Gavin/Steve Mohr/Mikael Höök/Geoffrey Evans (2011). Projection of long-term paths for Australian coal production – Comparisons of four models, in: *International Journal of Coal Geology*, Vol. 86(4), 329341.
- Murray, James/David King (2012). Climate policy: Oil’s tipping point has passed, in: *Nature*, Vol. 481(7382), 433–435.
- Natter, Bernhard (1987). Die „Bürger“ versus die „Mächtigen“ – Populistischer Protest an den Beispielen Zwentendorf und Hainburg, in: Anton Pelinka (Hg.): *Populismus in Österreich*, Wien, 151–170.
- OECD (2011). *Divided we stand : why inequality keeps rising*, Paris.
- Ostrom, Elinor Green from the Grassroots. in: Project Syndicate. Internet: <http://www.project-syndicate.org/commentary/green-from-the-grassroots> (Zugriff: 22.1. 2014).
- Perez, Carlota (1983). Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social systems, in: *Futures*, Vol. 15(4), 357–375.
- Perez, Carlota (1985). Microelectronics, Long Waves and World Structural Change: New Perspectives for Developing Countries, in: *World Development*, Vol. 13(3), 441–463.
- Pesendorfer, Dieter (2007). Paradigmenwechsel in der Umweltpolitik: Von den Anfängen der Umwelt- zu einer Nachhaltigkeitspolitik: Modellfall Österreich?, Wiesbaden.
- Pfister, C. (1995). *Das 1950er Syndrom: Der Weg in die Konsumgesellschaft*, Bern.
- Polanyi, Karl (1944). *The Great Transformation: The Political and Economic Origins of Our Time*, Boston, MA.
- Randers, Jorgen (2012). 2052, White River Junction, VT.
- Roberts, Timmons J./Bradley C. Parks (2007). Fueling Injustice: Globalization, Ecologically Unequal Exchange and Climate Change, in: *Globalizations*, Vol. 4(2), 193–210.
- Rockström, Johan/Will Steffen/Kevin Noone/Åsa Persson et al. (2009). A safe operating space for humanity, in: *Nature*, Vol. 461(7263), 472–475.
- Schaffartzik, Anke/Andreas Mayer/Simone Gingrich/Nina Eisenmenger/Christian Loy/Fridolin Krausmann (i. E.): *The Global Metabolic Transition: Regional Patterns and Trends of Global Material Flows, 1950–2010*.
- Seidl, Irmi/Angelika Zahrt (2012). Abhängigkeit vom Wirtschaftswachstum als Hindernis für eine Politik in den „limits to growth“. Perspektiven für eine Postwachstumsgesellschaft, in: *Wojnowski, Boris/Patrick Becker/Alexander Bertram/Sarah Bhandari/Julia Burger/Marilen Haver/Alina Janssen/Josha Lange/Juliana Miyazaki/Golo Peters/Florian Ruff/Julia Schneider/Jörn Sempach/Chih Chien Wang* (Hg.): *Wirtschaft ohne Wachstum?! Notwendigkeit und Ansätze einer Wachstumswende. Reihe Arbeitsberichte des Instituts für Forstökonomie der Universität Freiburg Nr. 59/2012, (Volume 21, Number 2), 15–29*.
- Sieferle, Rolf Peter (1997). *Rückblick auf die Natur: eine Geschichte des Menschen und seiner Umwelt*, München.
- Sieferle, Rolf Peter/Krausmann, Fridolin/Heinz Schandl/Verena Winiwarter (2006): *Das Ende der Fläche. Zum Sozialen Metabolismus der Industrialisierung*, Köln.



- Sieferle*, Rolf Peter (2003). Nachhaltigkeit in Universalhistorischer Perspektive. In: Siemann, Wolfram (Hg.), *Umweltgeschichte. Themen und Perspektiven*, München. 39–60.
- Simon*, Julian L./*Herman Kahn* (Hg.) (1984). *The Resourceful. Earth: A Response to Global 2000*, Oxford/New York.
- Stewart*, Heather/*Larry Elliott* (2013). Nicholas Stern: „I got it wrong on climate change – it’s far, far worse“. *The Guardian*, 23.1. 2013. Internet: <http://www.guardian.co.uk/environment/2013/jan/27/nicholas-stern-climate-change-davos> (Zugriff: 5.2. 2013).
- Stürmer*, Martin (2010). Let the good times roll? Raising tax revenues from the extractive sector in sub-Saharan Africa during the commodity price boom, Bonn: Deutsches Institut für Entwicklungspolitik. Internet: [http://www.die-gdi.de/CMS-Homepage/openwebcms3.nsf/\(ynDK\\_contentByKey\)/MSIN-88MFWX](http://www.die-gdi.de/CMS-Homepage/openwebcms3.nsf/(ynDK_contentByKey)/MSIN-88MFWX) (Zugriff: 8.1. 2013).
- Tainter*, Joseph (1990). *The Collapse of Complex Societies*, Cambridge.
- Tainter*, Joseph A. (2006). Social complexity and sustainability, in: *Ecological Complexity*, Vol. 3(2), 91–103.
- Turner*, Graham M. (2008). A comparison of The Limits to Growth with 30 years of reality, in: *Global Environmental Change*, Vol. 18(3), 397–411.
- Turner*, Graham M. (2012). On the Cusp of Global Collapse? Updated Comparison of The Limits to Growth with Historical Data, in: *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, Vol. 21(2), 116–124.
- UNEP* (2011). *Towards a green economy: Pathways to sustainable development and poverty eradication*, Nairobi. Internet: [http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/ger/GER\\_synthesis\\_en.pdf](http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/ger/GER_synthesis_en.pdf) (Zugriff: 22.1. 2014)
- United Nations*, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2011). *World Population Prospects: The 2010 Revision, Volume II: Demographic Profiles.*, ST/ESA/SER.A/317. Internet: [http://esa.un.org/unpd/wpp/Documentation/pdf/WPP2010\\_Volume-II\\_Demographic-Profiles.pdf](http://esa.un.org/unpd/wpp/Documentation/pdf/WPP2010_Volume-II_Demographic-Profiles.pdf) (Zugriff: 22.1. 2014).
- Unmüßig*, Barbara/*Fatheuer*, Thomas/*Sachs*, Wolfgang (2012). *Critique of the green economy*, Berlin: Heinrich-Böll-Stiftung. Internet: [http://www.af.boell.org/downloads/Critique\\_of\\_the\\_Green\\_Economy.pdf](http://www.af.boell.org/downloads/Critique_of_the_Green_Economy.pdf) (Zugriff: 31.1. 2013).
- Vuuren*, D. P. van/*A. Faber*/*Annemieke Righart* (2009). *Growing within limits : a report to the Global Assembly 2009 of the Club of Rome*, Biltoven.
- WBGU* (2011). *Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation*, Berlin. Internet: [http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/hauptgutachten/jg2011/wbgu\\_jg2011.pdf](http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/hauptgutachten/jg2011/wbgu_jg2011.pdf) (Zugriff: 22.1. 2014).
- Weisz*, Helga/*Payer*, Harald (2005). Naturschutzziele im Wandel der Zeiten. *Historische Entwicklung des Naturschutzes*, in: *Wissenschaft und Umwelt Interdisziplinär*, Vol. 9, 69–80.
- Wichterich*, Christa (2012): *Die Zukunft, die wir wollen. Eine feministische Perspektive*, Berlin.
- Wiedenhofer*, Dominik/*Rovenskaya Elena*/*Fridolin Krausmann*/*Irene Pallua*/et al. (2013). Is there a 1970s Syndrome? Analyzing Structural Breaks in the Metabolism of Industrial Economies, in: *Energy Procedia*, Vol. 40, 182–191.
- Wrigley*, E. A. (1962). The Supply of Raw Materials in the Industrial Revolution, in: *The Economic History Review*, Vol. 15(1), 1.
- Zeit online* (2008). Opec drosselt Fördermenge unerwartet stark. Internet: <http://www.zeit.de/online/2008/51/opec-drosselung-oel> (Zugriff: 10.2. 2014).
- Zirnstein*, Gottfried (1994). *Ökologie und Umwelt in der Geschichte*, Marburg.

#### AUTOR

Andreas MAYER studierte Soziologie (Bachelor) an der Universität Wien und Soziale Ökologie (Master) an der Alpen-Adria-Universität. Derzeit arbeitet er als Doktorand und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Soziale Ökologie, seine Forschungsinteressen sind gesellschaftlicher Stoffwechsel, Landnutzungskonflikte und Ernährungssicherheit.